



*CENTRO DE ESTUDIO DE ENERGÍA Y MEDIO  
AMBIENTE  
CE<sup>2</sup>MA*

*TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE  
MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA*

*SISTEMA DE GESTIÓN  
TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN  
LA EMPRESA  
OLEOHIDRÁULICA CIENFUEGOS.*

*AUTOR: Ing. Antonio Díaz Medina.*

*TUTOR: Dr. Félix González Pérez.*

*Cienfuegos. Cuba*

*2008*

---

*“Año 50 de la Revolución”*  
DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS**

“Carlos Rafael Rodríguez”

Sistema de Documentación y Proyecto.

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la culminación de los estudios de la Maestría en Eficiencia Energética; autorizando a que el mismo sea utilizado por la Universidad de Cienfuegos para los fines que estimen convenientes, tanto de forma parcial como total, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

---

Firma del autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de este envergadura, referido a la temática señalada.

---

Información Científico Técnico.

Nombre y Apellidos. Firma.

---

Computación.

Nombre y Apellidos. Firma.

---

Firma de los tutores

---

Sistema de Documentación y Proyecto.

Nombre y Apellidos. Firma.

**Resumen**

En este trabajo se hace una caracterización general de la situación energética internacional, haciendo énfasis en América Latina y en Cuba, mostrando las alternativas de solución para esta última.

Se describe la gestión energética en las empresas metalmecánicas de Cuba y el mundo.

Se hace referencia a los aspectos fundamentales de los Sistemas de Monitoreo y Control energéticos.

Se hace una caracterización energética de la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos, en la que puede verse la evolución histórica de los índices de consumo, de los consumos de portadores energéticos, de las producciones, de los gastos monetarios en energéticos y el % que estos representan en el total de gastos de la Empresa. Se determinan áreas y equipos mayores consumidores, así como la estructura de consumo de portadores energéticos.

Se muestran los elementos esenciales para la implantación de un sistema de Gestión Energética en la entidad, mediante un Sistema de Monitoreo y Control. Se adaptan las herramientas básicas del sistema, a las condiciones de la Empresa. Se definen los indicadores y se describe el soporte computacional creado para el funcionamiento de dicho sistema.

Se describe el resultado del diagnóstico de recorrido, mediante la evaluación del estado técnico y operacional del equipamiento de que dispone la Empresa.

Se logran identificar nuevas oportunidades de ahorro que permiten la reducción de los gastos energéticos, mejorando los índices de consumo y la competitividad de la entidad.

Recomendando su aplicación en las empresas metalmecánicas.

<b>Índice:</b>	<b>Pág</b>
<b>Resumen.</b>	
<b>Introducción.</b>	1
<b>Capítulo 1: Problemas energéticos contemporáneos. La gestión de energía en las empresas metalmecánicas.</b>	3
1.1.La situación energética internacional. Panorama energético cubano .Principales problemas. Alternativas de solución.	3
1.1.1. La situación energética internacional	3
1.1.2. Panorama energético cubano. Principales problemas. Alternativas de solución.	14
1.2.Los sistemas de gestión energética. Fundamentos teóricos. Características de un sistema de monitoreo y control Energético. Criterios para la formación de indicadores. La gestión de energía e indicadores de consumo en las empresas metalmecánicas.	20
1.2.1. Los sistemas de gestión energética. Fundamentos teóricos.	20
1.2.2. Características de un sistema de monitoreo y control energético.	21
1.2.3. Criterios para la formación de indicadores.	23
1.2.4. La gestión de energía e indicadores de consumo en las empresas metalmecánicas.	24
1.3. La gestión energética en la industria metalmecánica de Cuba. Normas e indicadores.	25
1.3.1. La gestión energética en la industria metalmecánica de Cuba.	25
1.3.2. Normas e indicadores.	26
Conclusiones parciales.	28
<b>Capítulo 2 : Caracterización energética de la empresa Oleohidraulica Cienfuegos .</b>	29

---

2.1. Evolución histórica de los consumos de energía de la empresa. Indicadores de consumo.	32
2.1.1. Evolución histórica de los consumos de energía de la empresa.	32
2.1.2. Indicadores de consumo.	33
2.2. La gestión energética empresarial, principales logros y deficiencias en las empresas metal mecánicas de Cuba y en la Empresa Oleohidraulica Cienfuegos.	38
2.2.1. Empresas metal mecánicas de Cuba.	38
2.2.2. Empresa Oleohidraulica Cienfuegos.	44
2.3. Caracterización energética actual, indicadores de consumo. Análisis crítico.	46
2.3.1. Caracterización energética actual	46
2.3.2. Indicadores de consumo. Análisis crítico.	68
Conclusiones parciales	70
<b>Capítulo 3: Elementos de un sistema de gestión energética para la empresa Oleohidraulica Cienfuegos.</b>	<b>71</b>
3.1. Elementos básicos de un sistema de gestión energética para la empresa Oleohidráulica Cienfuegos. Implementación del sistema de monitoreo y control energético. Herramientas básicas del sistema. Indicadores. Fundamentación de indicadores.	71
3.1.1. Elementos básicos de un sistema de gestión energética para la empresa Oleohidráulica Cienfuegos	71
3.1.2. Implementación del sistema de monitoreo y control energético.	73
3.1.3. Herramientas básicas del sistema.	76
3.1.4. Indicadores.	87
3.1.5. Fundamentación de indicadores.	89
3.2. Soporte computacional del sistema de gestión energética.	90
Conclusiones parciales	91

#### **Capítulo 4: Diagnóstico de recorrido. Proyectos de mejoras, evaluación**

---

<b>económica de proyecto.</b>	92
4.1 Diagnóstico de recorrido en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.	92
4.1.1 Resultados del recorrido efectuado.	92
4.1.2. Evaluación de la energía eléctrica.	93
4.1.3. Evaluación del combustible diesel	97
4.2. Oportunidades de ahorro. Propuestas de proyectos de mejoras.	97
4.2.1. Oportunidades de ahorro.	97
4.2.2. Medidas para el ahorro de energía eléctrica.	99
4.2.3. Medidas para el ahorro de combustible diesel.	102
4.2.4. Propuestas de proyectos de mejoras.	102
4.3. Elaboración de los principales proyectos de mejoras .Desarrollo técnico, evaluación económica de proyecto.	104
4.3.1. Desarrollo técnico.	104
4.3.2. Evaluación económica de proyecto.	105
Conclusiones generales.	110
Recomendaciones	111
Referencias Bibliográficas.	112
Bibliografías.	113
Anexos.	

---

## **I- Introducción.**

El desarrollo de la economía debe ser sustentado sobre la base de la eficiencia y la planificación precisa de las necesidades.

Desarrollar la Gestión de la Calidad con énfasis en la satisfacción de los clientes, acorde con sus exigencias, y liderar los esfuerzos para promover y desarrollar la oleohidráulica en el país, logrando además, la disminución de los costos de producción, son los objetivos de la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos.

El logro de resultados satisfactorios en programas priorizados en Cuba como el de la Revolución Energética, en un contexto económico complejo, enfrentando enormes retos para mejorar continuamente los niveles de vida de la población, optimizando el uso de los recursos, prestar especial atención a la elevación de la eficiencia energética, es trascendental en estos momentos, cuando la tendencia al encarecimiento de la energía y al agotamiento de los recursos hídricos obliga a utilizarlos cada vez de manera más racional y eficiente .

Las empresas metalmecánicas de Cuba, se caracterizan por poseer en su mayoría, un equipamiento de varios años de explotación, con un alto nivel de deterioro, el cual obstaculiza su funcionamiento eficiente desde el punto de vista energético.

Se toman medidas para elevar la eficiencia energética, apoyadas en planes de ahorro de energía ; pero no se cuenta con un sistema de gestión energética, que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general que integre las acciones a los servicios brindados.

### **Problema Científico:**

El análisis energético en la empresa, se realiza mediante comparaciones históricas de los consumos energéticos: No existe un sistema integral de administración energética, basado en indicadores científicamente fundamentados, que integrados a un sistema de monitoreo y control energético, posibilite a los directivos, la mejor toma de decisiones en el campo energético.

**Hipótesis:** La implementación de un sistema de gestión energética en la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos, posibilitará un mejor control de los recursos energéticos, facilitará la definición de indicadores de consumo para el monitoreo y control energético, que debe propiciar un ahorro de los recursos energéticos, una reducción del impacto ambiental y una elevación de la competitividad empresarial.

**Objetivos generales:**

1. Realizar la caracterización energética de la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos.
2. Implementar un sistema de gestión total eficiente de la energía en la entidad.

**Objetivos específicos:**

1. Sintetizar los conocimientos existentes sobre la gestión energética en las empresas sidero-mecánicas de Cuba y el mundo.
2. Realizar la caracterización energética de la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.
3. Elaborar y poner en funcionamiento los elementos de un sistema de monitoreo y control energético, basado en indicadores de consumo fundamentados técnicamente.
4. Ejecutar un diagnóstico de recorrido que posibilite elaborar proyectos de mejoras fundamentadas técnica y económicamente.

---

## **Capítulo 1: Problemas energéticos contemporáneos. La gestión de energía en las empresas metalmecánicas.**

### **1.4. La situación energética internacional. Panorama energético cubano .Principales problemas. Alternativas de solución.**

#### **1.1.1 La situación energética internacional**

##### **Los problemas energéticos contemporáneos.**

La existencia de todas las formas de vida en nuestro planeta está sustentada por un conjunto de transformaciones energéticas que conforman los llamados ciclos energéticos vitales.

La energía posibilita y facilita toda la actividad humana. Las diferentes fuentes y sistemas de producción y uso de la energía utilizadas por el hombre han marcado las grandes etapas en el desarrollo de la sociedad humana, dependiendo el curso de éste de las elecciones energéticas realizadas en cada momento. En el decursar del tiempo el hombre pasó del empleo de su fuerza muscular al uso de diversas fuentes para satisfacer sus necesidades, el empleo del fuego, la utilización de la tracción animal, y finalmente, en rápida sucesión, el dominio de las tecnologías del carbón, del petróleo y el gas natural, y la producción y uso del vapor y la electricidad. Desde esta perspectiva, la historia de la humanidad no ha sido más que la historia del control de ésta sobre las fuentes y tecnologías energéticas, llegando al esquema energético global actual, el que descansa en la utilización de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural); combustibles que son extinguidos, contaminantes en alto grado, que están concentrados en pocas regiones de la tierra, en manos de grandes consorcios transnacionales y que son utilizados de forma muy ineficiente. El inicio del tercer milenio representa para la humanidad la encrucijada de una nueva elección energética, frente al agotamiento de los combustibles fósiles por una parte, pero sobre todo por la amenaza de una catástrofe ecológica, al rebasarse los límites de la capacidad del planeta para asimilar su impacto.

Los sistemas energéticos pueden analizarse desde dos puntos de vista: Sistemas físicos, asociando la energía como la capacidad para realizar trabajo o producir un efecto, sistemas sujetos a leyes físicas que rigen sus transformaciones.

Pero también se pueden estudiar desde el ángulo económico social, a partir de su contribución a la satisfacción de las necesidades humanas y como factor condicionante del desarrollo de la sociedad, sujetos a regularidades de carácter económico y social.

Se conoce que un mismo objetivo energético será alcanzado de distinto modo según el grupo social que lo promueva.

Las necesidades del hombre no consisten en fuentes primarias de energía. No es carbón, petróleo, gas o uranio, sino la satisfacción de cuatro servicios energéticos básicos, en los que pueden agruparse todas sus necesidades energéticas:

1. Calor / Frío
2. Potencia Mecánica
3. Iluminación
4. Comunicaciones

La satisfacción de estos servicios energéticos por una vía basada en los combustibles fósiles (cerca del 80% del total mundial), conjuntamente con el desarrollo industrial, el crecimiento de la población y su concentración en grandes urbes, ha alterado significativamente algunos ciclos vitales en el planeta. Se ha aumentado la circulación del carbono en un 20%, del nitrógeno en un 50% y del azufre en un 100%.

Se descargan volúmenes crecientes de contaminantes a la atmósfera y las aguas, provocando impactos locales como la contaminación atmosférica en las grandes ciudades, regionales como la lluvia ácida, e incluso de alcance global como los cambios climáticos provocados por el incremento de gases de invernadero en la atmósfera.

Los procesos de producción y uso de la energía constituyen una de las causas fundamentales del deterioro ambiental. Sus impactos se producen en todas las fases, desde la extracción de combustibles o la construcción de un embalse, hasta el uso final de la energía, pasando por los procesos de conversión, almacenamiento y distribución de los portadores energéticos.

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las

---

necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso, un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente.

Con mucha frecuencia, el incremento de la intensidad energética ha sido tratado como parte integrante e inevitable del crecimiento económico. Se manejan los índices de consumo per cápita de energía como indicadores básicos del nivel de vida, sin tomar en consideración lo irracional e ineficiente del modo con que ésta se utilice, ni que son los servicios energéticos y no la energía lo que el hombre necesita. Por este camino se llega a relacionar incluso el nivel de vida con la cantidad de basura que se genere.

En este plano de cosas son muy diferentes las situaciones en los países desarrollados y en los subdesarrollados. Son en primer lugar abismales las diferencias en el consumo de energía por habitante. Mientras que un norteamericano consume cerca de 13000 kWh/año de electricidad, un indio no llega a 300 kWh/año, o sea 43 veces menos. Sin hablar de otros países más pobres aún, como el caso de Bangladesh, en donde el consumo de electricidad per cápita es de poco más de 60 kWh/año.

Por ejemplo, en México los consumos de energía primaria per cápita representan cerca de la sexta parte de los de Estados Unidos, la quinta parte de los de Canadá, la tercera parte de los del Reino Unido, y dos quintas partes de los de Japón.

En los países subdesarrollados se presenta un círculo vicioso entre subdesarrollo y deterioro ambiental, causado entre otras causas por la sobreexplotación de los recursos naturales, el alto índice de crecimiento poblacional, la falta de financiamiento, y el éxodo rural, que provoca el desarrollo desmedido y anárquico de las ciudades.

Pero a pesar de lo anterior, no son, por supuesto, los países subdesarrollados los que ocasionan los mayores impactos ambientales. Son los países desarrollados los que cargan sobre sus hombros una gran deuda ecológica, ya que con un 16% de la población mundial consumen el 52% de la energía, producen el 45% de las emisiones de dióxido de

---

carbono a la atmósfera, generan el 60% de los desechos industriales y el 90% de los desechos peligrosos altamente contaminantes. A esta deuda se suma el cargo por la transferencia de tecnologías contaminantes y hasta el envío de desechos tóxicos a los países subdesarrollados.

Es innegable y un derecho legítimo que el desarrollo en los países más atrasados requiere incrementos en el consumo de energía, pero será imposible seguir el camino de los países desarrollados. Se sobrepasarían los límites de la capacidad del planeta para absorber los impactos asociados a la producción y uso de la energía. Sin embargo, con un uso racional y eficiente de la energía se pueden lograr los niveles de vida de Europa Occidental en la década de los 70 con unos 2500-3000 kWh/año de electricidad, menos de la mitad del consumo de electricidad per cápita actual en estos países y menos de la cuarta parte del consumo en Estados Unidos. O sea, que los países subdesarrollados podrían alcanzar el nivel de vida de los países de Europa Occidental en la década de los 70 con un consumo de energía primaria de solo 40 GJ/año, esto es solo un 20% más de la energía que consumen actualmente (33.4 GJ/año). Es una realidad que el avance económico y social en los países subdesarrollados requiere más consumo de energía en términos absolutos, pero también que es imposible reproducir a escala mundial el sistema de suministro energético de los países desarrollados. [2]

Las bases para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible se presentan en los inicios del tercer milenio en tres direcciones principales:

1. **Elevación de la eficiencia energética**, eliminando esquemas de consumo irracionales, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración, y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
2. **Sustitución de fuentes de energía**, por otras de menor impacto ambiental, en particular por **fuentes renovables**, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
3. **Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias**, como son los sistemas depuradores de gases de combustión o las tecnologías degasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

---

Aunque en realidad la única alternativa verdaderamente sostenible es la sustitución de fuentes convencionales por fuentes renovables, la eficiencia energética es una alternativa esencial, tanto por su efecto directo, como por lo que la misma puede contribuir al relevo por las energías renovables.

### **Panorama energético mundial.**

Con el fin de controlar la producción de petróleo mundial, los precios y la racionalización de este, el 14 de septiembre de 1960, se crea en Bagdad, capital de la República de Irak, y con los representantes del Reino de Irán, del Principado de Kuwait, del Reino de Arabia Saudita y de la República de Venezuela, la Organización de Países Exportadores de Petróleo OPEP; como contraparte a las compañías extranjeras que hasta entonces controlaban este recurso.

Esta organización no logra consolidarse mundialmente hasta la década del 70, debido a la primera crisis petrolera en 1973, en la que la demanda fue mayor que la oferta, por lo que los precios aumentaron de 2,5 dólares por barril en 1973 a 12 dólares por barril en 1974, por el embargo petrolero al que sometieron las naciones árabes a los Estados Unidos y los Países Bajos, por su apoyo a Israel en la guerra del Yom Kippur.

En tanto debido a la segunda crisis petrolera entre 1978 y 1979 (protagonizada por la revolución Iraní sobre el régimen del Sha Mohamed Reza Pahlevi y la guerra Irán-Irak) y de la tercera crisis petrolera (1986-1991 producto a la guerra del golfo Pérsico donde Irak invade a Kuwait); en conjunto con la intervención en este conflicto de EE UU, en aras de defender sus intereses y tener el control mundial de las reservas de este recurso, y que lo llevo a invadir a Irak en el año 2001, provocaron que los precios ascendieron de 35 dólares por barril en 1979 a más de 70 dólares por barril en el 2006.

Por consiguiente y a pesar del agotamiento del petróleo mundial los consumos seguirán incrementándose, por lo que se estima que aumente de 78 a 119 millones de barriles día entre el 2002 al 2025, donde China incrementara su consumo hasta un 7,5% anual. Debido a esto y de acuerdo con un estudio realizado, los miembros de la OPEP serán los más importantes suministradores de petróleo del mundo, representando un 60% del incremento previsto.

---

Por su parte América Latina, mostrará un incremento en el consumo, de acuerdo a su crecimiento económico, y se espera que sea moderado, sobre el porcentaje actual.

Mientras, los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), seguirán siendo los más utilizados en todo el mundo, básicamente, en el sector del transporte y en el industrial. También para este periodo se incrementarán la energía nuclear y las renovables, aunque mucho más suave.

Por otro lado es necesario destacar que los países miembros de la OPEP producen el 40% del crudo mundial y el 14% del gas natural, y donde los costos de producción de los países de la OPEP en el golfo pérsico están entre los más bajos a nivel mundial.

En cuanto a la generación de electricidad se espera que se duplique entre 2002 y 2025, pasando de 14.275 billones de kilowatt hora a 26.018 billones, donde el crecimiento más rápido lo experimentarán las economías emergentes, con un promedio de crecimiento de 4,0% por año, en los países consolidados se prevé un aumento promedio de consumo eléctrico de 1,5% por año. En este aspecto se debe añadir que algunos países han optado por la generación distribuida (GD), que se basa como necesidad de generación o el almacenamiento de energía eléctrica a pequeña escala, lo más cercana al centro de carga, con la red eléctrica, y donde la capacidad de los sistemas de GD varía de cientos de kW hasta diez mil kW.

Históricamente la producción de energía ha sido uno de los factores decisivos para el desarrollo del ser humano. El carbón propició la primera revolución industrial transformando a las sociedades agrarias. La electricidad permitió la formación de los grandes centros urbanos actuales. A partir del siglo XX, los combustibles fósiles han sido la base del avance de las sociedades industrializadas. Sin embargo, el petróleo tiene sus días contados al tratarse de un recurso no renovable, por lo que la utilización de nuevas fuentes de energía, múltiples y renovables, será uno de los principales retos del siglo XXI.

En este sentido hay que señalar que, el precio del petróleo ha aumentado varias veces desde finales de los 80 hasta el presente, y seguirán incrementándose a medida que se vayan agotando los yacimientos y haya que recurrir a otros en peores condiciones de explotación. De seguir esta tendencia, algunos analistas calculan que para 2010 los países del Golfo Árabe-Pérsico controlarán el 95% de la capacidad de exportación a

nivel mundial, puesto que los demás países con reservas disponibles tendrán que absorberlas para consumo doméstico.

Es por estas razones que el presidente norteamericano George Bush lanza la guerra contra Irak, pero en si fue contra Europa, para sostener su control del petróleo en el mundo, según un artículo de la Yellow Times.org. Esto sucede porque las mayores reservas de petróleos probadas están en el medio oriente con el 65% del total, y según British Petroleum (BP), la OPEP posee el 75%, en la que Arabia Saudita es el principal país del mundo en términos de reservas petroleras, con 263 billones de barriles.

Algunos expertos e incluso instituciones como la Agencia Internacional de la Energía, en su informe World Energy Outlook 2005, ya han advertido de que si no se toman medidas de ahorro energético, o si no se encuentran fuentes de energía alternativas, se producirá una grave crisis energética.

Esta la sentirán más en sus economías los países industrializados, y otros como China o la India, donde por ejemplo China alcanzará el 43% en el 2030 del consumo mundial, producto a su crecimiento económico, y chocará en unos años con la caída de la oferta mundial de petróleo.

Los datos de los principales consumidores, exportadores y productores del mundo actual se muestran en la tabla 1.1.

En las fuentes de energías renovables debe estar parte de la solución, según un informe del Consejo Mundial de la Energía Eólica (GWEC), ya la potencia eólica instalada en todo el mundo ha aumentado desde los 4.800 MW en 1995 a los 59.000 MW a finales de 2005, por lo que esta fuente de generación podría llegar a suministrar un 30% del consumo eléctrico mundial en 2030 y un 34,2% en 2050. [4]

En la tabla 1.1. Volúmenes de petróleo y % del total del mundo que representan los principales productores, exportadores y consumidores de este portador energético.

<b>Productores</b>	<b>Mt</b>	<b>% Total mundial</b>	<b>Exportadores</b>	<b>Mt</b>	<b>Importadores</b>	<b>Mt</b>
<b>Arabia Saud.</b>	<b>519</b>	<b>13.2</b>	<b>Arabia Saudita</b>	<b>346</b>	<b>Est. Unidos</b>	<b>577</b>
<b>Rusia</b>	<b>470</b>	<b>12.5</b>	<b>Rusia</b>	<b>258</b>	<b>Rusia</b>	<b>206</b>
<b>Esta. Unidos</b>	<b>307</b>	<b>7.8</b>	<b>Noruega</b>	<b>132</b>	<b>Japón</b>	<b>123</b>
<b>R. Isl. Iran</b>	<b>205</b>	<b>5.2</b>	<b>Nigeria</b>	<b>123</b>	<b>R.P. China</b>	<b>114</b>
<b>México</b>	<b>188</b>	<b>4.8</b>	<b>R. Isl. Iran</b>	<b>122</b>	<b>Corea</b>	<b>110</b>
<b>R.P. China</b>	<b>183</b>	<b>4.7</b>	<b>México</b>	<b>105</b>	<b>Alemania</b>	
<b>Venezuela</b>	<b>162</b>	<b>4.1</b>	<b>Emiratos Á. U.</b>	<b>95</b>	<b>India</b>	
<b>Canadá</b>	<b>143</b>	<b>3.6</b>	<b>Venezuela</b>	<b>94</b>	<b>Venezuela</b>	
<b>Noruega</b>	<b>139</b>	<b>3.5</b>	<b>Canadá</b>	<b>87</b>	<b>Irág</b>	
<b>Nigeria</b>	<b>133</b>	<b>3.4</b>	<b>Irág</b>	<b>75</b>	<b>Rto mundo.</b>	
<b>Rto mundo.</b>	<b>1474</b>	<b>37.7</b>	<b>Rto mundo.</b>	<b>716</b>	<b>El Mundo</b>	
<b>El Mundo</b>	<b>3923</b>	<b>100.0</b>	<b>El Mundo</b>	<b>2153</b>		
<b>2005 Data</b>			<b>2005 Data</b>		<b>2005 Data</b>	

Fuente :[7].

El mundo enfrenta grandes problemas relacionados con la energía, sin embargo las medidas tomadas respecto a esta no son suficientes, teniendo en cuenta los daños que le ocasionan al ambiente. Por ello desde el punto de vista energético, en la primera mitad de siglo nos enfrentamos a tres retos fundamentales:

- 1) El inicio del declive de la producción mundial de petróleo convencional, y seguido más tarde, por el mismo fenómeno para el gas natural.
- 2) El acusado incremento de demanda energética global, debido sobre todo a la irrupción de importantes economías en vías de industrialización, como las de China y la India, y a la necesidad de mejorar el nivel de vida de los países del Tercer Mundo.

3) La obligación de ir reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello se inicia un nuevo ciclo de construcciones nucleares que, contribuiría a mitigar significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es por esto que en los problemas referidos anteriormente, mucho ha tenido que ver el desarrollo despiadado de las industrias, por no contar con un respaldo medio ambiental desde el punto de vista jurídico, que sirviera de contraparte, en cuanto al uso racional del petróleo.

También porque durante muchos años el panorama energético se centraba en el mercado de la oferta, pero este dio un rol a partir del creciente consumo mundial de petróleo, y por tanto paso a mercado de demanda; es decir los productores son los que tienen el control y los consumidores apostar por los precios y volúmenes de petróleo que se les deben entregar.

Por su parte según un informe de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), la demanda mundial de petróleo seguirá creciendo a pesar de la subida de los precios y que llegará el punto de máxima producción de petróleo (los expertos vaticinan que ese límite máximo de producción ya podrá alcanzarse en el año 2010), debido fundamentalmente a que se hace más difícil el descubrimiento de nuevos pozos de petróleo, por el agotamiento de los pozos ya en explotación.

Los Estados Unidos y Alemania serán los menos intensivos energéticamente, todo ello por políticas trazadas sobre la eficiencia energética y la ampliación de utilización de las fuentes de energías renovables.

Sin embargo no será de esta manera para los países en vías de desarrollo, donde sus economías estarán afectadas fuertemente por la crisis energética, ya que las políticas adoptadas por los gobiernos sobre este problema, no han sido suficientes para paliar dichos efectos. No obstante se toman medidas para la utilización de las denominadas fuentes alternativas de energía, en aras de contrarrestar la subida de los precios del petróleo y a la ya difícil explotación de las reservas.

Mientras tanto según lo estimado por la organización internacional de energía (IEO2005) , las emisiones de CO<sub>2</sub> que provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía, aumentaran de 24,4 billones de toneladas en 2002 a

---

38,8 en 2025. Es por esto que el protocolo de Kyoto exige la reducción de emisiones de forma colectiva en un 5% con respecto a los niveles de 1990 en el período de compromiso de 2008-2012.

Como se puede ver el mundo no saldrá de esta crisis al menos por muchos años, si no se toman medidas para agilizar el uso de las fuentes alternativas de energía como vía de paliar los efectos de esta, en conjunto con la eficiencia energética y el ahorro de energía.

### **Panorama energético en América Latina y el Caribe.**

América Latina no ha estado alejada de los problemas energéticos mundiales y ha vivido desde hace muchos años los embates de la crisis energética internacional, fundamentalmente la de los años de la década del 70, de aquí que en este contexto nace la organización latinoamericana de energía (OLADE). Esta organización esta conformada por 26 países del área (incluida Cuba), y tiene entre sus objetivos el de desarrollar los recursos energéticos, además de atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región.

Sin embargo es preciso señalar que los países que integran a la América Latina y el Caribe, no todos presentan las mismas condiciones desde el punto de vista energético, por ejemplo: Venezuela, México, Trinidad y Tobago, Colombia y Ecuador, son considerados exportadores netos de petróleo; pero los de mayor peso son México, Venezuela y Colombia, aunque esta ultima ha disminuido su cuota de 820.000 barriles por día (bpd) en 1999 a 520.000 bpd en el 2005. Mientras que México, junto con Venezuela, concentra el grueso de las reservas disponibles en América Latina. México representa un 1,4% de ellas a nivel mundial y produce el 5% de la oferta mundial; Venezuela, en cambio, es la quinta exportadora mundial de petróleo y, cuenta con unas reservas para 250 años, manteniendo el volumen vigente de extracción, con el 6,8% de las reservas, aporta el 3,9 % de la producción.

Entre tanto hay países que se autoabastecen de petróleo como Argentina y, con limitaciones, Bolivia. Pero a partir del 2005 esa condición sería también la característica de Brasil, cuya situación es analizada entre los países importadores de hidrocarburos. Por ejemplo Argentina a pesar de poseer petróleo, en la actualidad importa gran cantidad de

---

gas y petróleo de otros países. Por su parte Bolivia tiene una producción de hidrocarburos que en 2005 equivalió a su consumo, pero que no alcanza para cubrir enteramente sus necesidades, lo que le obliga a importaciones de crudo que no son significativas.

Por otro lado hay otros países que son importadores netos de petróleos, en Sudamérica por ejemplo esta condición la tiene Perú, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; en Centroamérica (excluyendo a México, Venezuela y Colombia), la única nación exportadora de hidrocarburos es Trinidad y Tobago. Todos los restantes no tienen reservas de petróleo, con la excepción de Cuba y Guatemala que producen petróleo, pero son importadores netos.

En tanto el comportamiento de la demanda y los consumos energéticos en el área, producto al crecimiento de la población y el desarrollo en algunas esferas de la producción, hacen que los volúmenes se incrementen para poder satisfacer las necesidades cada día más crecientes en estos países.

De aquí que por ejemplo en Argentina, Brasil, México y Venezuela representan el 73.75% del consumo total de energía en América Latina y el Caribe. En términos absolutos el orden es: Brasil (30.15%), México (24.36%), Argentina (9.79%) y Venezuela (9.45%).

Por su parte en Argentina y México el sector transporte es el mayor demandante con un 33% y 35.5% respectivamente, pero en Brasil y Venezuela el mayor consumidor es el sector industrial con 35.1% y 50.0% respectivamente.

Mientras que en Chile y Colombia el consumo se distribuye casi equiproporcionalmente entre el sector transporte, industrial y residencial. Entre tanto en Cuba el 45% del consumo corresponde al sector industrial y el 37% al residencial, sin embargo en Ecuador, Costa Rica, Granada y Jamaica más del 42% corresponde al sector transporte. Pero en los países como Trinidad y Tobago y Surinam el principal destino de la energía es el sector industrial con un 67.1%. Por otro lado hay países donde más del 40% de sus consumos están en el sector residencial y servicios como Perú, Guatemala, Nicaragua y Haití.

Teniendo en cuenta estos datos relacionados con la situación energética del área, y debido al acecho de los Estados Unidos para que estas naciones formen parte del área de libre comercio para las Américas (ALCA), con el objetivo de anexarse energética y económicamente a esta región; es que se da surgimiento a la Alternativa Bolivariana para

---

las Américas (ALBA), como necesidad de contrapartida al ALCA, ya que esta tiene como objetivo de lograr unificar social, económica y políticamente los estados pertenecientes a la América Latina y el Caribe, para que estos puedan ser independientes y se liberen de las garras neoliberales. El ALBA se formuló por primera vez por el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, en el marco de la III Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de la Asociación de Estados del Caribe, celebrada en la isla de Margarita, en diciembre de 2001, y ha tenido mucho impacto sobre las nuevas políticas llevadas a cabo por los acuerdos y convenios, entre los estados de esta región.

Es por ello que debido a estos convenios y con la aprobación de los mandatarios de la región, en conjunto con el presidente de la República Bolivariana para las Américas dan nacimiento a:

- **PETROSUR** (Integrada por Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay).
- **PETROCARIBE** (Compuesta por 14 países de la región caribeña, incluida Cuba).
- **PETROANDINA** (Integrada por Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela).
- **PETROAMÉRICA**: Impulsada por el Gobierno Venezolano para redefinir las relaciones existentes sobre la base de sus recursos y potencialidades, aprovechar la complementariedad económica, social y cultural a fin de reducir las asimetrías de la región.

En ella confluyen las tres iniciativas anteriores. Su objetivo fundamental es lograr estimular la política de cooperación energética de Venezuela con los países de América Latina y el Caribe en el sector energético, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, la electricidad y su uso eficiente, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternas como: energía eólica, solar y otras.

### **1.1.2. Panorama energético cubano. Principales problemas. Alternativas de solución.**

#### **Principales problemas.**

Nuestro país no está exento de la crisis energética internacional, y en torno a esto arrastró una de las peores crisis electro energéticas de su historia, ya que se contaba con

---

10 plantas termoeléctricas con una capacidad instalada de 3958 MW; donde el 72,77% le correspondía a las termoeléctricas, los auto productores de Níquel y MINAZ con el 16,52%, la Hidroeléctrica con el 1,48%, las turbinas de gas con el 7,88% y el resto pertenecía a la eólica.

Estas plantas tienen 46 unidades de generación, sin embargo, debido a varias causas como por ejemplo: averías, la falta de mantenimiento en el tiempo planificado y el uso de combustible no idóneo para su operación, provocaron que la capacidad real de generación fuera de 1200 MW. El consumo de electricidad se concentraba en la industria, el sector residencial y los servicios con más del 95%.

Por su parte la demanda de energía eléctrica en Cuba, se redujo de 2,500 MW en el 1989 a 950 MW en el 2005, debido al gran número de industrias paralizadas, así como a una baja en el consumo agrícola y doméstico.

En torno a esto la crisis se hizo más aguda debido a los accidentes ocurridos en mayo del 2004, en la central termoeléctrica matancera Antonio Guiteras, lo que unido a la falta de suministro de combustible por parte de la antigua URSS; la nación cubana experimentó enormes apagones, que en ocasiones fueron por más de 10 horas. Para este período la generación de electricidad era de 15673 GWh, donde el 78% de esta generación le correspondía a las termoeléctricas y el resto se repartía en las turbinas de gas, las plantas diesel, hidroeléctricas, etc.

Es por estos motivos que la falta del suministro del petróleo golpeó fuertemente a la economía nacional dañando algunos sectores, e incluso provocando el cierre de algunas fábricas. De aquí que el estado cubano determinó priorizar a las empresas exportadoras y a los servicios sociales básicos en cuanto al suministro energético.

En medio de esta situación se logran algunos convenios con la República Bolivariana de Venezuela y otras entidades exportadoras de combustibles.

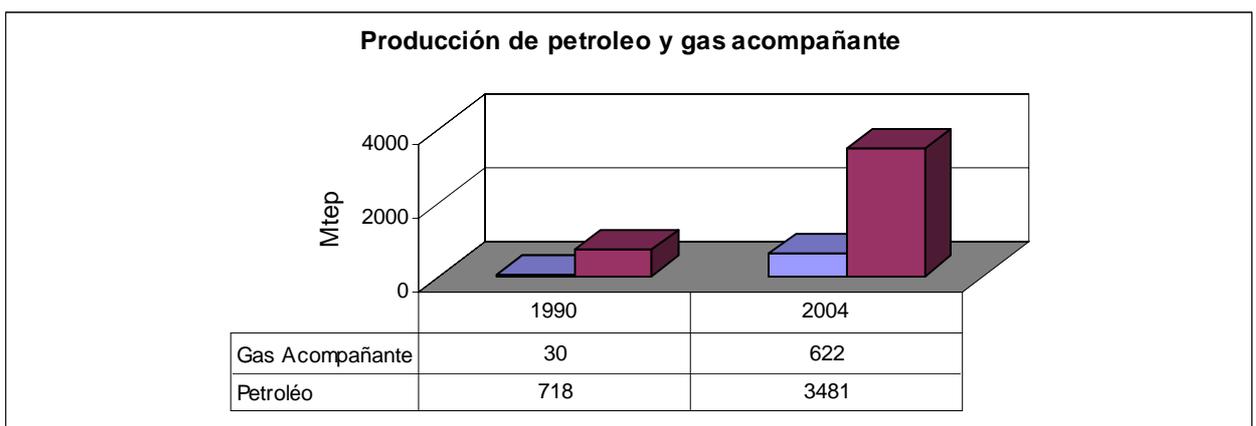
Entre uno de los acuerdos realizados con Venezuela, se encuentra la venta a Cuba de 53 000 barriles diarios de petróleo (2,5 millones de toneladas anuales), el 80% de los suministros, Cuba lo pagará a precios del mercado mundial y en los 90 días posteriores a la entrega. El plazo de pago para el 20% restante podrá estar entre los 5 y 20 años, en dependencia del precio promedio anual que alcance el petróleo.

Fue así que entre los convenios establecidos y sumado a esto el descubrimiento de un yacimiento de petróleo de calidad, a escasos kilómetros de Santa Cruz del Norte, con reservas probadas de 14 millones de toneladas de crudo, promete restaurar e incrementar los niveles de extracción y dar un alivio importante al apetito energético de Cuba. Según expertos, los pozos que se perforen en ese yacimiento podrían llegar a producir, de conjunto, hasta un millón de toneladas al año, alrededor de la cuarta parte de la producción actual del país.

De aquí que se mantuvo la política de impulsar la extracción del crudo nacional y del gas acompañante, ya que como se muestra en la figura 1, se produce un amplio crecimiento de ambos en el periodo de 1990 al 2004, donde para el gas fue de un 25% y el petróleo de un 31%.

No obstante el sistema eléctrico nacional se mantuvo dañado en el 2005, debido fundamentalmente a las diferentes averías en las plantas generadoras (Felton, Rente, etc.), y da señales de estabilidad en los primeros meses del 2006; aunque se mantienen en vigor las medidas de ahorro y contingencia. Sin embargo los elevados precios del petróleo por encima de los \$ 100/barril, hacen que el país invierta cada año más millones de dólares en la importación de este recurso.

Fig.1 Producción nacional de crudo y gas acompañante en, miles de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep).



Fuente:[8]

---

### **Alternativas de solución**

Fue así que para el periodo 2005-2006, el gobierno cubano, decide tomar una serie de alternativas con el objetivo de aprovechar al máximo los recursos que hoy disponemos para la generación de energía eléctrica, y desarrollar programas para el uso de las fuentes de energías renovables en conjunto con las tradicionales, pero con más eficiencia.

Por todos los factores antes descritos se anuncia un cambio total en la concepción de generar energía eléctrica y se traza como política una serie de programas energéticos que se denominaron revolución energética, el cual se define como la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un Sistema Electro energético Nacional más eficiente y seguro. [5]

Estos programas son liderados por el Estado cubano directamente. En ellos se hace un llamado al ahorro energético y a la toma de medidas en aras de mejorar nuestro estado energético hasta ese momento vigente.

#### **Entre los objetivos más importantes de este programa tenemos los siguientes:**

- **Impulsar las fuentes renovables de energía (Eólica, Fotovoltaica, etc).**
- Incrementar la eficiencia energética en las Empresas Cubanas.
- Aplicar medidas para la transformación del sistema electro energético nacional.

#### **Las transformaciones en el sistema eléctrico nacional de Cuba.**

Existen en nuestro país 2 940 000 kilowatts de potencia instalada en termoeléctricas, gran parte de las cuales supera los 25 años de explotación, tienen una disponibilidad promedio del 60%, y grandes consumos de combustible por kilowatts/hora generado.

Las serias dificultades enfrentadas por el Sistema Eléctrico Nacional, conllevaron, después de un estudio profundo de la situación y a partir de experiencias, a la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un sistema electro energético nacional más eficiente y seguro.

Este sistema de las termoeléctricas será sustituido paulatinamente por la nueva generación de motores, incluidos los de ciclo combinado, y se le dedican los recursos mínimos necesarios para mantener la disponibilidad de las unidades más eficientes. Otras

unidades serán conservadas y estarán listas para trabajar cuando el sistema lo requiera, en tanto transcurra la primera fase de la transformación del actual sistema.

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

- Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros como son grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.
- Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo del ciclo combinado.
- Rehabilitación total de las redes de distribuciones anticuadas e ineficientes que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.
- Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas del sistema electro energético y su paso a conservación
- Un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.

**La nueva concepción de generación tiene las siguientes ventajas:**

- Valores mínimos de consumo de combustible por kilowatts/hora generado: 210 gramos/kilowatts/hora como promedio de diesel o fuel oil, según el tipo de motor y su objetivo.
- Valores de potencia unitaria cuya capacidad, en caso de avería, no tiene impacto significativo en la disponibilidad del sistema.
- Distribución geográfica adecuada, lo cual contribuye a la protección del servicio eléctrico de la población y los objetivos económicos y sociales ante huracanes y averías.
- Disponibilidad mayor de un 90% y muy por encima del 60% de las plantas termoeléctricas en nuestro actual sistema.
- Con la extracción del petróleo se generan importantes cantidades de gas. En los últimos años la equivalencia en petróleo del gas utilizado ha estado alrededor de 1 millón de toneladas.

- 
- La generación de electricidad con gas es ya de más de 416 000 kilowatts/hora. Cantidades adicionales de gas se destinan a la cocción de alimentos en parte de Ciudad de La Habana y a producir electricidad en dos de las unidades de la termoeléctrica de Santa Cruz del Norte, preparada para la quema simultánea de gas y crudo.
  - Se inició un proceso de rehabilitación de las redes con el objetivo de reducir las pérdidas de distribución y los bajos voltajes.
  - A fin de asegurar estos planes ha sido preciso incrementar la producción de cables y postes en el país, así como triplicar la producción de transformadores de distribución para llegar a la cifra de 15 000 anuales.

Como se conoce, la energía eólica es la fuente de energía renovable que mayor auge ha tenido en el mundo en los últimos años. Su costo de instalación es ya competitivo respecto a las fuentes tradicionales de energía.

Teniendo en cuenta como línea estratégica, el desarrollo de la energía eólica, se someterán a pruebas diversas tecnologías, incluyendo aquellas diseñadas para soportar los frecuentes huracanes que nos azotan.

Se han identificado ya como zonas de potencial eólico las siguientes zonas del país:

- Extremo occidental de Pinar del Río.
- Isla de la Juventud.
- Costa norte de las provincias de Holguín hasta Villa Clara.
- Noreste de la región oriental de Cuba. Está Pinar del Río entre los que están estudiando, ya se sabe lo que sopla el viento en el Cabo San Antonio, ya se está haciendo una prueba allí y en otros lugares.
- Se ejecutan mediciones de la velocidad del viento a 50 metros de altura en puntos seleccionados de estas macrolocalizaciones, lo que permite la precisión de los sitios más idóneos, y se dan pasos para próximamente conocer las potencialidades de la energía eólica en todo el país.

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

---

Al aumento de la generación habría que añadir no menos de un millón de kilowatts/hora producto de las medidas de ahorro energético. El país dispondrá así de una capacidad de dos millones de kilowatts/hora por encima de la que disponía hace solo seis meses.

Se puede comprender mejor así la revolución energética: considerable ahorro del país en divisas convertibles, un combustible noble, seguro y sano —el combustible eléctrico.

Concluido este programa, en el que se trabaja aceleradamente, el país dispondrá cada año de 1 000 millones de dólares ahorrados. [6]

Habrán un antes y un después de la revolución energética de Cuba, de la cual podrán derivarse lecciones útiles para nuestro pueblo y para los demás pueblos del mundo. [3]

### **1.5. Los sistemas de gestión energética. Fundamentos teóricos. Características de un sistema de monitoreo y control energético. Criterios para la formación de indicadores. La gestión de energía e indicadores de consumo en las empresas metal mecánicas.**

#### **1.2.1. Los sistemas de gestión energética. Fundamentos teóricos**

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

La Gestión Energética o Administración de Energía, como 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. Entendiendo por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

En el anexo ( I ) se muestra el sistema de gestión energética el cual se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

Al implantar un sistema de gestión energética hay que tomar en cuenta los cambios que se han producido en la gestión empresarial en los últimos años (ver anexo II).

---

### **1.2.2. Características de un sistema de monitoreo y control energético.**

En general, el control es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos. Persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso. Para que exista la acción de control debe existir un estándar (objetivo a lograr), una medición del resultado, herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar. [1]

Muchas empresas realizan varios registros de indicadores energéticos, sin embargo, su uso es mayormente informativo, ya que no han establecido un sistema de control, perdiendo una buena parte de los costos en que incurren en el sistema de información.

#### **Necesidad del Control.**

El control de cualquier proceso es una necesidad real, ya que el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas.

También la acción del hombre que actúa sobre el proceso es imperfecta y los equipos que componen el proceso fallan o se deterioran con el tiempo. El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso. En el caso particular de la eficiencia energética, pueden agregarse a las causas anteriores de necesidad del control las siguientes:

- El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.
- El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- La actitud, motivación y nivel de competencia de gerente, subgerentes, operarios y empleados respecto al uso de la energía se modifica con el tiempo de función de las prioridades de la empresa. Sólo un sistema de control energético puede mantener la atención sobre estos aspectos.

---

**Proceso de control.**

El proceso de control, en su organización, consta de las siguientes etapas:

1. Establecer los lugares de control (áreas, equipos).
2. Establecer los indicadores de control.
3. Establecer las variables de control y su relación con los indicadores de control.
4. Establecer las herramientas de medición de los indicadores de control.
5. Establecer los estándares.
6. Establecer las herramientas de comparación de los indicadores con los estándares de detección de causas de desviaciones o de diagnóstico.

El proceso de control, en su ejecución, consta de las siguientes etapas:

1. Recolección de datos
2. Determinación del resultado
3. Comparación del resultado con los estándares
4. Ejecución del diagnóstico de causas de derivaciones
5. Modificación de las variables de control o corrección de desviaciones.

Un proceso de control general incluye también una etapa de mejoramiento del proceso, cuando la acción sobre las variables de control no es suficiente para corregir las constantes variaciones que en este se presentan. Esta etapa consiste en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que producen, sin duda, un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente.

**Método de control.**

El proceso de control se puede realizar de diferentes formas. En los sistemas de control energético es recomendable utilizar el método de control selectivo. La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas de la empresa. Se cubre el 20% de las áreas o equipos que provocan el 80% de las posibles pérdidas energéticas en la empresa. Este método incluye el control por

---

excepción, o sea, dentro de estas áreas o equipos se priorizan aquellas que tienen tendencia a las mayores desviaciones.

El sistema de monitoreo y control cuenta con tres etapas fundamentales: la información, control y mejoramiento, como se puede ver en el anexo III.

### **1.2.3. Criterios para la formación de indicadores.**

La evaluación y control de la eficiencia energética, requiere de indicadores que reflejen los resultados alcanzados a nivel de Centro y en los mayores consumidores.

Los indicadores de control a utilizar, son los índices de consumo físico, los que se expresan mediante la relación entre la energía consumida y la producción o servicio realizado.

En un índice de consumo el numerador será el portador energético, primario o secundario, que se consume en el puesto en un determinado periodo, expresado en una unidad de medida de energía, (kWh, Ton Fuel Oil, Ton de vapor, TEP, etc.). El denominador reflejará el nivel de producción realizada o de servicio prestado en el puesto en el periodo dado, expresado en la unidad de medida que corresponda (unidades, toneladas, habitación día ocupada, comensales, pacientes atendidos, etc.).

Son ejemplos de índices de consumo: kWh/Ton, TEP/unidad, kWh/paciente, Ton Fuel Oil/Ton vapor, kWh/m<sup>3</sup>, etc.

Para que un indicador sea válido, es necesario demostrar, que los componentes del indicador de consumo de energía (portador energético y producción en unidades físicas), están correlacionados entre sí. Para ello el indicador  $R^2$  debe tomar valores entre 0.75 y la unidad. Mientras mas se acerque a 1, mayor será la relación entre uno y otro parámetro.

Posteriormente, para avanzar hacia el control de la eficiencia, se trabajará en el establecimiento de valores normativos de los índices, contra los cuales comparar los que resulten del cálculo en cada uno de los mayores consumidores. Los valores normativos podrán ser establecidos, sobre la base de datos históricos obtenidos por el comportamiento del objeto de estudio, (puesto clave o entidad) o de indicadores estándares internacionales, establecidos para similares consumidores de portadores energéticos con semejantes producciones.

---

#### **1.2.4. La gestión de energía e indicadores de consumo en las empresas metalmeccánicas.**

Producto de los altos precios del petróleo y de los problemas derivados del consumo de los combustibles fósiles, como son las altas emisiones de CO<sub>2</sub> y el calentamiento global, varios países del mundo han comenzado a implementar políticas con los objetivos de mejorar su eficiencia energética y de desarrollarse o mantener el desarrollo alcanzado en una dirección sustentable desde el punto de vista ambiental. La preocupación de la sociedad y de los gobiernos es cada vez mayor en este sentido.

Se han creado centros de investigación, y varias instituciones internacionales llevan a cabo programas vinculados al ahorro y uso racional de la energía, llegando su alcance al sector de la metalurgia y la metalmeccánica.

Los consumos energéticos en la rama de la metalurgia en países como Chile y España, ocupan un lugar significativo, es por ello que se comienza a prestar especial atención al uso eficiente de la energía en este renglón de la economía y a dar pasos en la dirección de la consecución de ese objetivo [11].

Un ejemplo de tales pasos es que: En Chile, el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) y la Asociación de Industrias Metalúrgicas y Metalmeccánicas A.G., Asimet, suscribieron un convenio de cooperación en el que se comprometen a realizar una serie de acciones para mejorar la eficiencia energética (EE) y una estrategia específica para el sector.

Dicho acuerdo aborda la gestión energética a través de la realización de acciones de difusión y formación sobre eficiencia energética; análisis en gestión de la energía en casos de modelos de industrias del sector; *benchmarking* de indicadores sectoriales de eficiencia energética; mejora de perfiles ocupacionales específicos para optimizar la eficiencia energética y desarrollo de labores de coordinación entre las instituciones [11].

Como puede concluirse, se comienzan a hacer estudios del impacto ambiental del uso ineficiente de la energía en este tipo de empresas; así como levantamientos de las oportunidades de ahorro de energía en las mismas, por lo que puede decirse que se está

---

en la primera etapa en el camino del establecimiento de un estado de uso eficiente de la energía.

No se tiene referencia de implementación de sistemas de mejoras continuas de la eficiencia energética, que permitan el mejoramiento de los índices de consumo físicos, la disminución de los consumos energéticos y de los gastos en los mismos.

### **Indicadores de consumo**

Las empresas metalmeccánicas, como el resto de las empresas, a nivel de países y a escala internacional, manejan índices de intensidad energética que relacionan los consumos energéticos con las producciones expresadas en términos de dinero y del crecimiento del PIB.

En la bibliografía consultada [10] se hace referencia a los índices de consumo físicos, se muestran ejemplos globales como TeraCal/ton de acero. No se tienen referencias de índices de consumo específicos de las empresas que elaboran los metales, referidos a consumo de energía por unidades físicas (piezas o productos de varias piezas).

## **1.6. La gestión energética en la industria metalmeccánica de Cuba. Normas e indicadores.**

### **1.6.1. La gestión energética en la industria metalmeccánica de Cuba.**

Desde 1998 se comenzaron a hacer los primeros intentos por implantar en estas empresas algunos aspectos de lo que actualmente se conoce como TGTEE; pero solo se lograron algunos de forma aislada, como establecer la estructura de consumo de portadores energéticos y las áreas y equipos mayores consumidores. Se comenzaron a implantar algunas medidas de ahorro de energía. Los logros obtenidos son muy limitados porque no se creó un sistema de monitoreo y control basado en mejoras continuas. Los índices de consumo se basan en la cantidad de portador energético consumido referida a la producción en miles de pesos.

En el presente se está capacitando al personal y tratando de implementar la TGTEE en todas las empresas. Se exige que todas utilicen el método de producción equivalente para informar sus producciones, determinen sus necesidades de portadores energéticos y establezcan sus índices de consumo físico. En este camino aparecen muchas dificultades,

---

propias de las características de la gestión empresarial y económica que realizan este tipo de entidades.

### **1.3.2. Normas e indicadores.**

En las Empresas del ministerio SIME, tradicionalmente los índices que se llevan son de intensidad energética (MWh/M.P. y TCE/M.P.), sujetos a la variación de los precios, pues relacionan el consumo energético con la producción expresada en dinero, no en unidades físicas. Se producen además variaciones en la composición del total de la producción (creación de bienes y servicios), según los cambios en el objeto social de las entidades. Por ello los valores de producción no guardan relación estrecha con el consumo energético. La producción de bienes está siempre acompañada de un mayor consumo de energía, que la prestación de servicios.

En muchos casos se tienen, para algunos consumidores, índices de consumo físicos puntuales, no así para toda la entidad, lo que permitiría establecer el comportamiento energético real de la misma.

No se expresa lo producido en términos generalizadores como la producción equivalente, lo cual permitiría analizar el comportamiento de la eficiencia energética a nivel de Provincia, Grupo Industrial y Ministerio, ni se llevan por tanto los índices de consumo físicos generales, que permitirían lograr el mismo objetivo. Por esta razón los análisis que se hacen a esos niveles, son muy limitados y no concretos en términos de eficiencia energética.

Para los análisis de planes y reales, no se tiene en cuenta que el comportamiento de los índices de consumo físicos, está en dependencia de la zona en que esté trabajando la industria (gráfico de la hipérbola equilátera entre unidades físicas e índice de consumo); mientras que los análisis se hacen comparando el índice obtenido para el mismo periodo del año anterior. Tal análisis sería efectivo solo si la dependencia entre ambos parámetros (consumo de portador energético y Producción equivalente) fuera lineal.

No se conocen ni tienen en cuenta, los efectos de los consumos no asociados a la producción, sobre el comportamiento energético general de la entidad, por lo que no se tiene la posibilidad de actuar sobre ellos para disminuirlos.

Existen en el sector normas para el funcionamiento del equipamiento, las cuales son chequeadas en auditorias periódicas. Ejemplo de las anteriores, son el 10 % de fugas en los sistemas de aire comprimido (SAC), existencia de instrumentación para dar seguimiento a los parámetros tecnológicos y de eficiencia de equipos tales como calderas, hornos de inducción y de resistencias y compresores. De igual manera se establecen normas para el uso de equipos de climatización y computadoras.

La auditoria energética del SIME controla varios aspectos como el estado técnico del equipamiento y su levantamiento, la existencia de índices de consumo físicos y su estado con respecto a años anteriores. Controla además la existencia de balances energéticos tales como el eléctrico, el neumático, el hidráulico, el de vapor y otros, así como la utilización de la iluminación natural.

Aunque con dificultades, el Ministerio trabaja en la implantación de la TGTEE, para ello se exige como uno de los primeros pasos, que todas las empresas comiencen a expresar sus producciones mediante el método de la producción equivalente.

**Conclusiones parciales:**

1. Producto de las tres crisis petroleras, donde los Estados Unidos han estado involucrados, los precios del petróleo se han incrementado de 12 dólares por barril en 1979 a más de 100 dólares por barril en el 2008.
2. Las nuevas concepciones para el desarrollo de un sistema electro energético más eficiente y seguro en Cuba, se basan en la adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes, la generación distribuida, potenciar el ahorro de portadores energéticos y un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar.
3. No se tienen referencias de índices de consumo específicos de las empresas que elaboran los metales, referidos a consumo de energía por unidades físicas (piezas o productos de varias piezas). Solo se tiene referencia de índices físicos mas generales.
4. En las empresas metalmecánicas en Cuba, se aplican indicadores como la intensidad energética, para evaluar el estado energético de sus unidades, sin embargo estos no son suficientes para valorar eficientemente el estado del uso de la energía. Es necesaria la aplicación del método de la producción equivalente, aun teniendo en cuenta la variedad de las producciones, lo cual sería muy útil, para los análisis a todos los niveles de dirección del ramo, en el tema de la eficiencia energética.

## **Capítulo 2 : Caracterización energética de la empresa Oleohidraulica Cienfuegos.**

### **Recuento histórico**

La Empresa "Oleohidráulica Cienfuegos", "José Gregorio Martínez Medina" está situada en el Km 4 de la carretera a Palmira en el municipio de Cienfuegos.

Figura 2.1. Ubicación geográfica de la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.

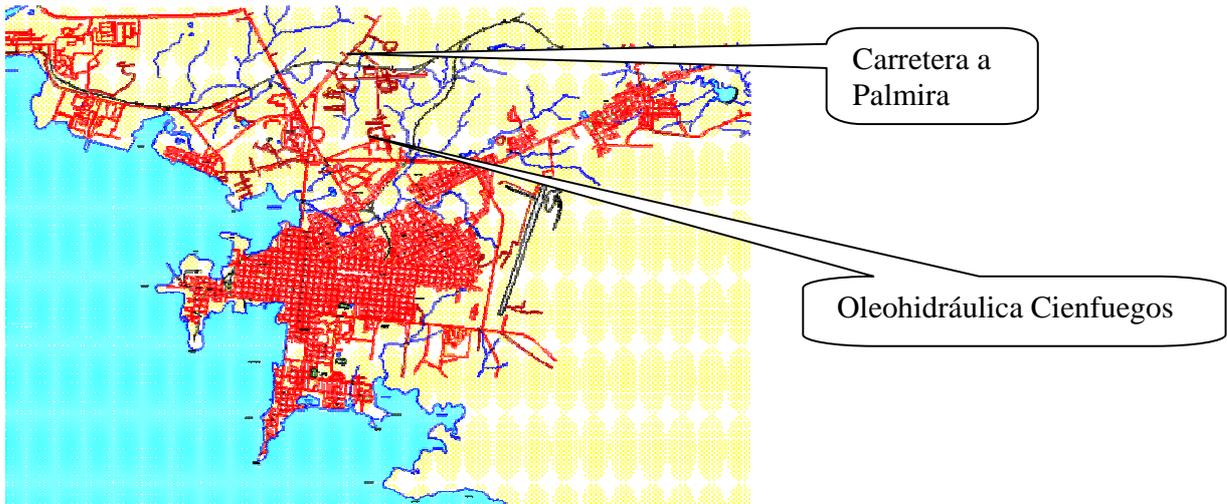


Figura 2.2. Vista exterior de la Empresa



En la figura 2.1 puede verse que la empresa está situada en las afueras de la ciudad de Cienfuegos. Fue ideada por el entonces Ministro de Industrias, el comandante Ernesto Guevara de la Serna, en 1963, año en que la visitó.

En la figura 2.2 puede verse una vista exterior de oficinas, almacén de laminados y parte del edificio productivo.

Inaugurada el 9 de octubre de 1964, comenzó sus labores en el montaje de motores diesel, por lo que muchos la conocen como la “Fábrica de Motores diesel”.

Figura 2. 3. Cilindros y mangueras hidráulicas.



En la figura 2. 3. pueden verse los productos principales que produce y repara la fábrica a partir de 1975, cuando modifica sus instalaciones para la fabricación de cilindros hidráulicos de simple y doble efecto. En años posteriores se introduce la producción de mangueras hidráulicas, cambió de nombre a “Elementos Hidráulicos”.

Con la caída de las producciones del MINAZ, principal cliente, se produjo una reducción de sus producciones, originándose un nuevo cambio del objeto social y comenzó a dedicarse además de a la producción de cilindros y mangueras hidráulicas, a la prestación de servicios oleohidráulicos llave en mano y a las reparaciones mecánicas a esos equipos por todo el país. Las producciones son muy variadas y en cantidades pequeñas.

Los servicios han llegado a constituir en los últimos años hasta el 85 % del plan de producción. En la mayoría de los casos estas producciones no necesitan energía eléctrica, solo de combustible para su ejecución a lo largo y ancho del país; mientras que las producciones internas si están directamente ligadas al consumo de energía eléctrica.

Los clientes con que cuenta la empresa se encuentran situados en toda la isla y en todas las ramas de la economía.

Figura 2. 4. Localización de componentes hidráulicos en diferentes equipos.



En la figura 2. 4 puede verse que los productos de la empresa son situados en : Equipos de izaje, equipos para la construcción , carros cesto para la OBE , equipos para la perforación de pozos de petróleo, la agricultura cañera y no cañera, para materias primas, la forestal y grúas entre otros.

La entidad posee un consumidor de mas de 50 KWd (de demanda) en un área cerrada, la fábrica en si misma, y de dos consumidores menores de 50 KWd que son una casa -

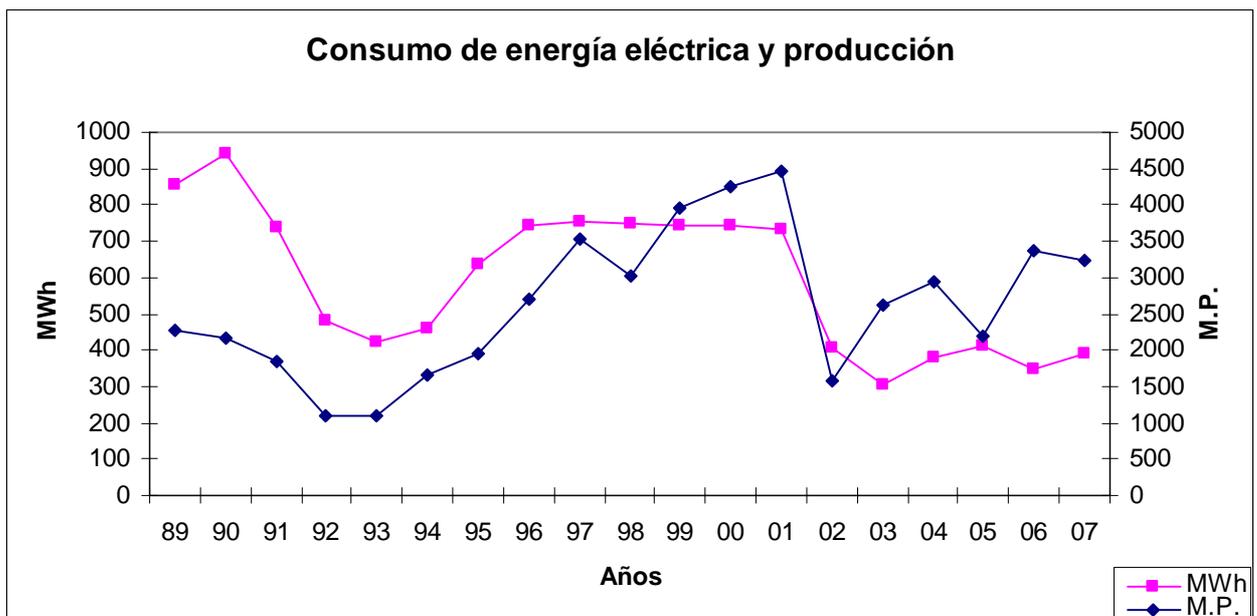
albergue en el reparto Pastorita y el consumidor Construcción de viviendas en las cercanías de la EIDE provincial.

La fábrica posee dos talleres de maquinado principales, uno para fabricar Cilindros hidráulicos y otro para fabricar Mangueras hidráulicas. Se cuenta con talleres auxiliares: el de corte de metales, el de herramental, el de pailería, el de Mantenimiento eléctrico y el de Mantenimiento mecánico, área de oficinas, cocina comedor y almacenes.

## 2.1 Evolución histórica de los consumos de energía de la empresa. Indicadores de consumo.

### 2.1.1. Evolución histórica de los consumos de energía de la empresa.

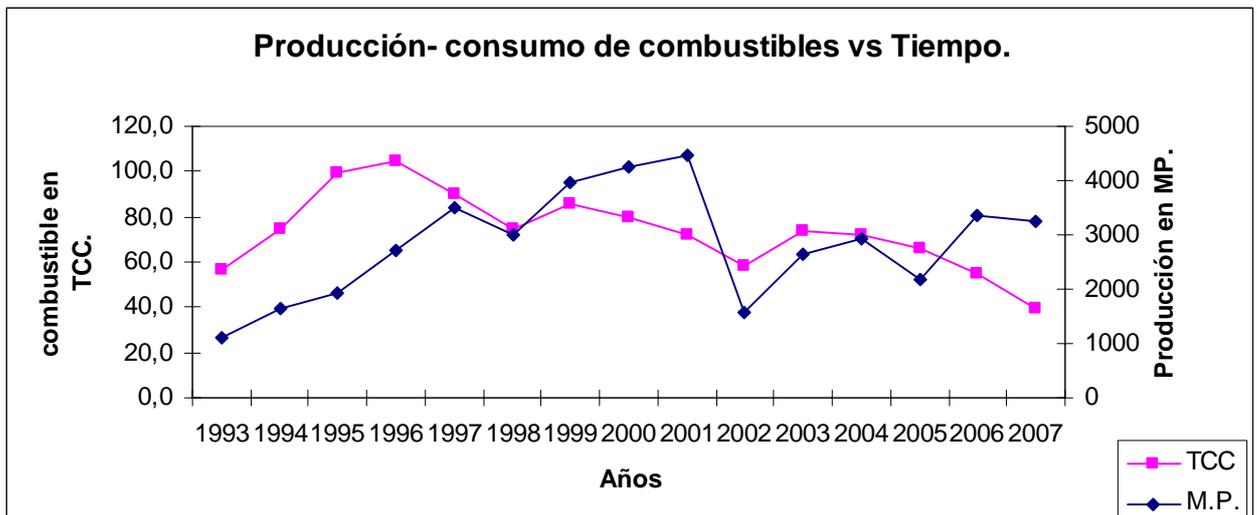
Gráfico 2. 1. Comportamiento del consumo de energía eléctrica y de la producción en el periodo de 1989 al 2007.



En el gráfico 2.1. se observa como durante la profundización del periodo especial, se produjo una caída de la producción de la empresa en los primeros años de la década del 90. Seguidamente se produjo una recuperación en el proceso productivo, hasta que en los años 2002 y 2003, con la caída de la producción azucarera, sector de gran peso en las facturaciones de la empresa, se redujo de nuevo el proceso productivo. El consumo

eléctrico, asociado al proceso productivo, sigue un comportamiento dependiente de este aproximadamente.

Gráfico 2. 2. Comportamiento consumo combustibles periodo de 1993 al 2007.



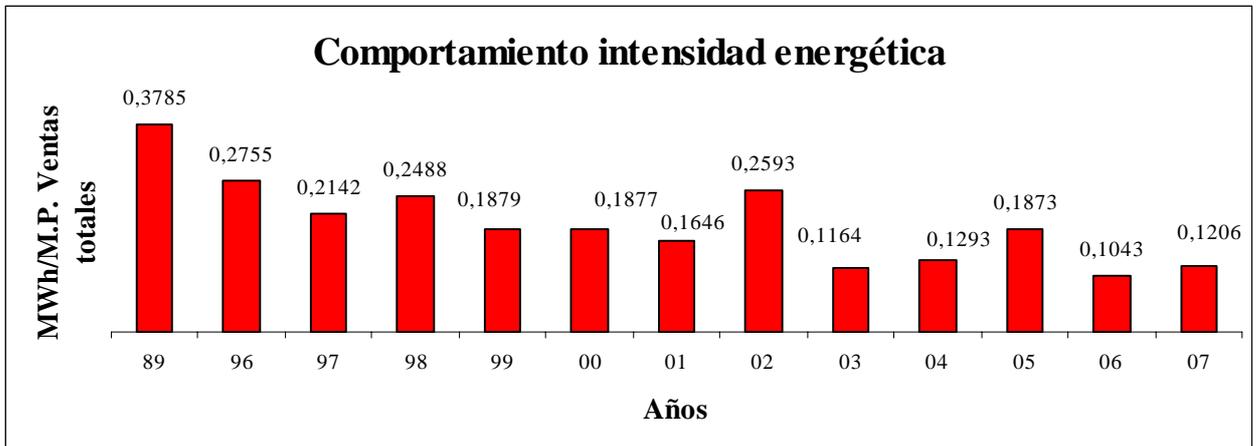
En el gráfico 2.2. del comportamiento del consumo de combustibles en total (Gasolina regular +gasolina especial + nafta + diesel) en TCC, puede verse que no hay correspondencia entre la producción obtenida y las cantidades de combustibles consumidos, sobre todo al final del gráfico. Esto está determinado por los ajustes necesarios en las asignaciones recibidas, producto de la reducción del combustible obtenido por el país, debido a su limitada disponibilidad financiera. En ello inciden además, las medidas tomadas interiormente en la empresa, que hicieron que se redujera el consumo de estos portadores energéticos. Notable es la reducción en el año 2007, lo cual está unido al cumplimiento por parte del país de compromisos internacionales y al alto y casi prohibitivo precio del petróleo para los países subdesarrollados.

### 2.1.2. Indicadores de consumo

Los indicadores logrados históricamente son principalmente globales, existiendo solo pocos índices de consumo físico, lo cual está determinado por la complejidad y variedad de las producciones actuales y la no existencia de medios de medición para poder determinar los consumos de portadores energéticos reales.

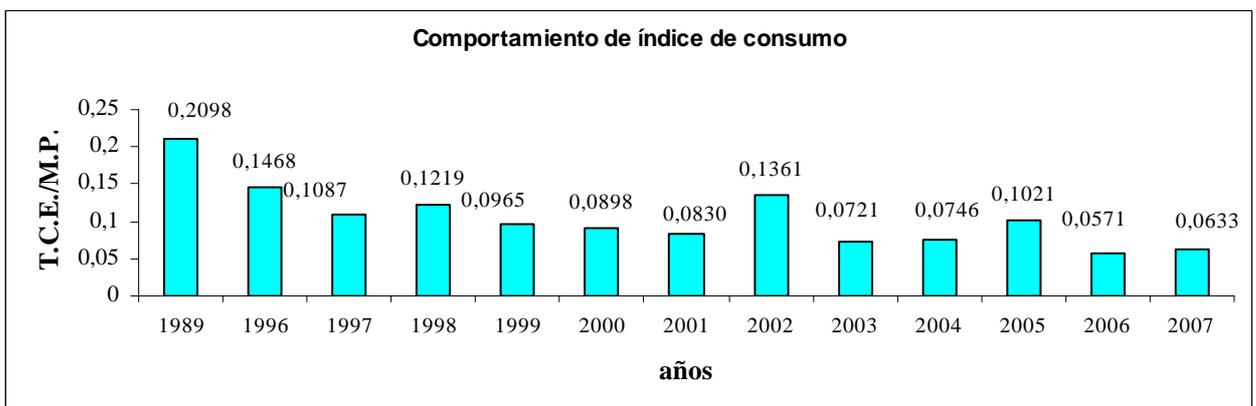
## Índices globales de eficiencia energética

Gráfico 2.3. Comportamiento de la intensidad energética en 1989 y en el periodo de 1996 al 2007.



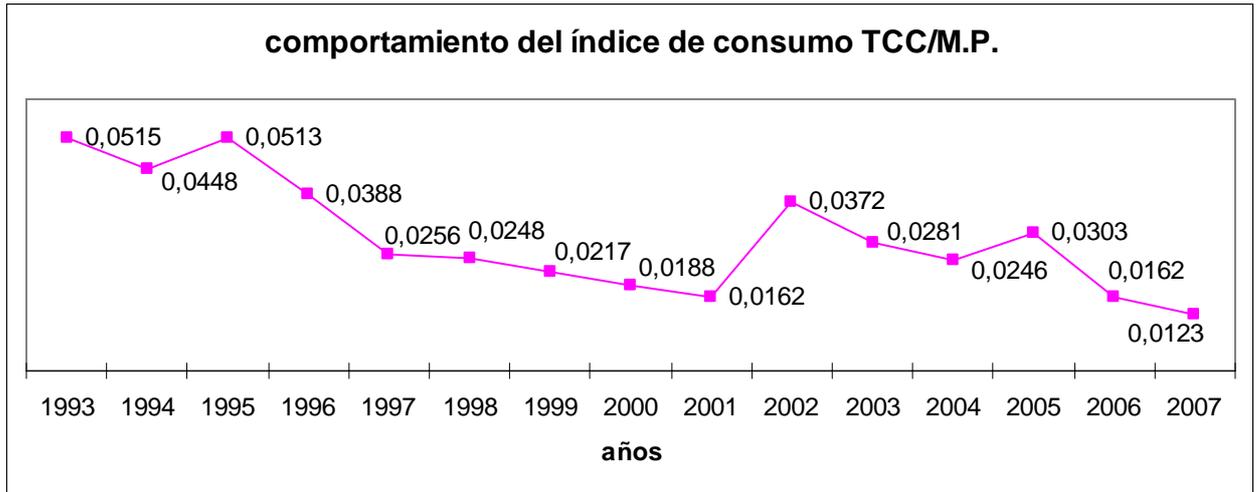
Como puede verse en el gráfico 2.3. el índice fue mejorando paulatinamente del 1996 al 2001 con respecto a 1989. Esto estuvo relacionado con la aplicación de medidas energéticas que permitieron un ahorro considerable y a la recuperación del proceso productivo, haciendo menor influencia en los resultados, los gastos no asociados a la producción. Este indicador está ligado a los precios de los productos, que son muy variados y no se corresponden con el consumo de energía eléctrica.

Gráfico 2.4. Comportamiento del índice de consumo de portadores energéticos/ M.P. en el año 1989 y en el periodo de 1996 a 2007.



El comportamiento del índice TCE/M.P. que se muestra en el gráfico 2.4. es similar al del índice de MWh/MP. Ello está dado por la incidencia que tiene la electricidad en el total de los portadores energéticos, que oscila en el 70 %.

Gráfico 2.5. Índice de Ltrs combustible/M.P. ventas totales en el periodo de 1993 al 2007.



Del gráfico 2. 5, el comportamiento del índice de consumo de combustibles contra producción puede decirse que, el aumento de la última y las medidas de ahorro adoptadas, hacen que el índice disminuya del 1993 al 2001. Al caer de nuevo los valores de producción en el año 2002, se produce un nuevo incremento del índice., pero después con la recuperación de la producción en el 2003, el índice tiene tendencia a la disminución.

### **Índices de consumo físico históricos.**

Los indicadores de consumo físico, se calculan para los mayores consumidores de energía eléctrica de la fábrica: área de cromado, Línea de Jatormats, Línea de Multihusillos y compresor, a pesar de no poseer medios de medición. En otras épocas, fue también el grupo de prensas hidráulicas un gran consumidor, al que se le estimaba el índice de consumo físico.

Para el caso de Prensas hidráulicas (actualmente paralizadas) se logró mediante el conteo de horas trabajadas y de las juntas de ollas producidas, tener un índice de consumo como herramienta para evaluar el uso de estos equipos. Se logró hacer un electrobalance y determinar las medidas de ahorro que permitieron disminuir los índices de consumo físico.

Este método, aunque significa algo, está lejos de reflejar la realidad en cada proceso, pues siempre depende del aspecto subjetivo que impone el hombre. En varias ocasiones se tienen que desechar partidas en el cálculo por falta de datos o errores en estos, no pudiéndose determinar con exactitud cuanto se consumió y comparar los resultados con lo que debió consumirse.

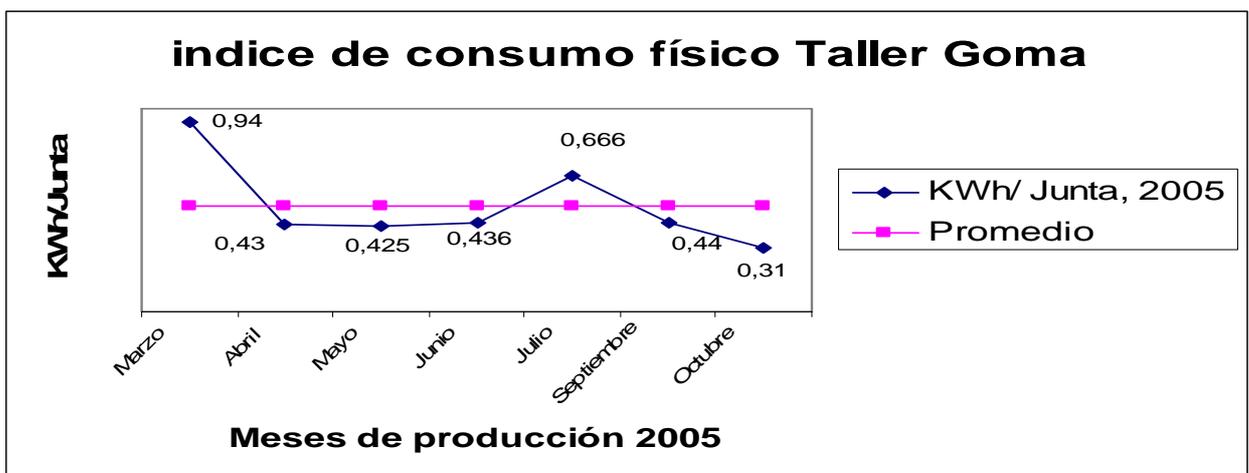
### Índices de consumo físicos para el portador energético electricidad.

Los índices logrados se referían a partidas concretas de producciones aisladas, sin tener en cuenta la relación entre estas, por lo que no se podía establecer un índice de consumo físico por unidades productivas y para toda la empresa ( método de producción equivalente).

### Taller de Goma

Desde su creación, este taller se destinó a la fundición de sellos para cilindros hidráulicos fundamentalmente. Debido a que la calidad de la materia prima no era la idónea, el producto obtenido no cumplía los requisitos, por lo que se dejó de trabajar en el área y comenzaron a importarse los sellos de mayor calidad. Cuenta con 4 prensas PH-250 con potencia nominal de 14 KW, lo que influía considerablemente en la máxima demanda y en el consumo de energía de la empresa.

Gráfico 2.6. Comportamiento del índice de consumo de taller de Goma en el periodo último en que trabajó.



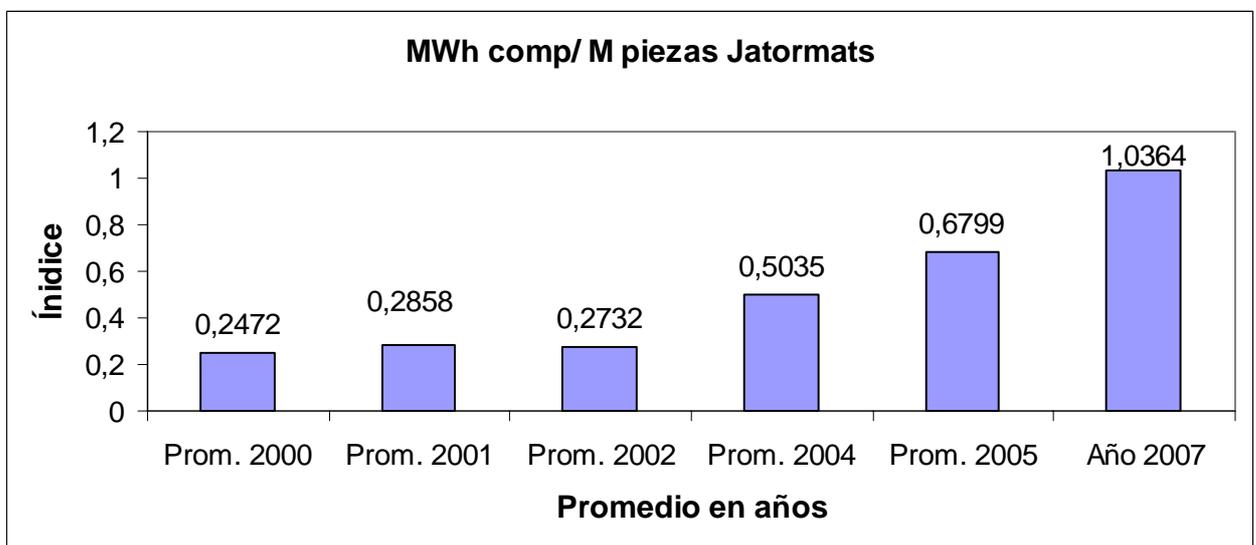
En el gráfico 2.6. se observa una disminución del índice de consumo a partir de abril del 2005, año en que trabajó esa área, lo cual se obtuvo por la implementación del trabajo en campaña (aprovechamiento de los calentamientos) , entre otras medidas que hicieron que se alcanzara este objetivo.

De igual manera se logró tener índices de consumo de la línea Jatormats con respecto a la energía consumida por el compresor que mayoritariamente alimenta con aire estas máquinas. Ello se puede estimar por las horas de trabajo y de compresión que muestra el controlador del equipo y los consumos conocidos aproximados en estos regimenes.

### **Compresor +Grupo Jatormats.**

La existencia de un controlador electrónico en el propio equipo, permite conocer las horas de trabajo totales y con carga. Esto unido al consumo aproximado de energía , permite establecer el índice de consumo con bastante exactitud.

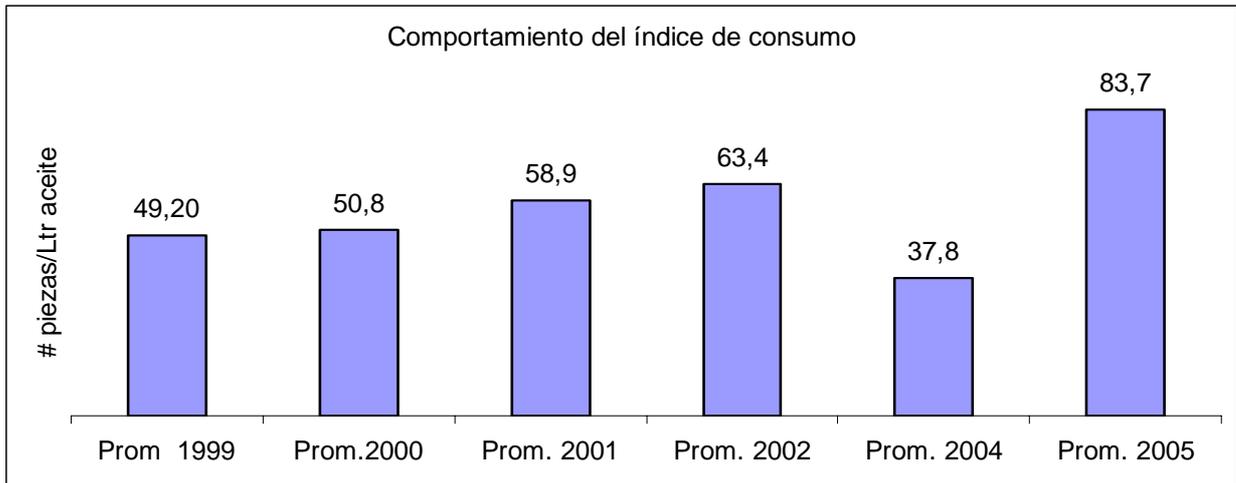
Gráfico 2.7. Comportamiento del índice de consumo de MWh/ M. piezas en línea de producción Jatormats.



En el gráfico 2.7. puede verse el deterioro del índice de consumo, lo cual está dado por la disminución del # de máquinas Jatormats trabajando al unísono; mientras que el compresor, posee un gasto fijo y tiene que trabajar todo el tiempo.

### Índice de consumo físico para el portador energético Aceite de corte.

Gráfico 2.8. Comportamiento del índice de consumo - de Piezas/Ltr de Aceites de corte, para el periodo de 1999 al 2005.



Puede verificarse una mejora en el índice de consumo en el gráfico 2.8. Esto se produjo por las medidas tomadas para reducir los derrames de aceites de corte, las fugas y para evitar que se botara con la limalla este portador (centrifugado de la limalla), permitieron que los consumos disminuyeran considerablemente.

Las bajas producciones en ocasiones son la causa de que se deterioren los índices. En ello intervino el hecho de que no se reinstaló a tiempo la centrífuga, por lo que la limalla se iba sin procesar.

Este índice es a la inversa de los antes vistos en este trabajo (en el numerador aparecen las unidades físicas), por las características del proceso productivo de racorrería para mangueras hidráulicas, donde se obtiene una gran cantidad de piezas por cada litro de aceite consumido.

## 2.2 La gestión energética empresarial, principales logros y deficiencias en las empresas metal mecánicas de Cuba y en la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos.

### 2.2.1. Empresas metal mecánicas de Cuba

No existen referencias disponibles sobre el tema. La información que a continuación se expone, es el resultado de opiniones recogidas de especialistas energéticos en varias

---

empresas metalmecánicas de todo el país, pertenecientes al ministerio de la industria sidero mecánica (SIME).

Aunque algunas de las opiniones fueron obtenidas durante 18 años de experiencia del autor, en encuentros nacionales con energéticos, la mayoría se obtuvieron en la Reunión Nacional de Mantenimiento y Energía del SIME, efectuada a finales del 2007 y el curso de eficiencia energética, efectuado en la escuela de Gestión Empresarial de Superación Técnico Administrativa (GESTA) del propio Ministerio, a finales de enero y principios de febrero del año 2008.

En esos encuentros participaron y vertieron opiniones los especialistas energéticos de Empresas de varias provincias como Discos y Cuchillas, EMBAL, KTP y otras de Santiago de Cuba, Guantánamo, Ciudad de la Habana y Cienfuegos.

1. Estas Empresas se caracterizan por procesar una gran diversidad de productos y en casi todas, el maquinado juega un rol importante en el uso de la energía eléctrica, constituyendo este el primer portador energético en importancia relativa.
2. Es norma casi general, que los gastos en portadores energéticos sean de poca importancia con respecto a los gastos totales y constituyen del 2 al 3 % de los mismos.
3. En ocasiones no existe el personal calificado para enfrentar la tarea energética, presentándose además mucha inestabilidad laboral y contándose con pocos especialistas con experiencia en el sector.
4. El personal administrativo no siempre conoce los métodos de la TGTEE, por lo que hace interpretaciones incorrectas de los mismos y trata de darle aplicaciones no compatibles con estos.
5. No existe en muchos casos la capacitación adecuada de los trabajadores de los mayores consumidores y en general, por lo que la violación de los procesos tecnológicos que garantizan la eficiencia energética es frecuente.
6. No existen en muchos casos los medios de medición para determinar los consumos de flujos energéticos, así como el comportamiento de sus variables de control.

7. Constituye una tarea muy engorrosa la de determinar las unidades físicas equivalentes producidas y en proceso, dada la variabilidad y versatilidad de las producciones.
8. No se cuantifica, en las fichas de costo, toda la energía que se consume para producir una unidad de producto.
9. Es común que no se conozca cuanto cuesta producir esos mismos productos en el ámbito internacional en términos energéticos, ni se tengan en cuenta los datos del fabricante del equipamiento, en cuanto a tiempo de operación y variables de control.
10. Muchas veces se cuenta con documentación tecnológica no actualizada a las condiciones reales de producción.
11. El no poseer una fuente estable y masiva de materias primas, conduce a la no planificación objetiva del proceso productivo, lo que a su vez ocasiona una planificación errónea del uso de la energía. Se trabaja con pequeñas partidas de piezas en muchas ocasiones, impidiendo el trabajo en campaña. Debido a estos bajos niveles de producción, se obtiene una incidencia mayor de los gastos no asociados a la misma, en los gastos energéticos totales.
12. Se posee una tecnología atrasada en cuanto a eficiencia y en muchos casos ya cumplió su vida útil, constituyendo un reto el mantener el equipamiento funcionando y que además, lo haga lo mas eficiente posible.
13. No son aprovechados (no se canalizan) a máxima capacidad, los conocimientos y experiencias de los trabajadores, mediante el mecanismo del Forum de Ciencia y Técnica y la ANIR, en aras de una mayor eficiencia energética.
14. No se vinculan, en la mayoría de los casos, los resultados de la eficiencia energética a la estimulación material y moral.
15. No siempre se tiene en cuenta la importancia del mantenimiento para el trabajo eficiente de los equipos consumidores de energía eléctrica y combustibles, lo que unido a las limitaciones financieras, hacen que no se adquieran los insumos necesarios para este fin.

---

16. Por regla general los administrativos controlan y administran la materia prima, los recursos humanos, el proceso productivo y los portadores energéticos combustibles, no lo hacen con la energía eléctrica, la cual está siempre disponible para ser usada sin tener que ser gestionada.

17. Por lo general no se le da la importancia que tiene, a las funciones del energético, que debe enfrentarse al uso irracional de los portadores energéticos, entre otras muchas dificultades. Aún así se delega toda la responsabilidad de la tarea en este técnico, no teniendo en cuenta, el rol que le corresponde a cada cual en el cumplimiento de la misma.

18. Se toman medidas para el ahorro energético, sin tener en cuenta la importancia relativa de los consumidores de energía, en el esquema general de consumos de las entidades, lo que lleva a que las principales inversiones y medidas no estén destinados a las mayores prioridades.

19. En la toma de decisiones sobre las inversiones a ejecutar, el ahorro de energía no es el criterio de mayor peso, es casi siempre el estado técnico del objeto de inversión en cuestión.

20. Existe la tendencia a producir a todo costo y a toda costa, por el hecho real de que al personal administrativo, se le exige por cumplir el plan de producción y no por la eficiencia con que deben cumplir el mismo, es decir, se exige por la eficacia y no por la eficiencia.

21. Tendencia a la instalación de aires acondicionados sin tener en cuenta la arquitectura, ni dimensiones de los locales.

22. Tendencia a la adquisición de medios de computación, sin tener un balance de carga y capacidad ajustado a las necesidades reales, para el uso de los mismos.

23. Se toman medidas aisladas para el ahorro de energía, sin tener en cuenta que es necesario llevar a cabo un proceso de mejoras continuas.

### **Propuestas de soluciones.**

(Se hace referencia al aspecto que trata la dificultad en cuestión).

a) Aspectos # 3 y # 17. Debe continuarse trabajando en la capacitación del personal, considerando que para que un técnico de este tipo, pueda ser eficiente y eficaz en su trabajo, tiene que tener además de los conocimientos teóricos, el conocimiento práctico de

---

cómo funciona su entidad energéticamente y ello requiere de estudios y experiencia, que demoran varios años en ser adquiridos. Aún así, estos técnicos, no reciben los beneficios salariales por antigüedad en el sector, que reciben otros trabajadores, quienes en muchas ocasiones tienen menor contenido de trabajo, lo cual estimula al flujo de especialistas energéticos a otras plazas dentro y fuera del ministerio. Es necesario tener en cuenta que las causas de la fluctuación laboral, están además, en la gran complejidad de la tarea, los problemas de organización en los centros de trabajo, la relativa poca importancia que se le da al tema y como consecuencia el poco apoyo y reconocimiento a tan ardua labor.

Las administraciones deben tener en cuenta que las funciones del energético son solo técnicas y no administrativas.

Por el hecho de que los energéticos no son especialistas en las producciones de las entidades, estos pasan a un segundo plano.

b) Aspecto # 4 y # 5. Es necesario insistir en la capacitación del personal administrativo y buscar mecanismos que exijan el conocimiento por parte de estos, de los aspectos básicos de la TGTEE. Lo mismo debe ser implementado con los operarios de los puestos claves, lo cual está previsto en la evaluación del desempeño.

c) Aspecto # 6. La adquisición de medios de medición permitiría determinar el estado actual y las posibilidades de ahorro que se tienen en realidad, así como dar seguimiento al comportamiento de los consumos de portadores energéticos y de las variables de control. Este es un tema generalizado en casi todas las entidades y la depreciación por su inversión sería a muy corto plazo.

d) Aspecto # 7. Se recomienda hacer la recolección de datos por partes, dándole prioridad a las de mayor incidencia en los consumos energéticos, pudiéndose asumir las producciones no seriadas, según se presentan.

e) Aspecto # 8. Deben cuantificarse en las fichas de costo todos los consumos energéticos, a fin de poder determinar al final del proceso, los gastos asociados y no, a la producción.

f) Aspecto # 9. La capacitación y búsqueda de la responsabilidad técnica de cada cual permite dar solución a estos problemas.

- g) Aspecto # 10. Es imprescindible actualizar la documentación tecnológica a las nuevas condiciones y equipos, para poder determinar cuanto se debe consumir realmente en el proceso productivo.
- h) Aspectos # 11. A pesar de la existencia de estas condiciones objetivas, puede hacerse mucho en la organización del proceso productivo, que por sus características en muchos casos, posee reservas considerables en este sentido.
- i) Aspecto # 12. A pesar del estado de los equipos tecnológicos, el cuidado y preservación debida de estos, tienen reservas aún no explotadas.
- j) Aspecto # 13 y # 14. Deben accionarse mecanismos existentes en el funcionamiento de esas organizaciones, que no se conocen o no se tienen en cuenta, posibilitando la divulgación y estimulación moral y material a los autores.
- k) Aspecto # 15. Aunque muchas veces constituye una tarea difícil, es necesaria la valoración del efecto negativo de un mal mantenimiento a los equipos y la toma de decisiones bajo la comprensión de que no solo se trata de la vida útil del equipo, sino que por esta causa se pierde gran cantidad de energía y dinero.
- l) Aspecto # 16. Los administrativos deben estar consientes y así debe documentarse por parte del energético en cifras, que ellos poseen la posibilidad y que deben administrar los recursos energéticos, al igual que cualquier otro recurso, que el estado pone en sus manos para producir bienes y servicios.
- m) Aspecto # 18. La estratificación del consumo de portadores energéticos, así como las áreas y equipos mayores consumidores, deben ser de conocimiento en cifras de los decididores. En ello juega un papel fundamental el trabajo del especialista energético, quien debe calcular e informar sobre estos datos.
- n) Aspecto # 19 y # 20. Aunque el costo de los portadores energéticos es bajo con respecto a los gastos totales de las entidades, la eficiencia energética con que trabajan los equipos debe tener un rol más relevante, obligando a la administración a tomar decisiones sobre la base de estos, evitando las pocas producciones con consumos no asociados altos.

---

o) Aspecto # 21. Debe hacerse un análisis de los locales a climatizar y de ser posible acudir a la disminución de las dimensiones de estos. Al prever canales de circulación del aire refrigerado, se garantiza un mejor funcionamiento de ese equipamiento.

p) Aspecto # 22. Debe hacerse un análisis de las necesidades reales, para evitar el uso innecesario de de estos equipos.

q) Aspecto # 23. Debe tratarse el tema como un Sistema de Gestión energética integral, con la organización que se propone en la TGTEE.

### **2.2.2. Empresa Oleohidraulica Cienfuegos.**

En los Consejos de Dirección el Especialista Energético presenta un informe que aporta una serie de datos además de los antes mencionados. Se discuten y toman decisiones de variado carácter.

De igual manera, se da seguimiento al cumplimiento de las medidas de ahorro de energía, señalando las deficiencias y las oportunidades de ahorro que la metodología aplicada hasta ahora le ha permitido determinar.

#### **Logros en la gestión energética.**

Por orientaciones del ministerio SIME y de la comisión de energía provincial, desde comienzos del periodo especial se han tomado una serie de medidas técnico-organizativas que han permitido un ahorro considerable de portadores energéticos, algunas de las cuales son las siguientes:

1. Utilización de compresor regulable y eficiente, completamente automatizado, con enfriamiento por aire. Se desactivaron dos muy ineficientes y además altos consumidores de aceite, con enfriamiento por agua, que trabajaban en paralelo todo el tiempo. Estos equipos expulsaban el aire excedente al medio ambiente, derrochando gran cantidad de energía al año (unos 100 MWh).
2. Eliminación de salideros de aire, seccionalización de redes neumáticas innecesariamente presurizadas.
3. Utilización de compresores pequeños en áreas como pintura y montaje de mangueras.

4. Utilización de la centrífuga para reciclar el aceite que antes se perdía con la limalla, ocasionando un daño considerable al medio ambiente.
5. Utilización del alumbrado interior nocturno necesario solamente.
6. Entrega de combustibles para el lavado de piezas por norma de consumo.
7. Detección de las medidas necesarias para el ahorro de portadores energéticos por cada área donde se consumen. Capacitación del personal.
8. Introducción de casquillos de bronce para mejorar la transferencia de calor entre las resistencias y la platina de las prensas hidráulicas PH 250.
9. Entrega de los combustibles según índices de consumo reales de los equipos automotores.
10. Desconexión de transformadores subcargados y agrupación de cargas de estos.
11. Mejora del factor de potencia por encima de 0.98, lo que ha significado bonificación para la entidad durante muchos años.
12. Recontratación de la máxima demanda de acuerdo a la situación de la producción concreta en cada momento.
13. Disminución del consumo de combustibles.

**Deficiencias en la gestión energética:**

1. Las medidas de ahorro de portadores energéticos no reciben la debida respuesta, lo cual está motivado por limitaciones con el financiamiento. En ocasiones no existe en el país lo necesario para implementarlas.
2. No se llevan los registros primarios con la rigurosidad necesaria y no se les hacen los análisis técnicos correspondientes.
3. No se estimula el ahorro de portadores energéticos.
4. Se poseen pocos índices físicos, por dificultades con la medición y por la complejidad y variedad de la producción.

5. No poseemos la instrumentación necesaria para efectuar las mediciones correspondientes de consumos y variables de control de procesos. Una excepción lo constituye el puesto clave de cromado donde se puede determinar el consumo general.
6. No se tiene una división clara de los consumos en las producciones de la fábrica, por no estar estas separadas por talleres completamente. Lo mismo ocurre con la alimentación eléctrica en la Pizarra General de Distribución (PGD).

## 2.3 Caracterización energética actual, indicadores de consumo. Análisis crítico.

### 2.3.1. Caracterización energética actual

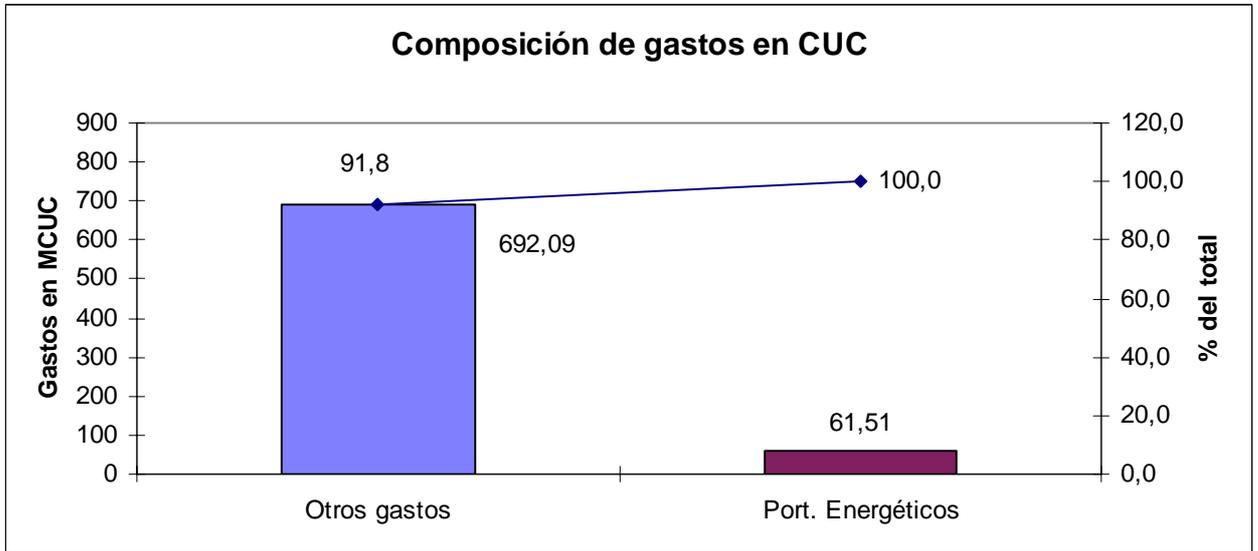
#### Impacto de los energéticos en el presupuesto de la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.

Tabla 2. 1. Relación de gastos, Oleohidraulica Cienfuegos en los años 2005, 2006 y 2007.

<b>Gasto (Miles de Pesos)</b>	<b>2005</b>	<b>%</b>	<b>2006</b>	<b>%</b>	<b>2007</b>	<b>%</b>
Materias Primas y Materiales	505.4	22.9	778.6	25.6	1063.36	33
Portadores Energéticos.	66	3.0	65.5	2.2	69.3	2
Salarios	920.1	41.7	1175.5	38.6	1072.8	33
Seguridad Social	10.7	0.5	12.8	0.4	9.9	0.3
Contribuciones Seg. Social	9.9	0.4	10.9	0.4	132.3	4
Impuestos 25 %	235.2	10.7	301.5	9.9	264.8	8
Depreciación % Amortización	144.4	6.5	282.6	9.3	282.5	9
Otros Gastos monetarios	314.4	14.3	415	13.6	330.4	10
<b>Total Gastos(MP)</b>	<b>2206.1</b>		<b>3042.4</b>		<b>3225.3</b>	

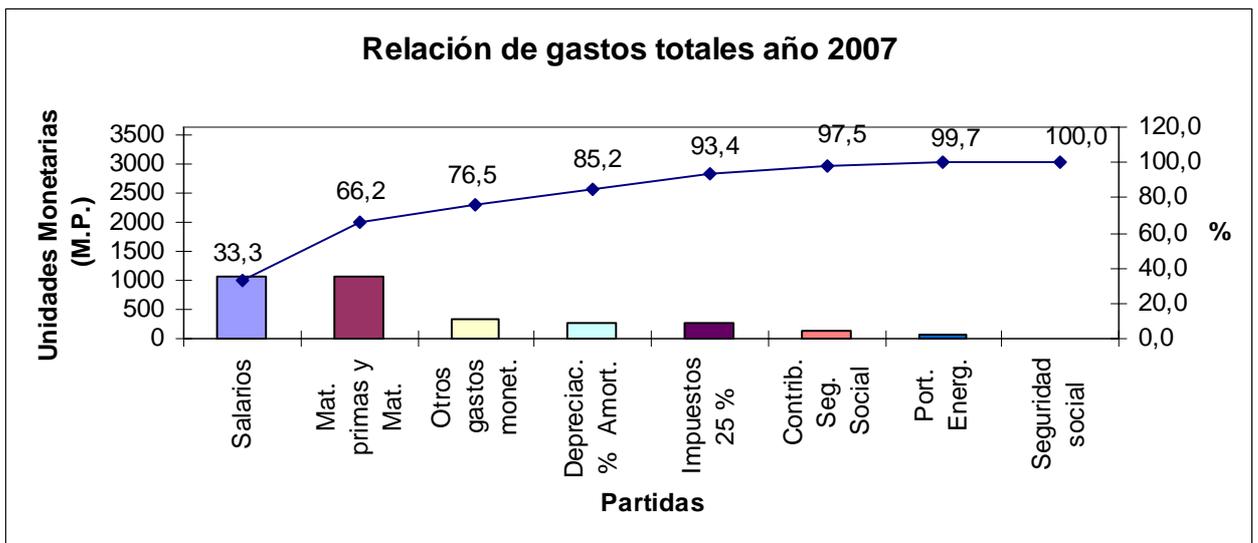
De la tabla 2.1. en el esquema de gastos totales de la empresa, los portadores energéticos han constituido entre el 2 y el 3 % en moneda Total, aun así son una cifra considerable.

Gráfico 2.9. Composición de gastos en portadores energéticos en divisas (CUC) en la empresa en el año 2007.



En el gráfico 2. 9. se observa un esquema algo diferente entre los gastos en divisas, que constituyen el 8 % del total, con una cifra considerable en CUC (61506.24 ) y los otros gastos.

Gráfico 2.10 Estructura de gastos totales año 2007.

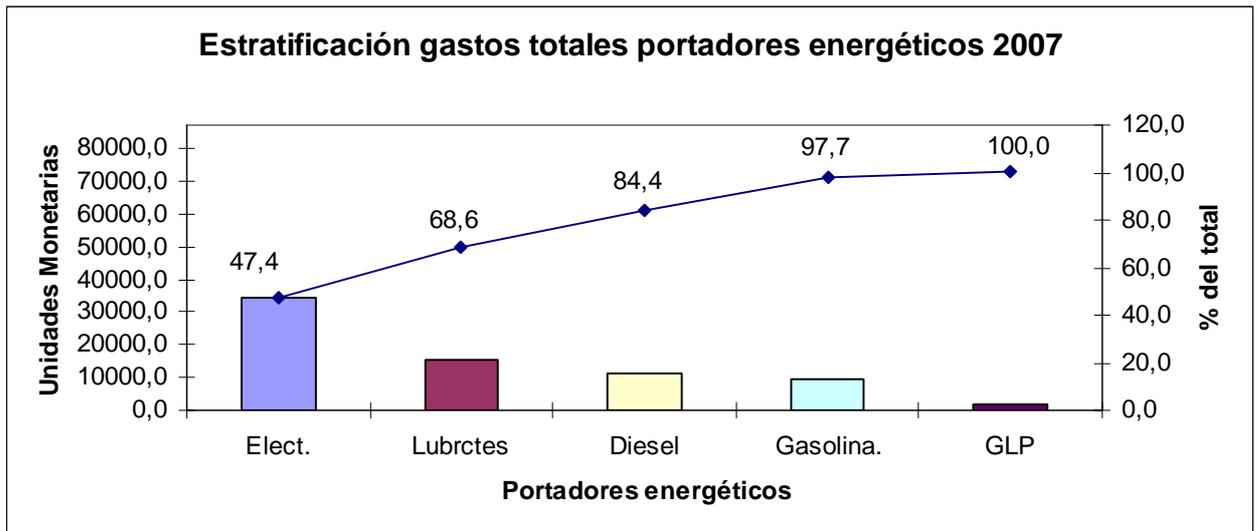


En el gráfico 2.10 puede verse que los portadores energéticos ocupan el 7<sup>mo</sup> lugar en importancia monetaria de todos los gastos en que incurre la empresa, por detrás de

renglones tan importantes como salario y materias primas y materiales. En los años anteriores el comportamiento es el mismo.

### **Estratificación de los gastos en unidades monetarias en portadores energéticos.**

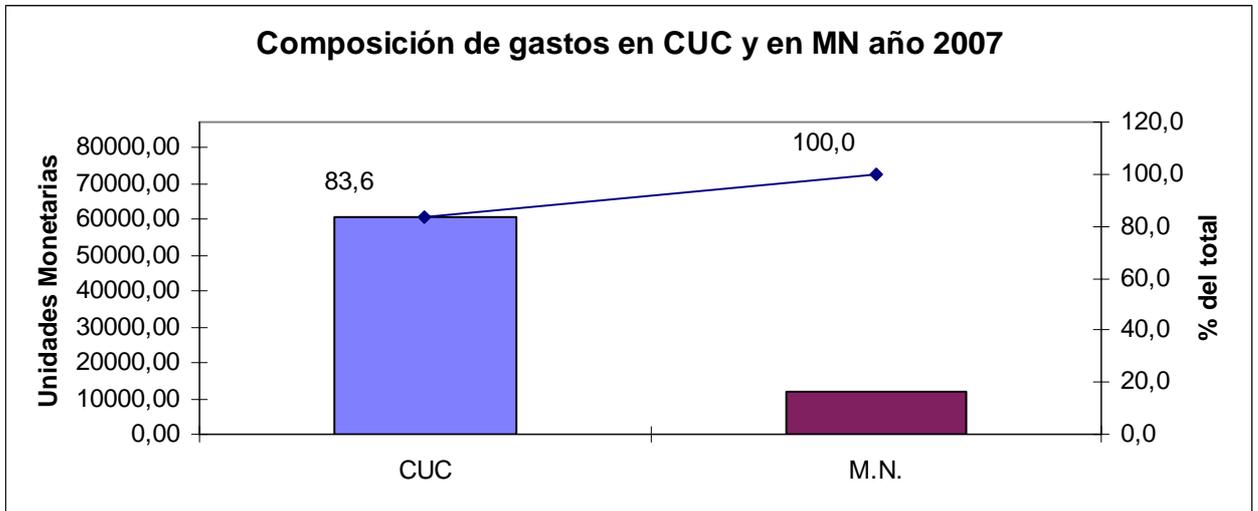
Gráfico 2.11. Estructura de Gastos totales en portadores energéticos.



Al analizar el gráfico 2.11. vemos que, aunque con solo el 47.4 % (comparado con el 70 % en T.C.E.), la energía eléctrica, sigue siendo el portador energético de mayor peso en la factura energética de la Empresa.

En los últimos años los combustibles, ocupan el segundo y tercer lugar en el esquema de costos, sin embargo, producto de que los precios de los aceites y lubricantes son elevados (cerca de 1 CUC./ ltr) y a que los consumos son elevados en años en que la Fábrica de Mangueras esta trabajando a plena carga, el costo en este portador energético ocupa el segundo lugar en los costos totales de portadores energéticos, relegando a los combustibles a las siguientes posiciones.

Gráfico 2.12. Composición de gastos en el año 2007 en portadores energéticos. En CUC y en moneda nacional (M. N.).



En el gráfico 2.12, se aprecia que el pago de los portadores energéticos se realiza en divisas mayormente, aunque su precio casi siempre tiene un componente en moneda nacional. Los consumos en Las Tareas de la Batalla de Ideas, se pagan en M.N.

#### **Estructura de consumo portadores energéticos empresa.**

Gráfico 2.13 Estratificación del consumo de portadores energéticos en T.C.E. del año 2005.

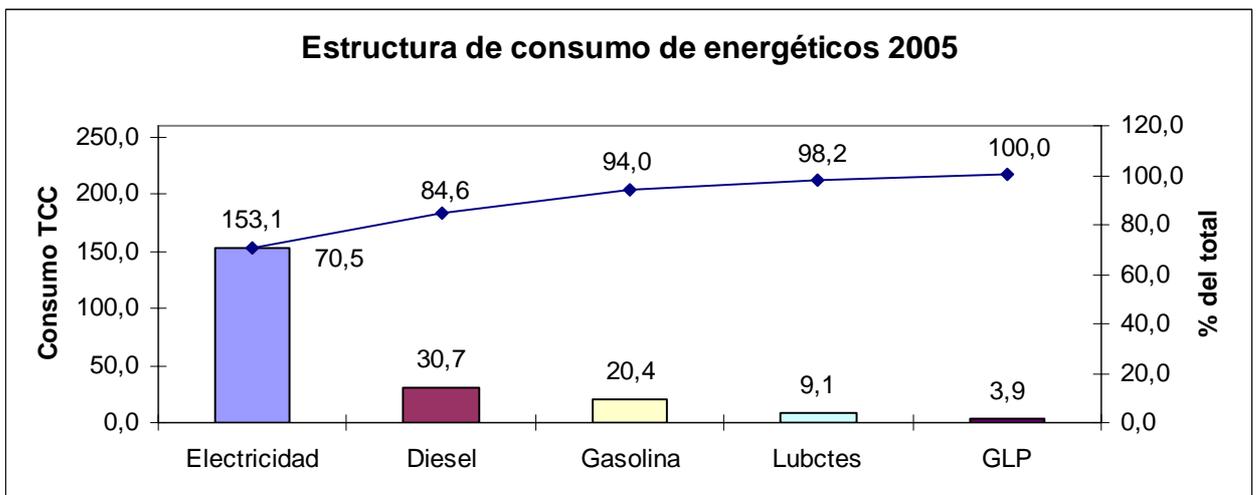


Gráfico 2.14 Estructura de consumo de portadores energéticos en T.C.E. del año 2006.

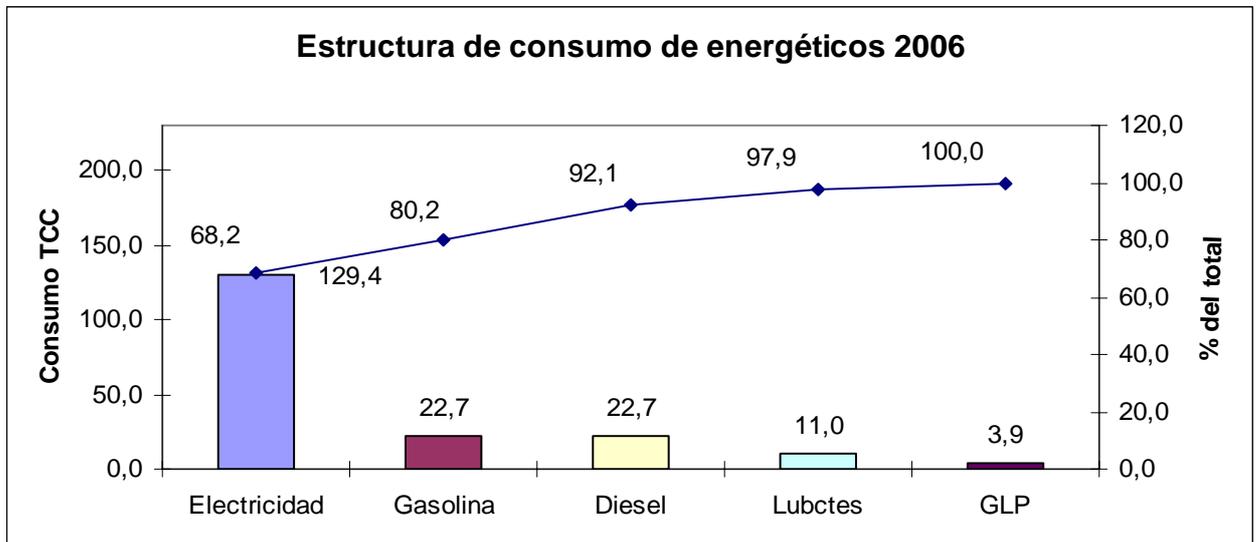
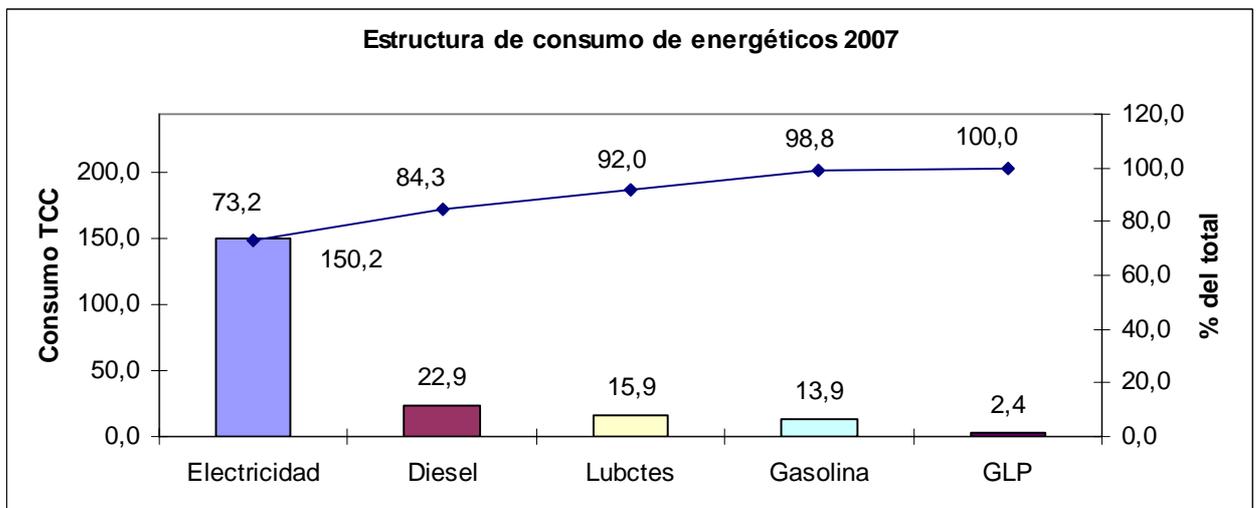


Gráfico 2.15 Estructura de consumo portadores energéticos en T.C.E. del año 2007.



Como puede verse en los gráficos 2.13., 2.14, y 2.15, la electricidad constituye el primer portador energético en importancia, con alrededor del 70 % del total. Este indicador se ha mantenido en esos valores históricamente y es característico de las empresas metalmecánicas del Grupo industrial GIMAC, del ministerio del SIME. Conjuntamente con aceites y lubricantes, es uno de los dos portadores energéticos que están relacionados directamente con el proceso productivo.

---

La segunda posición la ocupa el diesel y ambos sumados significan mas del 80 % del total de los portadores energéticos que se consumen en la empresa. En el año 2006, la segunda posición es igualada por la gasolina, lo cual esta' dado por la disponibilidad existente de combustibles en el país, en función de la cual se asigna a la empresa la cantidad correspondiente.

En estos años, la fábrica de mangueras, (mayor consumidor de aceites con alrededor del 60 %), tuvo bajas producciones, por ello los aceites y lubricantes ocupan el cuarto lugar.

### **Selección de las áreas y equipos mayores consumidores de energía eléctrica.**

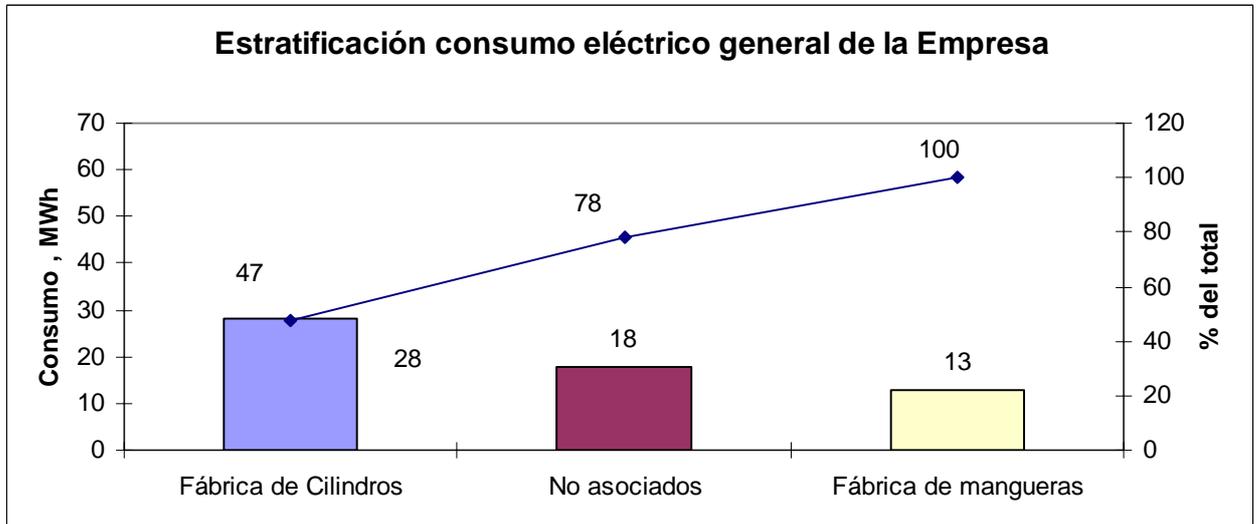
### **Selección de áreas mayores consumidoras de energía eléctrica por capacidad instalada.**

Debido a la variabilidad de las producciones y reparaciones a terceros, en cuanto a tipo y cantidad, los equipos y áreas mayores consumidoras no coinciden en tiempo real de trabajo, se suceden en los meses del año, terminando una producción, para comenzar otra en otros equipos, en muchos casos.

La intensidad con que trabaja el equipamiento instalado en la empresa en un mes, difiere además de la de otros meses, todo en función de la producción o reparación concreta que se realice. La producción de cilindros hidráulicos requiere de mayor consumo de energía que la producción de mangueras hidráulicas.

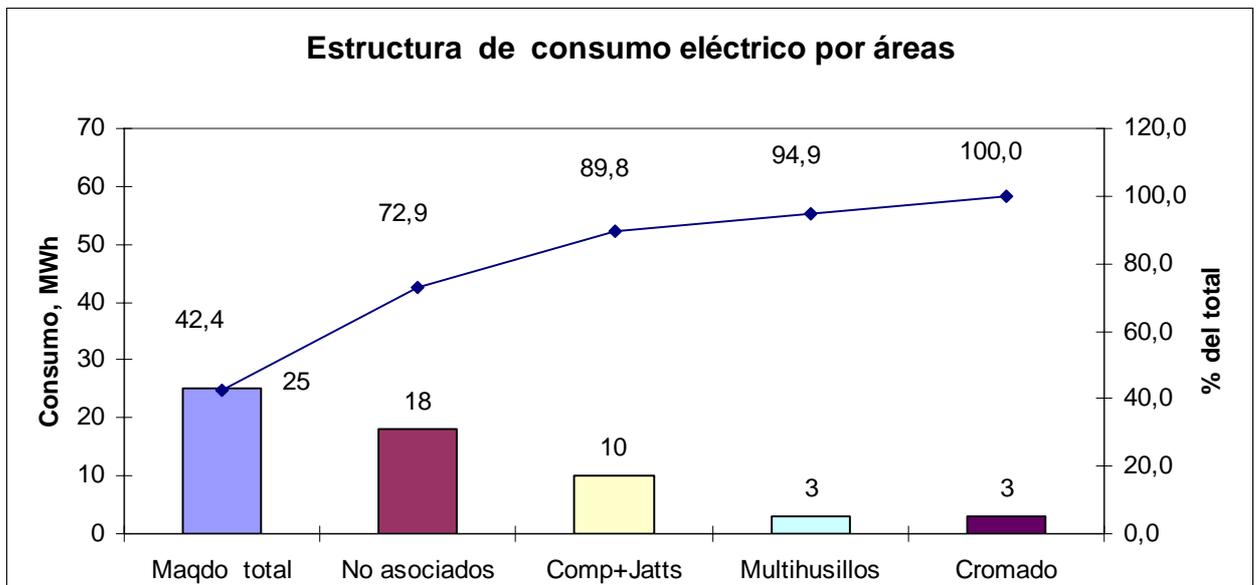
Para hacer un análisis que permita tener en cuenta los consumos de áreas y equipos y la incidencia de estos en el total del consumo del año, proponemos considerar un mes hipotético, en el que coincidan todos los equipos trabajando. Esto puede suceder en caso de recuperación de los niveles de producción que con anterioridad se procesaban, cuando la empresa funcionaba con 3 turnos de trabajo, el número de trabajadores duplicaba el actual y la disponibilidad era muy superior.

Gráfico 2.16. Estratificación del consumo de energía eléctrica total a nivel de empresa.



En el gráfico 2.16, la fábrica de Cilindros hidráulicos es el primer consumidor para un mes a plena carga de la empresa con un 47%; mientras que los consumos no asociados son el 30 %, quedando en un tercer lugar la fábrica de Mangueras.

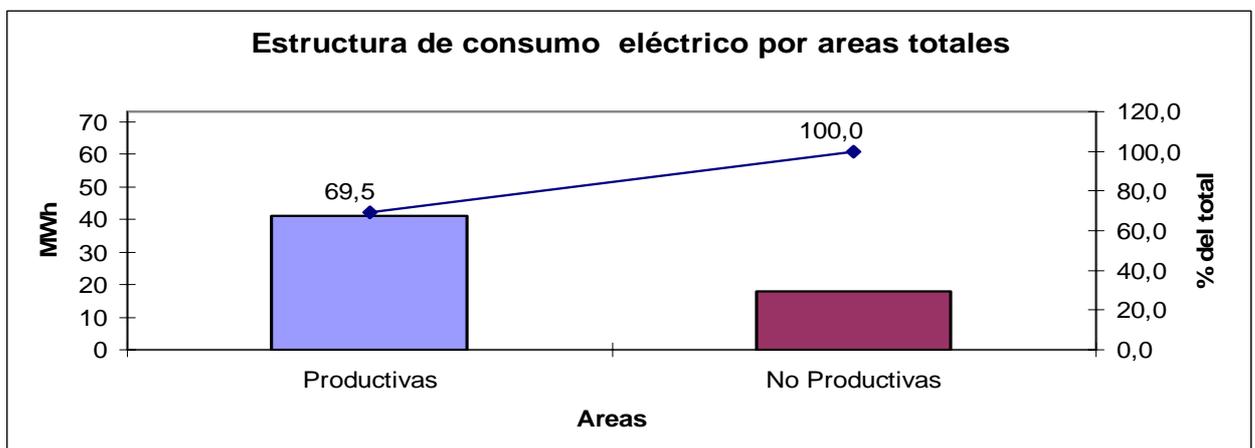
Gráfico 2.17. Estratificación consumo de energía eléctrica total de la empresa por áreas.



El maquinado total de cilindros hidráulicos ocupa el primer lugar con el 42 % (ver gráfico 2.17.) Los gastos no asociados el segundo con un 30 %, antecediendo a compresor y Jatormats. Lo anterior sumado, llega a más del 80 % del consumo total. En ese gráfico, las áreas de maquinado total y de cromado, pertenecen a la Fábrica de Cilindros hidráulicos; mientras los consumidores de grupo Jatormats + Compresor y Multihusillos, a la Fábrica de Mangueras hidráulicas. Los consumos no asociados, se estratifican mas adelante.

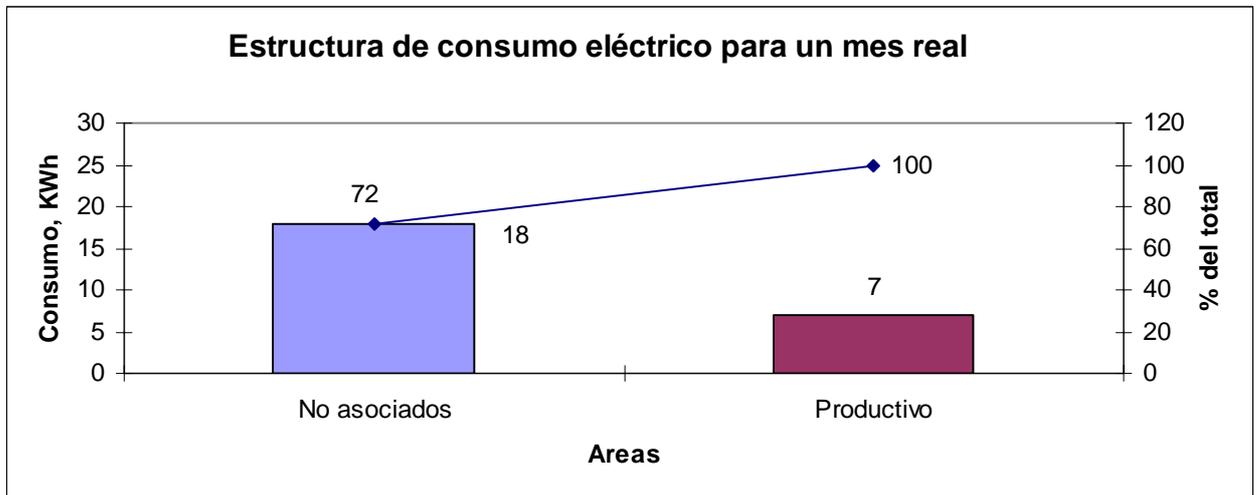
Los cilindros hidráulicos en su producción, necesitan de mucha más energía que cualquier otro proceso en la empresa. En la fábrica de cilindros existe un gran número de máquinas herramientas dedicadas a este fin, y deben trabajar en serie, pues las operaciones están coordinadas de forma consecutiva. El maquinado de racores para las mangueras hidráulicas necesita mucha menos energía por unidad, el proceso es mucho mas rápido y la cantidad de metal a procesar es mucho menor. El tubo flexible es importado, por lo que solo hay que cortarlo de acuerdo al largo del tipo de manguera correspondiente y a las exigencias del cliente.

Gráfico 2.18. Estratificación consumo de energía eléctrica total empresa por áreas asociadas y no a la producción



En el gráfico 2.18.puede verse que las áreas productivas en su conjunto se acercan al 70 % del consumo total de la empresa; mientras el consumo no asociado a la producción ocupa el 30 %.

Gráfico 2.19. Estratificación consumo de energía eléctrica total empresa por áreas asociadas y no a la producción para un mes real de producción.

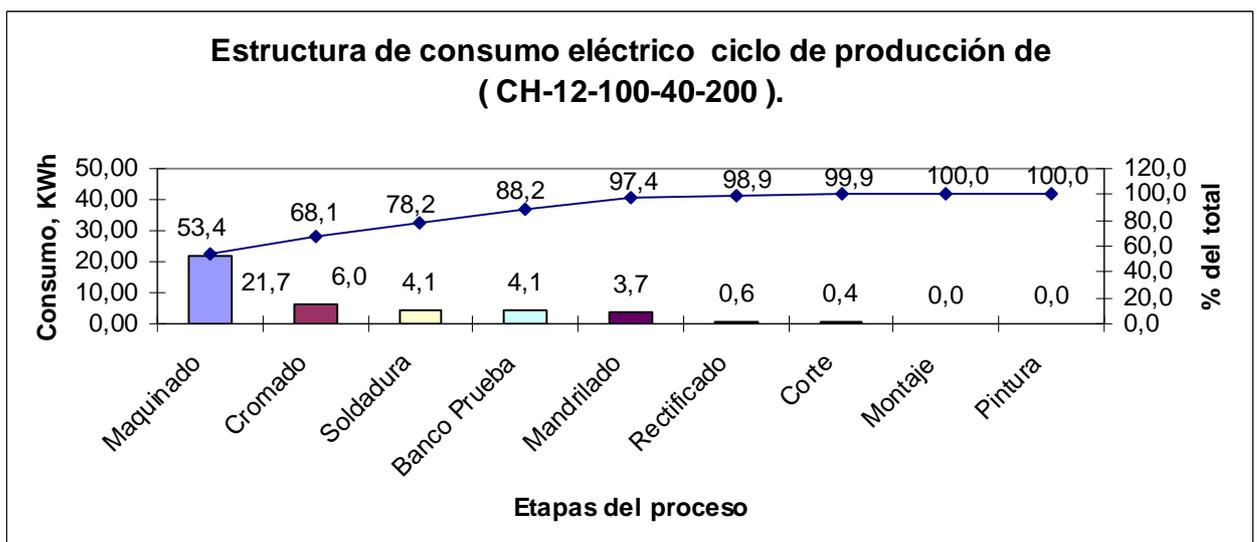


En el gráfico 2.19 , se ve que en un mes en el que se esté trabajando solo en algunas áreas productivas, los consumos en estas ( 28 % ) son muy inferiores al 72 % de los no asociados lo que implica una incidencia mayor de estos últimos en los consumo totales.

### Selección de equipos mayores consumidores de energía eléctrica

#### Producción de Cilindros hidráulicos.

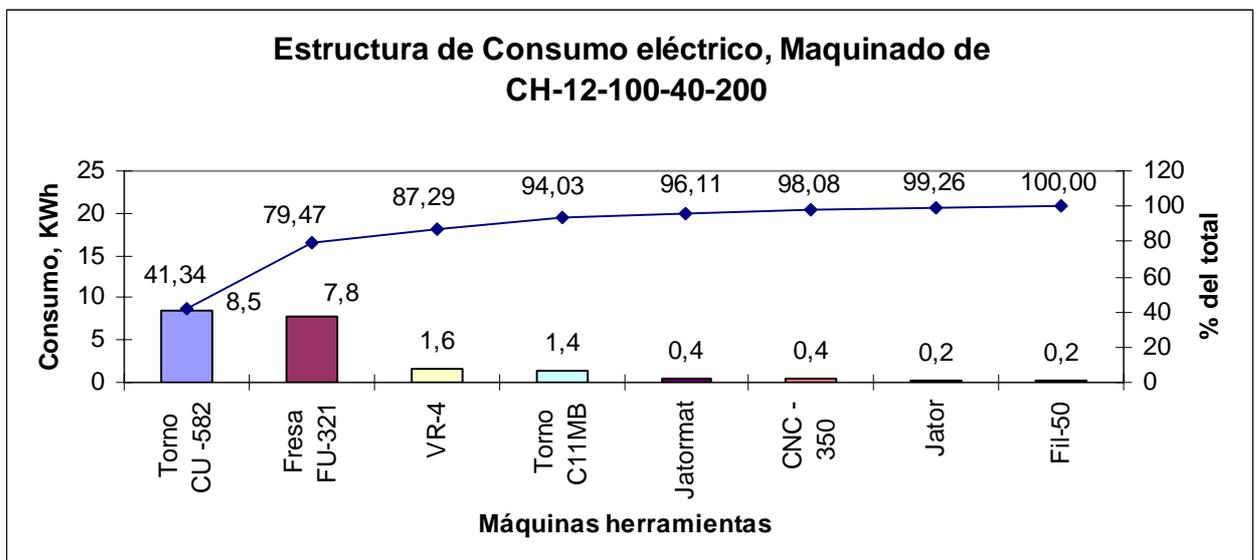
Gráfico 2.20. Estratificación consumo de energía eléctrica producción de cilindros hidráulicos.



En el gráfico 2.20, puede verse que durante el proceso de producción de un cilindro hidráulico típico, como el indicado en el gráfico, cerca del 53 % de la energía se consume en el proceso de maquinado. La etapa de cromado ocupa el segundo lugar con el 14.7 % , mientras que la soldadura y el banco de pruebas, al ocupar el tercer y cuarto lugares con el 10.1 y el 10 % respectivamente, suman con los anteriores un total de 88.2 % .

Este gráfico se obtiene a partir de datos de la tecnología. Sin embargo, de acuerdo a mediciones realizadas, cromado llega hasta el 15 % del total de la fábrica, lo cual indica que debe trabajarse sobre las causas de esta diferencia.

Gráfico 2.21. Estratificación del consumo de energía eléctrica del proceso de maquinado de un Cilindro Hidráulico.

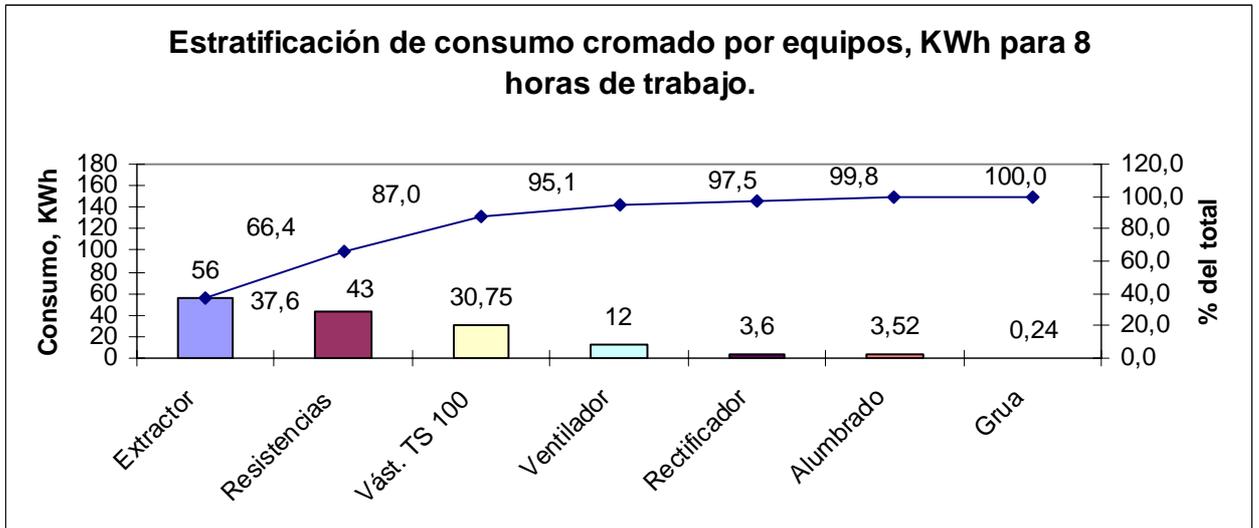


En el gráfico 2.21, puede verse que el consumo de energía eléctrica está concentrado en el grupo de tornos CU-582, seguidos por el grupo de fresado FU-321. En menor magnitud participa el taladro VR4.

El grupo de tornos CU-582, está compuesto por a máquinas, que en ocasiones pueden asumir producciones de las máquinas del tipo C11MB y viceversa.

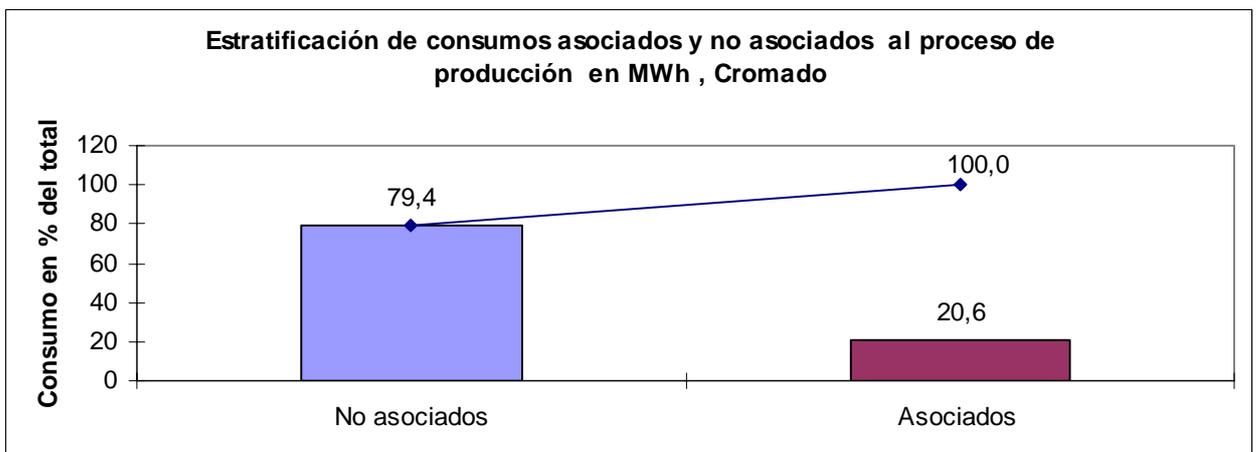
La cantidad de máquinas fresadoras del es cuatro y en ellas ocurre una buena parte del maquinado y consumo de energía de la fábrica de cilindros hidráulicos.

Gráfico 2.22. Estratificación del consumo de energía eléctrica en % , área cromado.



En el gráfico 2.22, se ve que el equipamiento del área de cromado es numeroso, siendo imprescindible que trabajen todos los componentes al unísono. El de mayor importancia es el extractor (37.6 % del consumo), que trabaja sin interrupción durante todo el proceso. Las resistencias trabajan durante el calentamiento, y consumen el 28.8 % de la energía. El consumo en el recubrimiento depende de las dimensiones de la pieza a cromar.

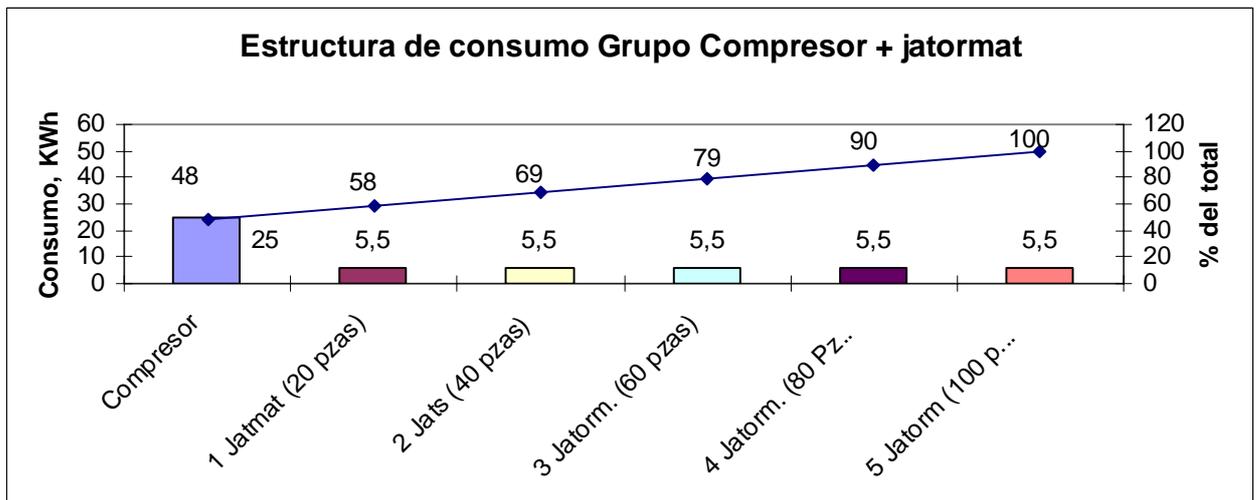
Gráfico 2.23. Estratificación del consumo de energía eléctrica en % del área de cromado, según gastos asociados y no , al proceso productivo.



En el gráfico 2.23, los consumos no asociados a la producción están determinados por el extractor, las resistencias de calentamiento del baño, el rectificador (pérdidas en el transformador y en el bloque de diodos), el ventilador, el alumbrado y la grúa. Todo ello significa un 79.4 % del total. Directamente en el proceso de cromado se consume, para el ejemplo citado un 20.6 %. Como puede verse la energía no asociada a la producción es aquí considerable. A los no asociados, se les considera así por el hecho de que funcionan en ocasiones, sin que se esté procesando ninguna pieza, lo cual es necesario evitar.

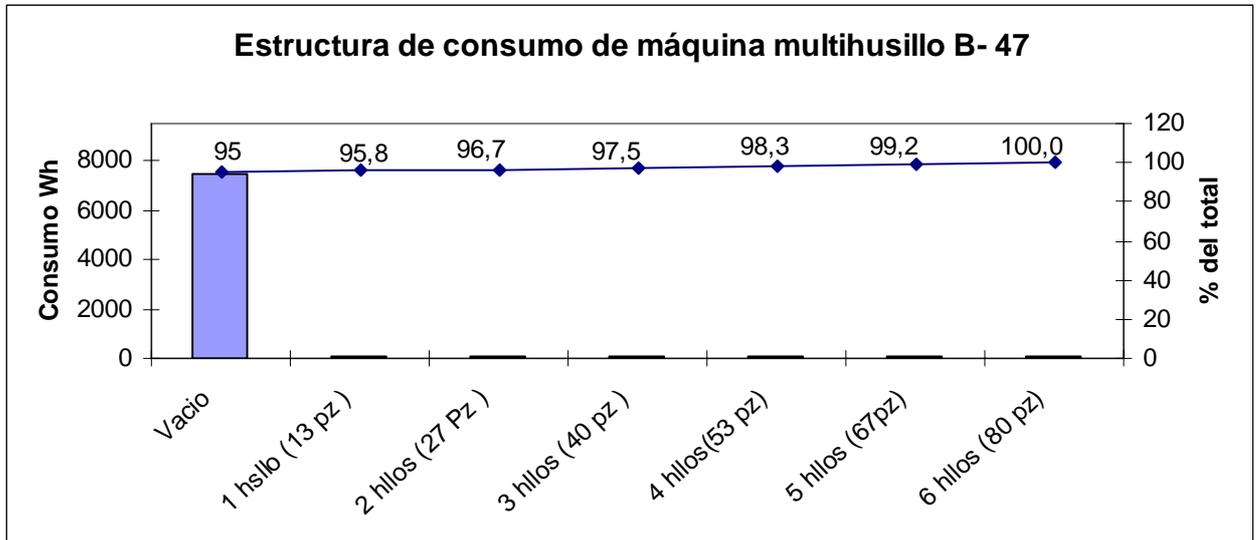
### Producción de Mangueras Hidráulicas

Gráfico 2.24. Estratificación consumo de energía eléctrica área compresor + grupo Jatormats.



Del gráfico 2.24, puede verse que el consumo mayor y fijo lo constituye el compresor con 25 KWh ( 48 % del total ) . A medida que se agregan al proceso productivo, las máquinas Jatormats, se suma el consumo propio de cada una de ellas y el consumo del compresor para producir el aire que consumen las primeras. Aunque el compresor deja de comprimir cuando llega al punto de consignación superior (6.8 bar de acuerdo a lo que demandan los consumidores ), su motor continúa trabajando en vacío y consumiendo gran cantidad de energía en ese estado.

Gráfico 2.25. Estratificación consumo de energía eléctrica área Multihusillos.



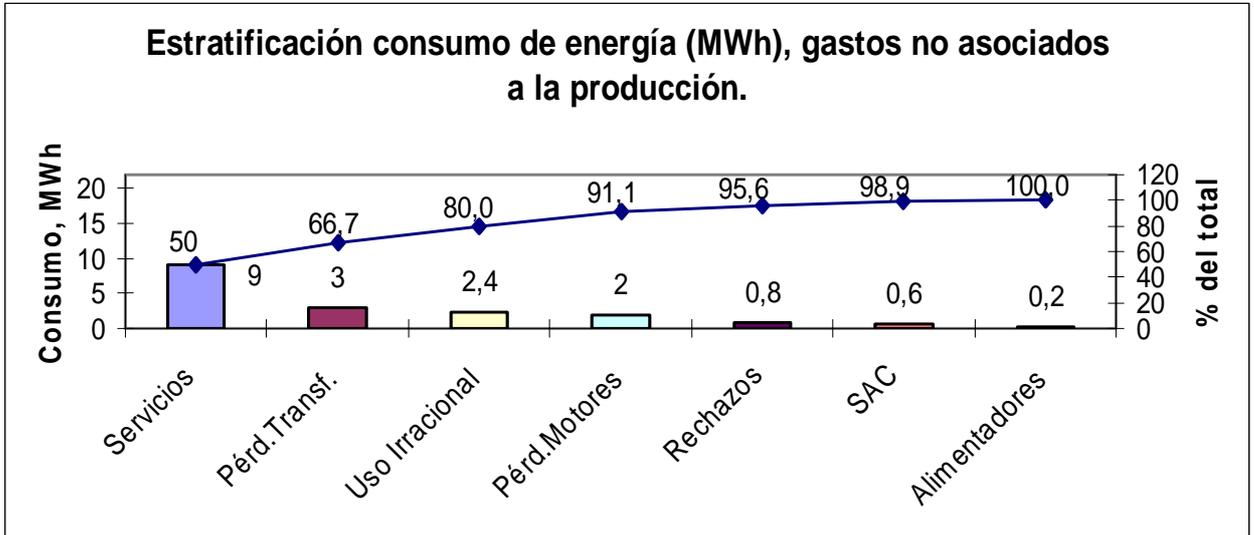
En el gráfico 2.25, se aprecia que para cada uno de estos equipos (Multihusillos), el consumo fijo es del 95 %. A medida que entran a trabajar los husillos, el consumo aumenta ligeramente hasta el 100 %. Obsérvese como aumenta significativamente la productividad hasta 80 piezas por hora (para 6 husillos), desde 13 piezas para cuando trabaja un solo husillo.

### Consumos no asociados al proceso productivo

Con las áreas no productivas (Talleres de mantenimiento industrial, Taller de herramental, área de oficinas y Cocina comedor con almacenes) y el equipamiento correspondiente hasta ahora analizados, se tiene el 79 % del consumo total de energía eléctrica de la Empresa.

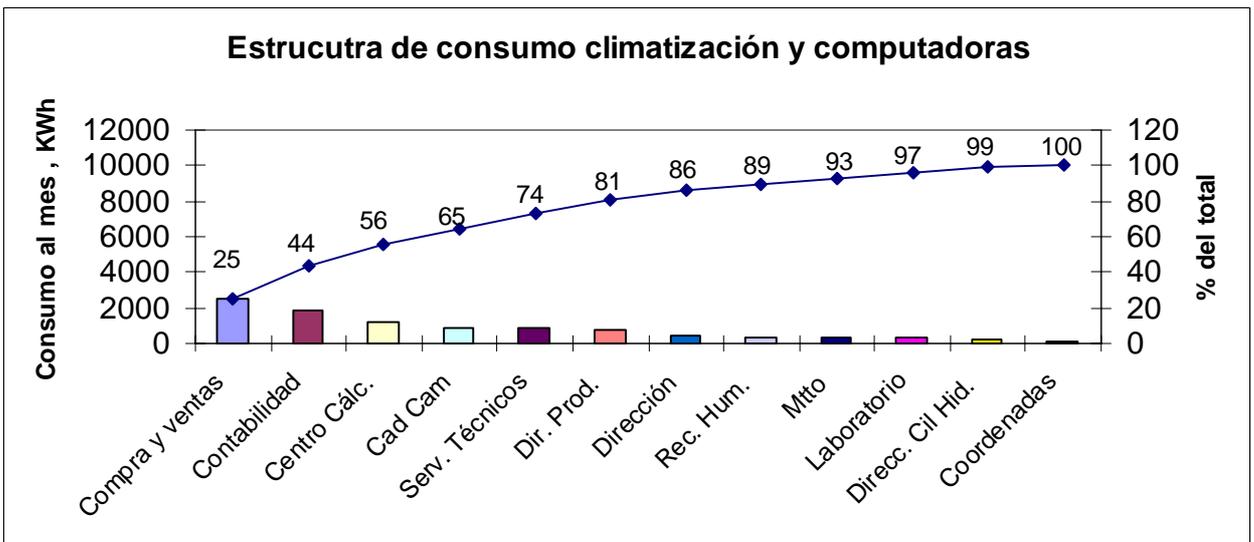
Como se ha podido apreciar, los consumos no asociados al proceso productivo, son de una importancia relativa considerable en la composición del consumo, por lo que a continuación se muestra la estratificación de la composición de estos.

Gráfico 2.26. Consumo de energía eléctrica y pérdidas no asociados a la producción.



En el gráfico 2.26, el consumo de energía eléctrica en servicios (Mantenimiento, herramental, aires acondicionados, computadoras y alumbrado) constituye el 50 % de los consumos no asociados. En los meses en que el compresor trabaja, producto del alto consumo de este y la baja productividad del sistema, se produce un consumo no asociado a la producción de hasta 5 MWh por trabajo en vacío.

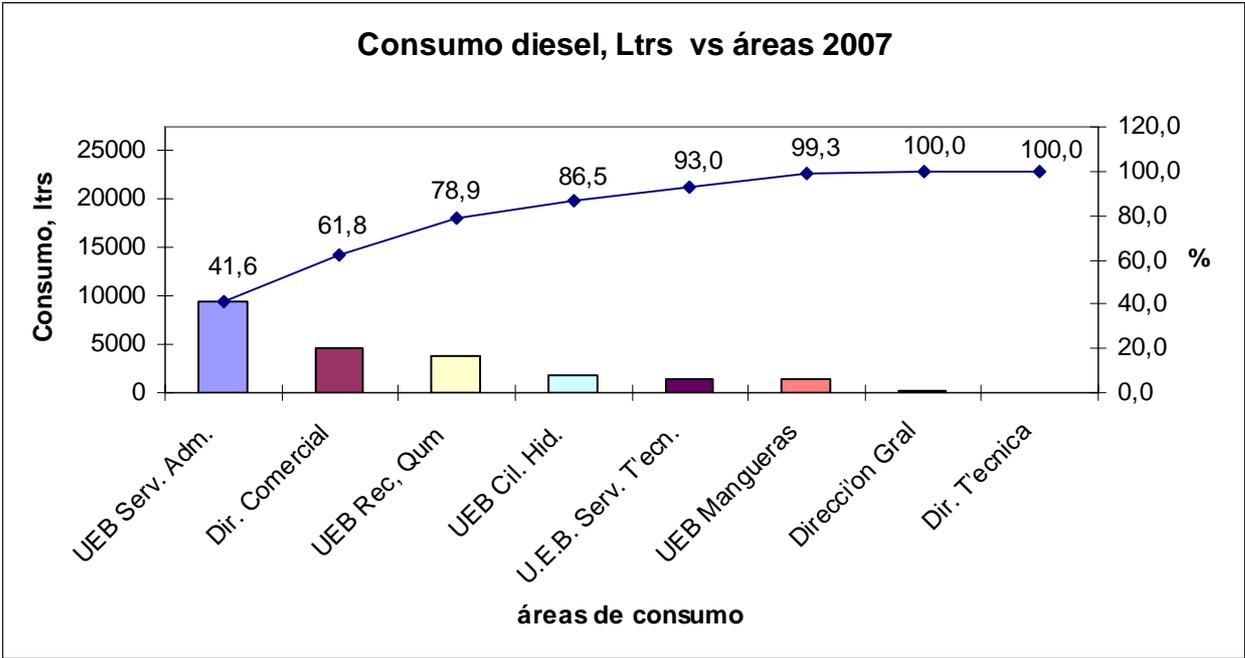
Gráfico 2.27. Consumo de energía eléctrica “aires acondicionados y computadoras”



Como se indica en el gráfico 2.27, el primer lugar lo ocupa el área de compra y ventas (25 %), contabilidad el segundo (19 %). El aire acondicionado en el centro de cálculo trabaja todo ese tiempo para el servidor y por ello es el tercer consumidor.

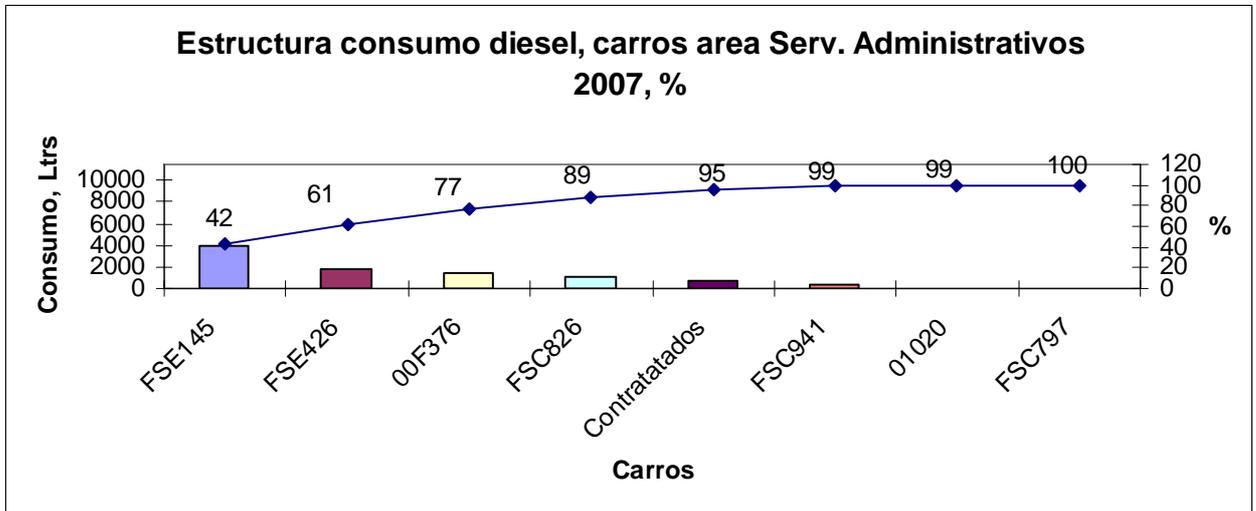
**Selección de las áreas y equipos mayores consumidores de combustible diesel.**

Gráfico 2.28, Estratificación consumo de combustible diesel de la Empresa en %, por áreas en el 2007.



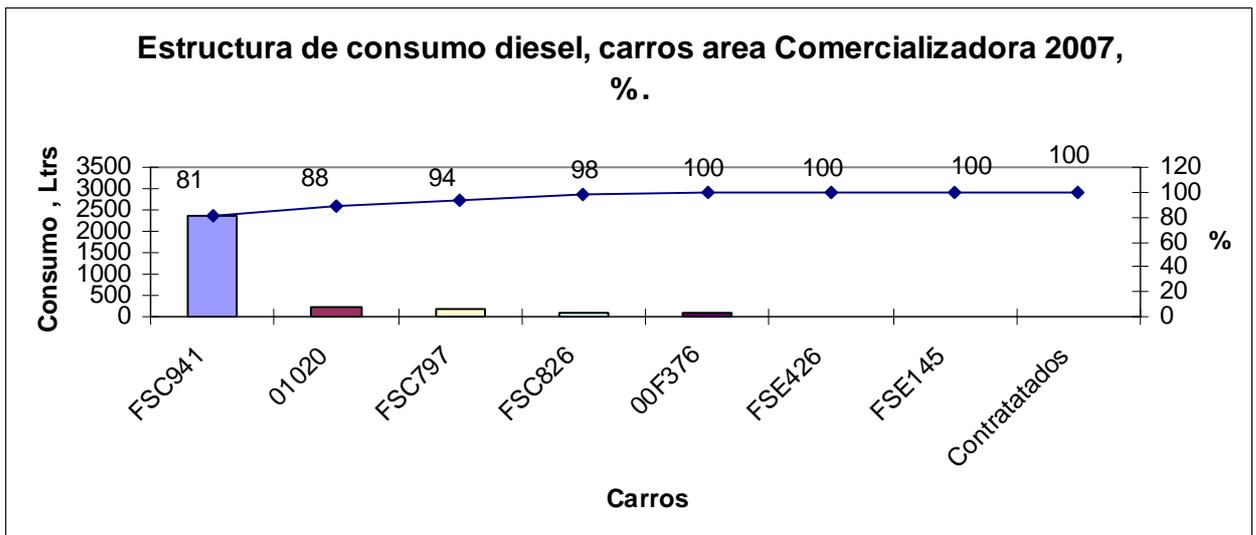
Como puede verse en el gráfico 2.28 el transporte de personal de la UEB de servicios administrativos ocupa el primer lugar con el 41.6 % en importancia, seguido de la dirección comercial con el 20.2 % usándose este combustible, en el acarreo de materias primas y producción terminada. En la prestación de servicios de pinturas y recubrimientos químicos por todo el país, trabaja la UEB de Recubrimiento Químico, por lo que el combustible consumido por esta área ocupa el tercer lugar en importancia con el 17.1 % del total.

Gráfico 2.29. Combustible diesel UEB Servicios Administrativos por equipos consumidores.



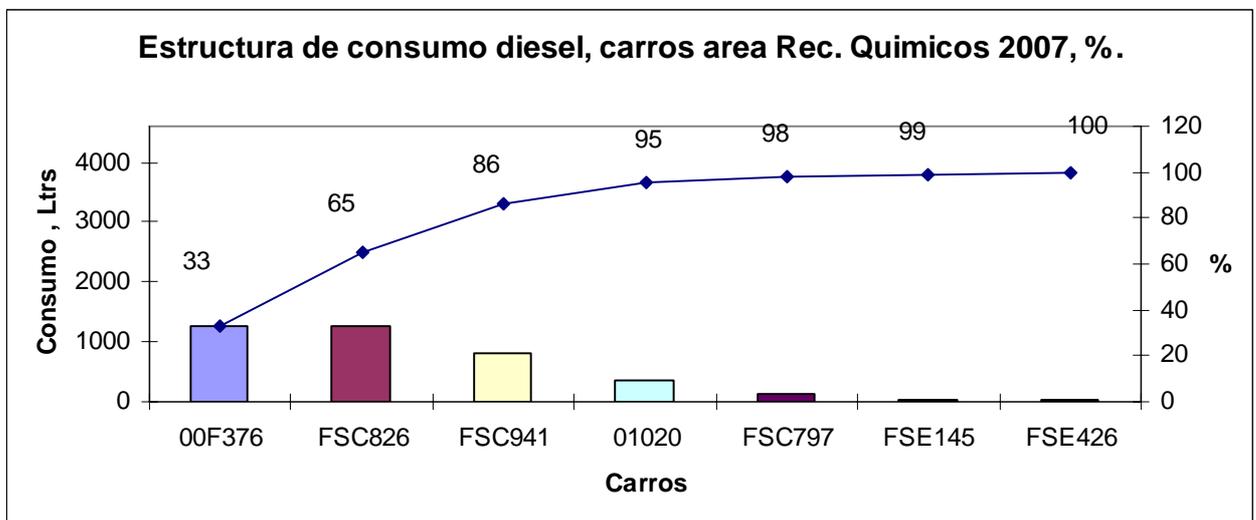
En el gráfico 2.29, se ve que los carros FSE145 y FSE426 son los mayores consumidores en esta área, transportan trabajadores y participan en otras actividades de Servicios Administrativos. El tractor 00F376 acarrea limalla y cargas de todo tipo, y sumado a los anteriores constituye el 77 % del total. La camioneta FSC826, trabaja en varias funciones de servicios, por lo que ocupa el cuarto lugar en el consumo de toda el área.

Gráfico 2.30, Consumo de diesel en UEB Comercializadora por equipos consumidores.



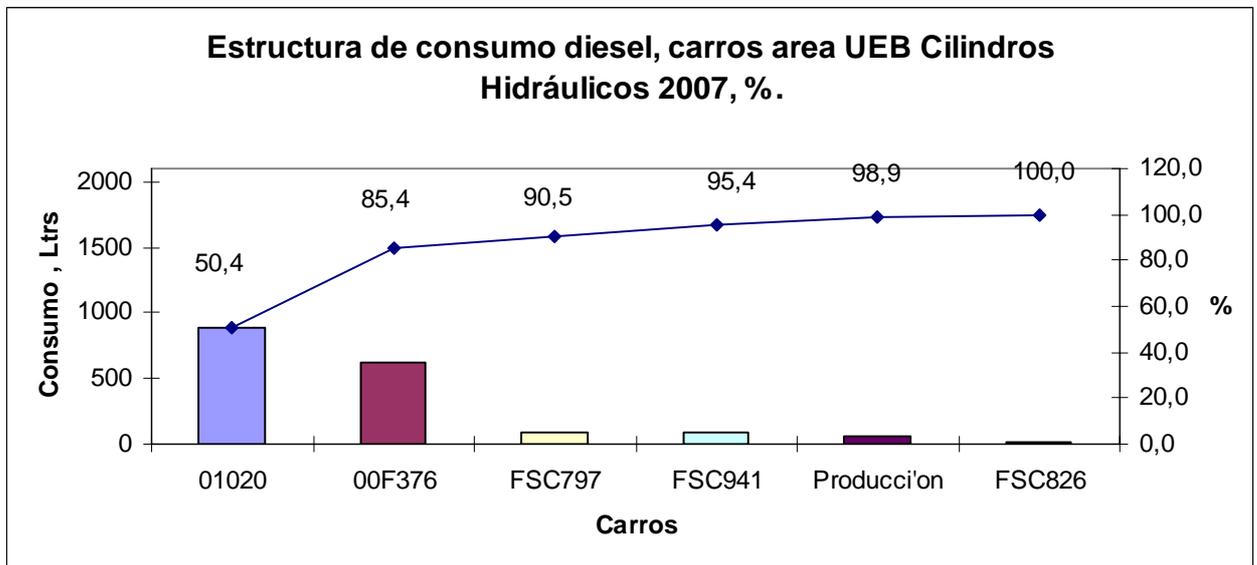
Del gráfico 2.30, puede verse que un solo carro, la camioneta FSC941 consume el 81 % del diesel total que se emplea en la comercializadora. Este equipo realiza el acarreo de cargas menores desde distancias mas grandes, pues posee un índice de consumo bajo ( 12 Km/Ltr). Con un 7 % le continúa en importancia el montacargas, que acarrea partidas de materias primas desde el almacén de laminado hasta el edificio productivo. También mueve cargas en el interior del almacén de laminados.

Gráfico 2.31. Estratificación consumo de combustible diesel de UEB Recubrimientos Químicos, por equipos consumidores en %.



En el gráfico 2.31. el tractor con identificación 00F376 participa en el acarreo de la pintura, del personal y materiales para los trabajos que esta área lleva a cabo en diferentes entidades de la provincia. Por ello este equipo es el mayor consumidor de combustible diesel. Las camionetas con chapa FSC826 y FSC941 participan en el movimiento de personal fundamentalmente, así como de materias primas cuando el cliente se encuentra en otras provincias. De conjunto con el tractor suman el 86 % del diesel que se consume en el área.

Gráfico 2.32. Estratificación consumo de combustible diesel de UEB Cilindros Hidráulicos, por equipos consumidores en %.



En el gráfico 2.32, la estructura de consumo indica que el montacargas con identificación 01020 es el primer consumidor con el 50.4 % del total de diesel que en esa área se consume. En esta parte productiva de la empresa, el montacargas traslada materias primas por diferentes puntos del taller. De igual manera el tractor 00F376 trabaja en el interior del taller cuando es necesario. Por ello ambos equipos suman 85,4 % del total del consumo de diesel del área.

#### **Descripciones de los diagramas energético-productivos de la empresa.**

##### **Descripción del diagrama energético productivo general de la empresa.**

Para una mayor comprensión se muestra inicialmente el flujograma de la Empresa en general (Ver anexo IV).

Al almacén de laminados arriba la materia prima (barras y tubos de aceros, tubo flexible de diferentes tipos y dimensiones, etc.).

Al almacén de insumos arriban otras materias primas y materiales, entre los que se cuentan, los aceites y lubricantes de diferentes tipos.

---

Los elementos antes mencionados son distribuidos según su destino, a las fábricas de Cilindros o Mangueras hidráulicos. Allí son procesados y depositados después del proceso productivo en el almacén general de productos terminados.

### **Descripción del diagrama energético productivo de la Fábrica de Cilindros hidráulicos.**

Del almacén de laminado (ver anexo V), los tubos de acero son llevados al taller de corte de metales, donde se cortan en piezas brutas. Estos semiproductos son procesados seguidamente en el taller de maquinado. Pasan a soldadura las piezas que requieren de ese procedimiento. En el caso de las piezas que requieren de un tratamiento superficial especial (vástagos y camisas) son procesados en rectificadoras, mandrilado profundo y después en baño galvánico (cromado). El resto de las piezas, que no requieren de este tratamiento pasan directamente del maquinado al montaje. Después de armado, el cilindro hidráulico es probado en el banco de prueba correspondiente, pintado en el taller de pintura, donde es también embalado después del secado natural de la misma. Finalmente el producto es depositado en el almacén de productos terminados.

### **Descripción del diagrama energético productivo de la Fábrica de Mangueras Hidráulicas.**

Del almacén de laminado (ver anexo VI), las barras de acero son llevadas al taller de maquinado ( Grupo Jatormats o Grupo Multihusillos , dependiendo de la racorería a procesar ). En este lugar se obtienen los racores necesarios (Cuerpos, espigas y tuercas), que después son llevados al taller de corte y montaje de mangueras.

El tubo flexible es trasladado del almacén de laminado al taller de corte y montaje de mangueras. Allí es cortado de acuerdo a las dimensiones especificadas por el tipo de manguera y el cliente de que se trate. Seguidamente se produce el ensamblaje de la manguera con los racores (cuerpo, tuerca y espiga). El producto se agrupa y embala y es finalmente enviado al almacén de productos terminados.

---

### **Descripción del diagrama energético productivo del maquinado total de cilindros hidráulicos.**

Está compuesto por un grupo de máquinas dentro de la fábrica de cilindros hidráulicos ( ver anexo VII). En esta etapa, la materia prima (barras y tubos de acero de diferentes dimensiones) es desbastada hasta las medidas y tipos requeridos para cada vástago. En las fresadoras, se maquinan las culatas de los cilindros hidráulicos y demás piezas que requieren de este tipo de maquinado. La soldadura se hace para garantizar la unión hermética entre las piezas vástago y oreja, así como al final del maquinado, para unir las culatas al tubo o camisa. Todos estos procesos requieren de un tiempo considerable de ejecución, por lo que unido al consumo de los equipos, significan un alto consumo de energía.

### **Descripción del diagrama energético productivo compresor y SAC**

En el anexo VIII, se muestra el flujograma del compresor y del Sistema de Aire Comprimido ( SAC).

El compresor de tornillo marca Compair 337, se encuentra situado en el centro del edificio productivo. Suministra aire comprimido a través de redes aéreas a consumidores situados en la zona de fabricación de mangueras hidráulicas y en la zona de montaje y pintura de cilindros hidráulicos fundamentalmente. Existen otros consumidores que funcionan esporádicamente. Es un equipo moderno muy eficiente; pero de la calidad del mantenimiento y del uso que se le de, depende la eficiencia energética con que trabaje: consumo de energía eléctrica y de aceite. La presencia o no de aerosoles en el aire comprimido determina, al igual que la cantidad de condensado, la calidad del aire que llega a los consumidores y el funcionamiento de estos.

En condiciones de trabajo demanda una potencia de 14 KW en vacío y de 26.8 KW con carga. El consumo promedio es de 22 KWh.

Su enfriamiento es por aire, lo que le da ventaja sobre el anterior que era por agua.

El aceite tipo AIRCOL PD 68 o su sustituto el Hidráulico 68, cumplen tres funciones en el interior del equipo: hermetización, lubricación y refrigeración.

---

Al circular por las redes y producto del envejecimiento de estas, se producen pérdidas de aire que representan a su vez pérdidas de energía. Para disminuir estos valores, el Sistema de aire comprimido ( SAC) se encuentra seccionalizado , permitiendo que cuando funciona un ramal solamente , el otro esté cerrado y no se produzcan pérdidas en el.

Para disminuir la humedad, existen trampas de condensado por todo el SAC.

### **Descripción del diagrama energético productivo Grupo Jatormats.**

En el anexo IX, se muestra el flujograma del Grupo Jatormats.

Este grupo estaba inicialmente formado por 10 equipos. En la actualidad quedan solamente 5, de ellos 4 marca Jatormat I con una potencia nominal de 5 KW y un solo equipo Jatormat II con una potencia de 8 KW.

Aunque el accionamiento del husillo y de la bomba de refrigerante en estos equipos es netamente eléctrico, su circuito de control y de accionamiento de los brazos portadores de las herramientas de corte, es neumático, por lo que depende del aire comprimido para su funcionamiento (compresor trabajando todo el tiempo).

Además de la materia prima (barras de acero de entre 4 y 5 m de largo y hasta 38 m m de diámetro), en el proceso de maquinado participa el aceite de corte como refrigerante.

Cada máquina Jatormat posee solo un husillo, por lo que su productividad es mucho menor que la de los Multihusillos que tienen 6. Muchas de las piezas que se fabrican en las máquinas Jatormats, se pueden hacer en los Multihusillos.

Al igual que en el grupo de los Multihusillos a la salida de estas máquinas se obtiene, además de las piezas buenas y rechazos, limalla y aceite absorbido por esta. Esta mezcla sumada a la obtenida en el grupo antes mencionado, es decantada y centrifugada, reciclándose aceite que anteriormente se expulsaba al medio ambiente ( hasta 6 tanques de 208 Ltrs al mes ).

### **Descripción del diagrama energético productivo Grupo Multihusillos**

En el anexo X, se muestra el flujograma del Grupo Multihusillos..

El grupo está formado por cuatro máquinas, dos del tipo 15240-6 con potencia nominal de 19 KW y dos equipos del tipo 15265H6K con potencia nominal de 33 KW.

---

Estos equipos de fabricación soviética están diseñados para la producción automática y seriada de piezas de pequeño tamaño, características de las mangueras hidráulicas.

Poseen 6 husillos capaces de procesar 6 piezas a la vez en diferentes operaciones, de ahí su alta productividad.

Además de la materia prima ( barras de acero de entre 4 y 5 mtrs de largo y hasta 34 mm de diámetro ) se requiere de aceite de corte para extraer el calor que se produce en el proceso de maquinado, aceite hidráulico para el accionamiento de los brazos portadores de las herramientas de corte y además energía eléctrica para el accionamiento de los husillos, bombas hidráulica y de refrigerantes.

A la salida del proceso, además de las piezas buenas y rechazos, se obtiene limalla y aceite absorbido por esta.

### **Descripción del diagrama energético productivo de Cromado**

En el anexo XI, se muestra el flujograma con los consumos en unidades nominales.

Este equipamiento está compuesto por dos cubas de cromado. Cada una de ellas tiene un depósito interior y uno exterior. Entre ambos existe un baño de maría, el cual es calentado por resistencias eléctricas de 7 KW de potencia. El calor producido, es transferido al depósito interior, en el cual se encuentra el baño galvánico.

Las resistencias son conectadas automáticamente (anteriormente se hacía de forma manual), por un reloj relay a la 1 a.m. y desconectadas a las 7 de la mañana. Durante el día de trabajo no se vuelven a conectar, si los vástagos que se procesan son lo suficientemente largos para, gracias a la corriente que circula por ellos y la disolución, se mantenga la temperatura del baño, que según el fabricante debe estar entre 50 y 55 °C.

Las piezas procedentes de la rectificadora, son colocadas en las barras ubicadas en el depósito interior de la cuba. De la calidad del rectificado depende la capa de cromo que haya que dar (para garantizar la dimensión necesaria y con ella el sellaje del cilindro hidráulico) , lo cual determina en gran medida el tiempo que debe permanecer el vástago en el depósito interior y con ello los gastos variables y fijos del proceso.

El vástago o pieza a cromar constituye el cátodo, mientras que los ánodos son placas rectangulares de cobre que rodean al cátodo.

---

Desde los rectificadores de corriente alterna trifásica, 440 V, es suministrada la energía en forma de corriente directa a 12 V.

La regulación de la densidad de corriente en la superficie a cromar ( $A/dm^2$ ) se efectúa en el equipo rectificador variando la corriente que se suministra, en dependencia de la superficie de que se trate. Este parámetro es importante, porque en condiciones normales (el resto de las variables de control constantes), determina el tiempo de cromado y la energía que se consume en el proceso.

Para la evacuación de los gases tóxicos que se producen en el proceso (ácido crómico, sulfúrico), se conecta un extractor cuya potencia nominal es de 10 KW. Este equipo tiene que estar conectado todo el tiempo en que se esté cromando.

Los consumos de agua no son significativos, pues solamente se adicionan 20 ltrs de agua diariamente para sustituir la que se evapora en el proceso.

Para elevar la disipación de calor y con ella la capacidad de los diodos del bloque rectificador, está instalado un ventilador de  $P_{nom.} = 2.1$  KW. Para la manipulación de las piezas a cromar, se encuentra situada una grúa polipasto de  $P_{nom.} = 1.02$  KW.

### **2.3.2. Indicadores de consumo. Análisis crítico.**

Los análisis de consumo de portadores energéticos, se hacen tradicionalmente sobre la base de series históricas, e índices de consumo de portador energético por Miles de Pesos de producción, lo cual no está relacionado proporcionalmente como para formar un criterio valedero del estado de la eficiencia energética en la empresa.

Se tienen solo algunos índices de consumo físico, pero no de forma global para toda la empresa.

El bajo ritmo de producción de la fábrica hace que el consumo eléctrico disminuya con respecto a otros periodos, por estar la electricidad, relacionada con el proceso productivo. En los índices de consumo esto se refleja negativamente producto de la mayor influencia de los consumos no asociados a la producción (Pérdidas por transformación, consumo en aires acondicionados y computadoras, almacenes, cocina comedor, etc).

A ello hay que añadir el hecho de que para producciones pequeñas es necesario poner en funcionamiento los mismos equipos de alto consumo eléctrico que para producciones

---

seriadas. Esto se ha enfrentado con la utilización de equipos similares de menor consumo, como es el caso de los compresores pequeños.

Para el caso de cromado y prensas hidráulicas hay que producir calentamientos para después procesar pequeñas cantidades de piezas.

En el caso de la línea de tornos automáticos de control neumático Jatormats hay que poner a funcionar el compresor para pocas máquinas, con resultado de muy baja cantidad de piezas. Esto hace que los índices de consumo físico también se deterioren considerablemente. Para enfrentar esta problemática, hemos organizado el trabajo en campaña, lo cual no siempre es posible, debido a las exigencias de los clientes.

En la época en que la fábrica de Mangueras funcionaba con un ritmo alto de producción, los índices de consumo físico eléctrico y de aceites y lubricantes eran mucho mejores que en el presente ( ver gráficos 2.7 y 2.8 ) . En esa época la limitante fundamental era el envejecimiento de las máquinas herramientas, salideros de aire considerables en su esquema lógico neumático, en los equipos de mantenimiento, lo que ocasionaba fugas de aire comprimido y aceites.

En los demás talleres de maquinado, aunque las producciones no son de grandes series, se observa un número considerable de rechazos provocados por desgaste en las máquinas herramientas.

En ocasiones, se gasta energía eléctrica por sobre dimensionamiento de la materia prima, teniéndose que maquinar desde diámetros que superan el normal en 10 o 20 mm. La magnitud del derroche no es muy significativa, ya que esto sucede para pequeñas cantidades, casi siempre menor a 10 unidades y para algunas piezas que conforman el cilindro hidráulico solamente, como pistones y buje guías.

---

### **CONCLUSIONES PARCIALES:**

1. Las deficiencias en la gestión energética en las empresas metalmecánicas de Cuba y en Oleohidráulica Cienfuegos en específico, aún teniendo en cuenta las limitaciones por las que atraviesa el país y el sector, dependen en gran medida del factor subjetivo.
2. En el presupuesto de gastos de la empresa, el gasto en portadores energéticos es solo del 2 %, aunque representa una cifra nada despreciable en ambas monedas. Sin embargo en divisas, los gastos en energéticos toman valores superiores al 8 %.
3. La estructura de consumo de energéticos, está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 70 % del total. Los combustibles ocupan el segundo lugar con el 24 %.
4. La empresa no cuenta con un sistema de monitoreo energético para la administración de la energía. Solo se analizan series históricas de intensidad energética de forma global. Se tienen muy pocos índices de consumo físicos y estos están elaborados sobre la base de estimados, sin poder ser determinados con exactitud, por la carencia de medios de medición adecuados. No expresan la producción en unidades físicas únicas.
5. Se identifican 5 áreas como mayores consumidores de electricidad en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos, José Gregorio Martínez: Maquinado total, aires acondicionados y computadoras, compresor + grupo Jatormats, grupo Multihusillos y cromado.
6. Entre los puestos claves Grupo Jatormats y compresor y Grupo Multihusillos existen semejanzas: En aumento del # de máquinas trabajando en el primero tiene el mismo efecto del # de husillos trabajando en el segundo sobre el efecto de los gastos fijos.
7. Es recomendable la sustitución del grupo compresor +Jatormats por el de Multihusillos dado el estado técnico de las máquinas Jatormats y el alto índice de consumo del primer grupo con respecto al segundo; mientras se produce la ejecución de la nueva inversión para ganar en eficiencia.
8. Se identifican los equipos de climatización y computadoras como los mayores consumidores de energía eléctrica dentro de los consumidores no asociados a la producción.

---

### **Capítulo 3: Elementos de un sistema de gestión energética para la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.**

#### **3.1 Elementos básicos de un sistema de gestión energética para la empresa Oleohidráulica Cienfuegos. Implementación de un Sistema de Monitoreo y Control energético. Herramientas básicas del sistema. Indicadores. Fundamentación de indicadores.**

##### **3.1.1. Elementos básicos de un sistema de gestión energética para la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.**

Para el logro de resultados satisfactorios en la implantación eficiente de un Sistema de Gestión Energética en las empresas metal mecánicas, y en especial en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos, es fundamental tener en cuenta los siguientes objetivos estratégicos:

1. Lograr un control del consumo de los portadores energéticos por equipos y áreas mayores consumidoras.
2. Establecer índices de consumo físico de energía por unidades, mayores consumidores y en general de toda la empresa a partir de las características propias de cada una de ellas.
3. Establecer y lograr un control de planes de medidas para fiscalizar el cumplimiento de los índices de consumos propuestos.
4. Lograr que todo el personal que labora en la empresa, adquiera una cultura energética y ambiental (mediante eventos, cursos, seminarios e incorporar en las especialidades de Tecnologías de la metalurgia, la asignatura de Gestión de la Energía).
5. Cumplir con las indicaciones de medidas de ahorro de la energía en equipos claves y demás consumidores.
6. Garantizar que las medidas de racionalidad energética, no afecten la calidad de los productos elaborados y la vida útil de los equipos e instalaciones, para poder lograr la mejor relación costo-beneficio.
7. Conseguir de modo inmediato, los ahorros que no requieran inversión apreciable. Demostrar que existen importantes posibilidades.

- 
8. Lograr que se cumpla con orden de prioridad el sistema de mando propuesto para la administración energética, Ver anexo XII, donde cada uno de los elementos tiene las funciones siguientes en su orden:

**Propuesta de estructura funcional.**

**El Director General:**

Es el máximo responsable de que se cumplan todos los objetivos antes señalados y se le debe rendir información sobre el estado energético de las unidades en los consejos de dirección por parte del director técnico.

**El director técnico:**

Es el representante inmediato ante el Director General, para la administración de la energía, pues a este se le subordina el Grupo de Gestión y Ahorro de Energía y recibe de parte de este la información acerca del estado energético de la empresa.

**El Grupo de Gestión y Ahorro de Energía:**

Es el grupo representante inmediato ante el Director Técnico, para la administración de la energía en la empresa, ya que el mismo es el encargado de monitorear y controlar el cumplimiento de las medidas para aumentar la eficiencia energética. También este es el encargado de recibir la información de cómo se han estado ejecutando las medidas de ahorro de energía por unidades y se le subordinan los Directores, Administradores, Especialistas en gestión y ahorro de energía, jefe de Dpto. de transporte, Jefe de Dpto. económico y operadores de los mayores consumidores.

**El técnico energético:**

Es el encargado de hacer cumplir las medidas de ahorro y eficiencia energética de todos los equipos, puestos claves y áreas de la empresa, a través de los directores, y brindar información al Grupo de Gestión de Ahorro de Energía, que es el grupo rector de esta actividad en la entidad.

**Los Directores de las Unidades:**

Conocerán y harán cumplir las medidas de ahorro energético, tomarán estrategias de organización del proceso productivo que garanticen un uso racional del equipamiento

---

instalado, garantizarán que sus subordinados lleven y ofrezcan la información necesaria para el control energético de puestos claves y unidades. Serán responsable del uso del equipamiento bajo su mando .Rendirán informe sobre el cumplimiento de lo anterior ante el consejo energético.

### **Los Operadores de los mayores consumidores:**

Cumplirán con todas las medidas técnicas y organizativas acordadas para el uso racional de la energía en su puesto de trabajo. Llevarán el registro primario actualizado y lo mostrarán al energético y a su jefe. Participarán en el análisis de los resultados de las medidas tomadas para el ahorro de energía. Serán responsables del uso del equipamiento de su puesto de trabajo.

### **Los Trabajadores:**

Son los encargados de velar en cada departamento de la ejecución de las medidas de ahorro y eficiencia de la energía.

## **3.1. 2. Implementación del sistema de monitoreo y control energético.**

### **Sistema de monitoreo energético**

Para implementar el sistema de monitoreo energético en la empresa, dadas sus características actuales, es necesario:

1. Separación del esquema eléctrico de las dos fábricas: Fábrica de Cilindros y Fábrica de Mangueras hidráulicos, así como de los puestos claves.
2. Adquisición e instalación de medios y dispositivos de medición de consumo eléctrico y de aire y de las variables de control en los mayores consumidores.
3. Implementación de registros primarios de los mayores consumidores, capacitación del personal que laborara en los mismos.
4. Implementación de modelos para el control de datos de producción, capacitación del personal que elaborará los mismos.
5. Implementación de índices de consumo físico por mayores consumidores, de las dos fábricas y de la empresa en general.
6. Creación del soporte computacional de la gestión energética.

7. Actualización semanal de datos sobre uso del combustible.
8. Seguimiento de la organización del proceso productivo en los mayores consumidores y del comportamiento de los índices de consumo físico en ellos y en la empresa en general.
9. Capacitación de todo el personal en el tema de ahorro de energía en la empresa y en las áreas donde trabaja.
10. Dar seguimiento al cumplimiento de las medidas de ahorro en general de la Empresa.
11. Hacer funcionar el Sistema de mando de la gestión energética.
12. Colección de datos de los registros primarios, de los equipos de medición de consumo de portadores energéticos y datos de las diferentes producciones.
13. Cálculo de los indicadores por día, mes y año.
14. Emisión de reporte diario y el acumulado del mes sobre los consumos de los portadores energéticos, para realizar comparación con períodos anteriores.
15. Almacenamiento de los resultados en el registro histórico.
16. Vigilancia estrecha de los posibles cambios de tarifas eléctricas. Estos pudieran, lo mismo beneficiar que perjudicar y de no tenerse en cuenta desvirtuarían cualquier análisis.
17. Tener en cuenta la influencia de la temperatura del medio ambiente sobre el sistema de climatización.
18. Tener en cuenta los precios de los portadores energéticos.
19. Estimulación del personal por los resultados de ahorro de energía.

**Variables de control de las áreas mayores consumidoras.**

Para el funcionamiento eficiente de los equipos mayores consumidores de energía eléctrica es necesario regular y/o tener en cuenta los siguientes parámetros o variables de control.

---

**Maquinado total de cilindros hidráulicos**

1. Tipo de máquina a utilizar.
2. Tiempo de operación.
3. Dimensión de la materia prima a procesar.

**Aires acondicionados y computadoras**

1. Hermeticidad de los locales climatizados y presencia de paredes soleadas ( uso de cortinas en caso necesario ).
2. Mantenimiento temperatura optima de 24 °C en locales climatizados.
3. Arquitectura que permita eliminar el contacto directo del local a refrigerar con fuentes de calor.

**Compresor y Sistema de aire comprimido (SAC).**

1. Temperatura del aire succión (lo mas cercana posible a la ambiente).
2. Temperatura de aire de suministro. ( hasta 6 °C por encima de temperatura ambiente )
3. Temperatura de la mezcla aire aceite (hasta 110 °C ).
4. Temperatura de enfriamiento de aceite (hasta 23 °C > la temperatura ambiente).
5. Tiempo de compresión. (lectura del controlador).
6. Tiempo de trabajo total. (lectura del controlador).
7. Producción de aire compresor (5.72 m<sup>3</sup>/ min.).
8. Fugas de aire en SAC (< 10 % de pérdidas).
9. Seccionalización de rama del SAC a Fábrica de Cilindros Hidráulicos.
10. Presión de salida compresor (5.8 y 6.8 Bar).
11. Presión en puntos de consumo en SAC. (no mayor a 0.2 bar).
12. Presencia de condensado en las redes del SAC. ( el menor posible )

**Grupo Multihusillos**

1. Cantidad de los 6 husillos trabajando (existencia de la boquillas necesarias para ello).

2. Decantado y centrifugado de la limalla.
3. Cantidad de rechazos (< al 3 %, permitido en el sector).

**Cromado:**

1. Temperatura del baño galvánico (de 50 a 55 °C).
2. Concentración de los componentes de la disolución. (21.5 ° Baumé o 250 gr /ltr. de Cr<sub>2</sub>O<sub>6</sub> y 2.5 gr/ltr de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ).
3. Estado de los contactos de los electrodos y del interruptor de 12 V.
4. # de ánodos y su disposición en el depósito interior.
5. Densidad de la corriente directa que se hace pasar por el cátodo ( $\leq 50 \text{ A/dm}^2$ ).
6. Dimensiones obtenidas en el rectificado, previo al proceso de cromado (no > 0.1 mm por debajo de las dimensiones de salida del cromado).
7. Espesor de la capa de cromado que se necesita (de 0.04 a 0.06 mm).

**3.1.3. Herramientas básicas del sistema.****Reseña de los Índices de consumo históricos de la empresa.**

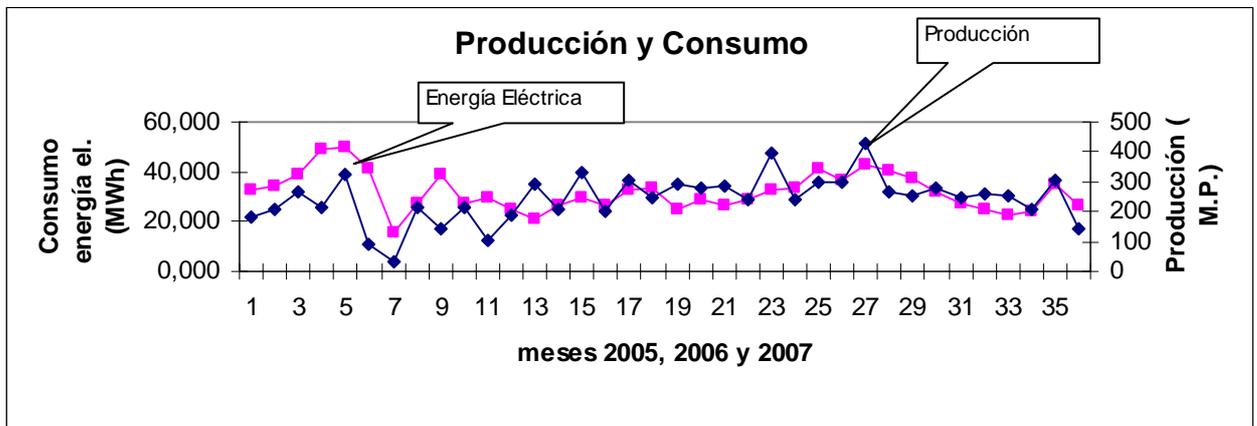
Durante muchos años, las producciones de la empresa eran altas, por lo que se obtenía en los resultados finales, una menor incidencia de los consumos en portadores energéticos no asociados a la producción.

Los índices de consumo de que se disponía, eran muy generales y solo de intensidad energética (unidad de portador energético/ Miles de Pesos de producción).

La electricidad a pesar de estar ligada al proceso productivo, no guarda relación con el precio a que se venden los productos, pues estos dependen a su vez de muchas variables.

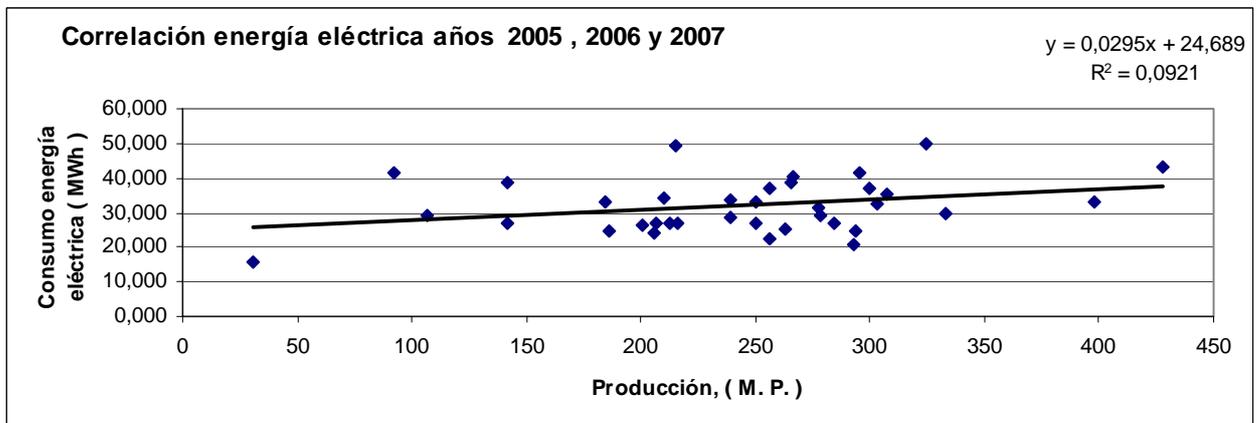
Producto de las características de la empresa, que posee una gran gama de productos de diferentes requerimientos energéticos, no se contaba con índices de consumo físicos.

Gráfico 3.7. Producción en (M.P.) y consumo de energía eléctrica del 2005, 2006 y 2007.



Como puede apreciarse en el gráfico 3.7, no siempre un aumento en la producción en valores, estaba acompañado de un incremento del consumo eléctrico.

Gráfico 3.8. Diagrama de correlación del consumo de energía eléctrica y producción en los años 2005 2006 y 2007.



La variabilidad y variedad de los precios de los productos procesados, provocan una muy baja correlación entre el consumo de portador energético asociado al proceso productivo (la electricidad) y las producciones expresadas en miles de pesos ( M. P. ) como se ve en el gráfico 3.8. , en el que el coeficiente de correlación  $R^2=0.0921$ . Por este método se hacía anteriormente la valoración del estado de la eficiencia energética en la empresa. Por lo antes expuesto, proponemos la utilización de un índice de consumo físico, basado en el método de la producción equivalente.

---

### **Implementación del método de la Producción equivalente.**

Para la ejecución de esta tarea, dadas las características de la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos ya descritas, en cuanto al gran número de productos que se obtienen en el proceso productivo, se necesitó procesar una gran cantidad de información, obtenida del departamento de Producción de la Empresa, que posee las cartas tecnológicas y las hojas de ruta de cada uno de los cilindros y mangueras hidráulicos que se producen en la entidad.

Por el volumen de la tarea, se priorizaron las producciones que con más frecuencia se ejecutan. Ellas son fundamentalmente, las series destinadas a cubrir la demanda del MINAZ para la zafra azucarera.

Por ejemplo, para cada cilindro hidráulico, se separaron las piezas. Estas a su vez por cada una de las etapas de todo el proceso, como corte, desbastado, torneado, taladrado, fresado, mandrilado, cromado, soldadura montaje y pintura.

Cada etapa posee un tiempo para cada una de las operaciones, el cual fue tomado, así como la potencia eléctrica de la máquina herramienta donde se efectúa la operación en cuestión.

El consumo de energía de cada operación se determinó por la fórmula universal:

$$E = P \times T,$$

Donde:

E- Energía consumida en KWh.

P- Potencia eléctrica en KW de la máquina herramienta.

T – Tiempo de cada operación en horas.

La energía obtenida en KWh, es sumada para obtener el consumo por cada pieza y cilindro en total.

La energía consumida en KWh para producir cada cilindro hidráulico, es dividida por la energía obtenida para la producción de uno de ellos, tomado como referencia, en este caso, el cilindro tipo 12-90-55-500.

Para producir este cilindro se necesitan, según datos de la hoja de ruta, 38.047 KWh.

---

Si tomamos un cilindro como el 12-40-81-153, la energía necesaria para procesarlo (según hoja de ruta) es de 20.67 KWh.

Para llevar este consumo de energía en KWh a Unidades físicas Equivalentes ( U.F.E.) es necesario dividir  $20.67 \text{ KWh} / 38.047 \text{ KWh}$ , lo que da como resultado 0.54328 U.F.E. Esto significa que para hacer un cilindro del tipo 12-40-81-153 se consume tanta energía como para producir 0.54328 cilindros del tipo 12-90-55-500.

### **Producciones no seriadas**

De igual manera se procedió con el resto de las producciones seriadas. Para el caso de las producciones esporádicas que van surgiendo, se toma la hoja de ruta antes de que finalice el mes y se repite el proceso anteriormente explicado.

### **Producción en proceso**

Una de las dificultades encontradas, fue el procesamiento de la producción que al cierre del mes no se ha terminado, lo cual incluye piezas con solo un número de operaciones realizadas. Al tener todo el ciclo productivo procesado, puede determinarse el consumo de energía originado hasta la operación a que se llegó (con el registro primario de producción). Esta energía se divide por la necesaria para producir un cilindro de referencia, obteniéndose las unidades físicas equivalentes que significa.

### **Unificación del método para todas las producciones**

El método se aplicó también a las áreas y equipos mayores consumidores, con el objetivo de unificar las unidades físicas de producción. Esto permite hablar en una sola terminología, lo que antes se hacía refiriéndose a cada una de las piezas o productos en cuestión, sin lograr una buena comprensión.

### **Los excesos de consumo.**

Todas las deficiencias en el proceso de producción, dan como resultado que el consumo real (registrado por el metro contador), es mayor que el obtenido por la suma de los consumos energéticos calculados según los datos de la hoja de ruta. Si estos fueran igual, la división entre ellos fuera igual a la unidad. En la práctica esta división da como resultado un número mayor que 1, por la existencia de consumos no asociados directamente a la producción y que son necesarios para el funcionamiento de la Empresa.

A ello hay que agregar las deficiencias ya mencionadas. Ello implica una relación no lineal entre la producción en U.F.E. y el índice de consumo físico, que se verá mas adelante.

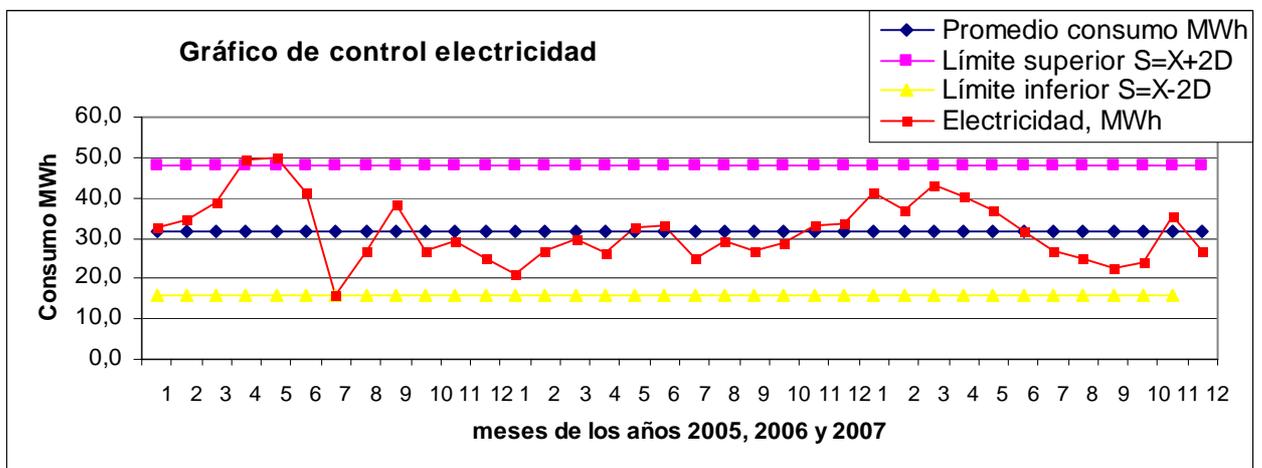
Cuando dividimos el real consumido entre lo que se debió consumir, se están comparando ambos parámetros. Es así que para producir un cilindro equivalente se necesitan 38.047 KWh; mientras que en realidad, debido a los gastos no asociados a la producción se consumen cerca de 90 KWh.

### Resultados de la utilización del método

Este método permitió además, mediante el uso de otras herramientas de la TGTEE, determinar la eficiencia con que trabaja la industria (índice de consumo físico), cuanto se ha ahorrado con respecto al período de referencia, a cuanto ascienden los gastos no asociados a la producción, planificar la energía necesaria para etapas siguientes, la correlación consumo vs producción, la tendencia en cada etapa en ahorro de energía, etc.

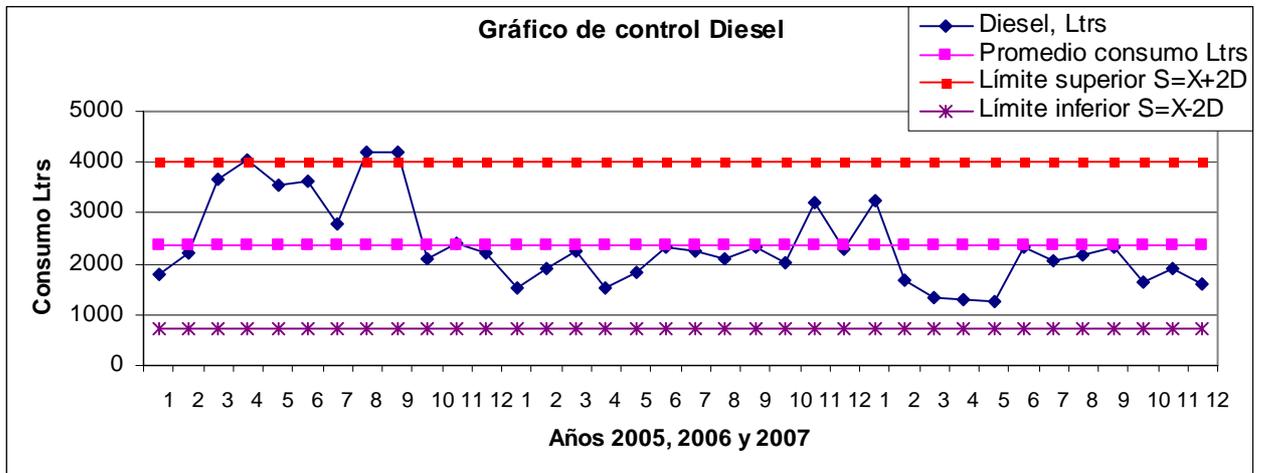
### Gráficos de control

Gráfico 3.1. de control del consumo electricidad en los años 2005, 2006 y 2007.



En el gráfico 3.1, puede verse que el proceso de consumo de energía en los últimos 3 años se ha mantenido dentro de los límites de las dos desviaciones estándar, a excepción de tres meses de los 36 totales que se analizan. Estas desviaciones estuvieron dadas por el arribo masivo de materias primas (2 primeras) y por un error en el metro contador de la fábrica. Por el resto del periodo, puede decirse que el proceso está en control.

Gráfico 3.2. Gráfico de control del consumo de diesel en los años 2005, 2006 y 2007.



En el gráfico 3. 2, puede verse que el proceso de consumo de diesel en los últimos 3 años se ha mantenido dentro de los límites de las dos desviaciones estándar, a excepción de dos meses de los 36 totales que se analizan. Estas desviaciones estuvieron dadas por el acarreo de materias primas, trasladadas masivamente de forma excepcional desde lugares lejanos como Ciudad Habana, y por la transportación de las producciones correspondientes. Por el resto del periodo, puede decirse que el proceso está en control.

### Gráficos de producción y consumo en el tiempo

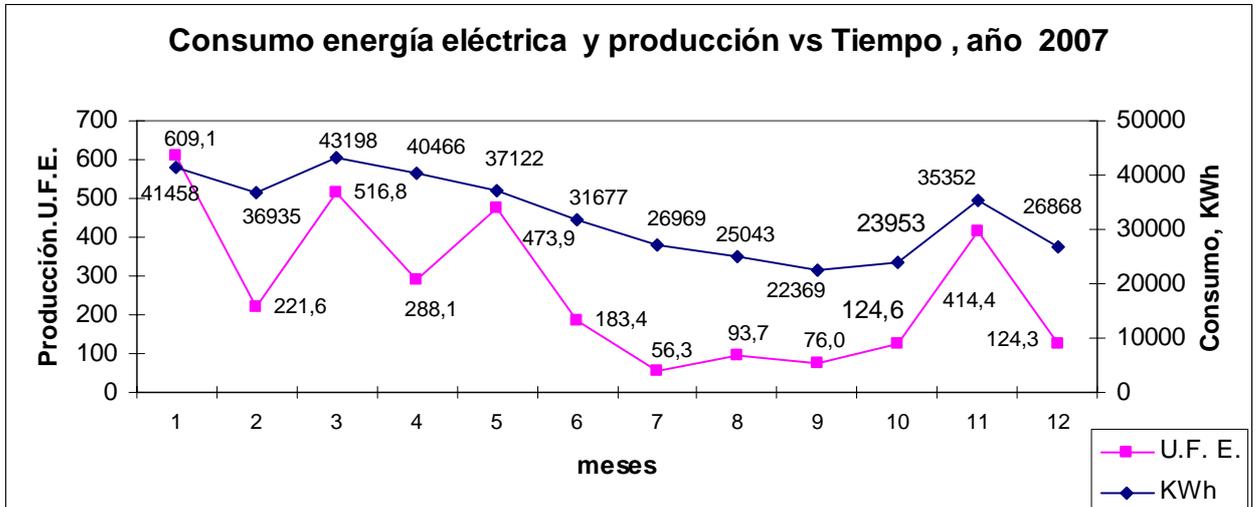
#### Gráficos de producción y consumo en el tiempo de la fábrica

Por la inmensa variedad y variabilidad de las producciones, solo se pudieron recuperar datos de las producciones en unidades físicas del año 2007; período que se toma como referencia. Para años anteriores los datos de producción en unidades de cilindros hidráulicos y Mangueras hidráulicas por meses y por tipos, no está disponible.

La gama de producciones de cilindros hidráulicos es muy amplia, lo cual dificulta la tarea.

Algo semejante sucede con las mangueras hidráulicas, lo que en menor medida, estas llevan solo 3 piezas en cada extremo y el tubo flexible importado.

Gráfico 3.3. Consumo de energía eléctrica y producción, en el año 2007.



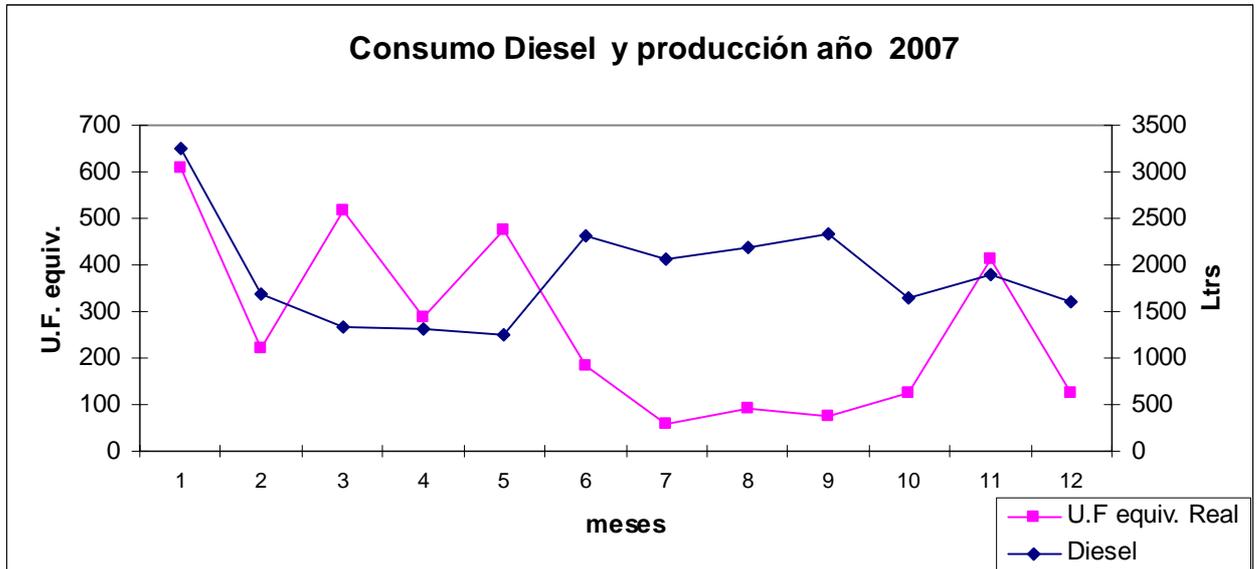
Como puede verse en el Gráfico 3.3, en febrero, la caída de la producción es un % mayor que la caída del consumo de Energía con respecto a enero. El incremento del mes de marzo en ambos parámetros presenta similar resultado. En el mes de abril la producción cae más bruscamente que el consumo. Particular comportamiento presenta el mes de mayo, cuando aumenta la producción y el consumo de energía disminuye.

La energía eléctrica participa directamente en el proceso productivo. La no correspondencia entre el comportamiento de ambos parámetros, se debe a la no coincidencia de los periodos de consumo y los de la producción reportada, además de no haberse tenido en cuenta la producción en proceso. En el segundo semestre la relación mejora por la subsanación de los errores antes mencionados.

Se llevó a cabo un proceso de capacitación al personal que lleva los registros de producciones en ambas fábricas, lo cual permite que los datos sean cada vez mas confiables.

Se cuenta en los anexos en soporte magnético, con una tabla para calcular las relaciones entre las variaciones de ambos parámetros, lo cual permite hacer una valoración del comportamiento en el tiempo de ambos parámetros.

Gráfico 3.4. Consumo de diesel y de la producción, en el año 2007.



Al analizar el gráfico 3.4, vemos que el consumo de diesel no se corresponde con la producción. Ello se debe a que el diesel es consumido principalmente en el transporte del personal general de la fábrica, y en la prestación de servicios, no participando directamente en el proceso productivo. Es utilizado además en el acarreo de materias primas y materiales, desfasados en el tiempo con respecto a la producción.

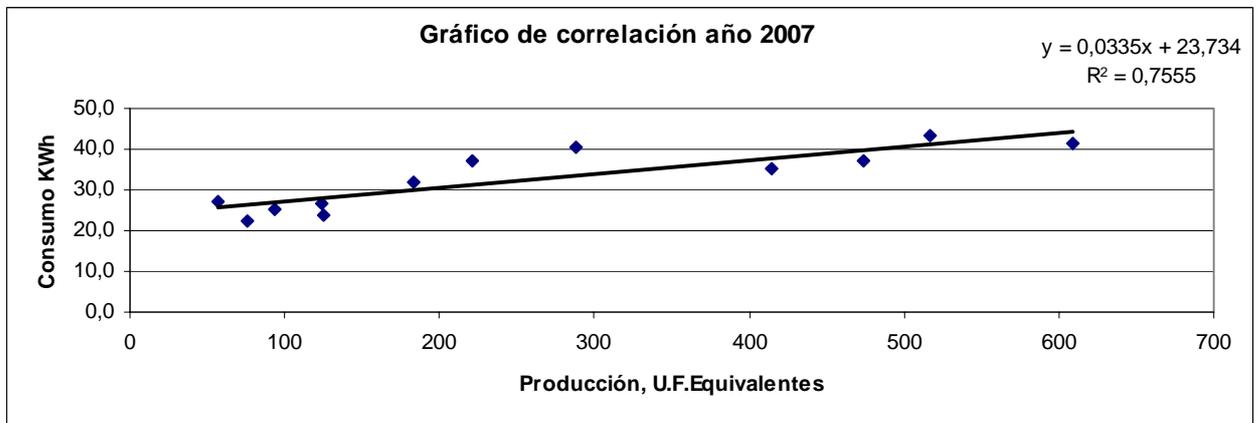
#### **Diagrama de dispersión y correlación.**

#### **Diagrama de dispersión y correlación para la energía Eléctrica.**

De todos los portadores energéticos que se consumen en la Empresa, la electricidad es el que está relacionado directamente con el proceso de transformación de la materia prima.

A continuación se muestra el gráfico de producción en unidades físicas equivalentes y el consumo de electricidad que el proceso productivo origina. Este gráfico demuestra la dependencia entre el primer parámetro y el segundo.

Gráfico 3.5. Diagrama de correlación del consumo de energía eléctrica y producción, en el año 2007.



Como puede verse en el gráfico 3.5 el  $R^2$  obtenido es ligeramente mayor a 0.75, mínimo requerido para ser válido. Esto ocurre por las razones ya expuestas en los comentarios del gráfico 3.3. Si analizamos el periodo de mayo a diciembre del mismo año, vemos que el  $R^2$  que se obtiene es muy superior (0.84), lo cual está dado por la mejoría en la información ofrecida de producción y disminución de los gastos no asociados directamente al proceso productivo. En el primer cuatrimestre del 2008, el  $R^2 = 0.85$ .

Aunque los consumos de energía eléctrica no asociados a la producción son altos, estos no son del orden de los reflejados en el gráfico (23734 KWh), Según datos del electro balance actualizado este valor ronda los 18000 KWh al mes.

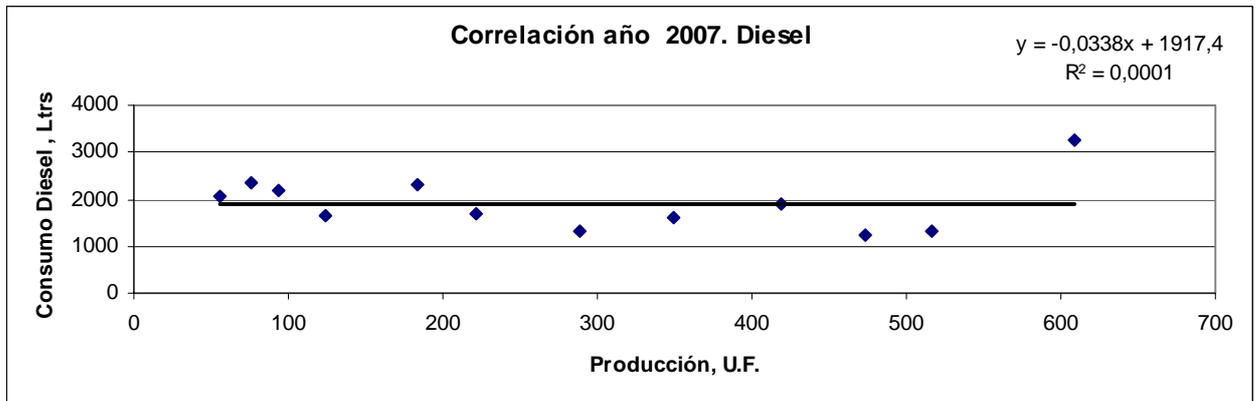
El % de consumo de energía eléctrica no asociado a la producción es elevado producto del bajo nivel de producción de la fábrica, respecto a su capacidad nominal, la utilización de equipos subcargados o incapacitados para emplear su capacidad de diseño.

Teniendo en cuenta que el  $R^2$  obtenido es superior al mínimo exigido de 0.75, se acepta como válido el índice de consumo entre energía eléctrica y U.F.E. de producción.

Mediante la ecuación obtenida, se determina la energía eléctrica mensual necesaria para la Empresa y el resultado es enviado al grupo industrial GIMAC y al Ministerio SIME.

### Diagrama de dispersión y correlación para el combustible diesel.

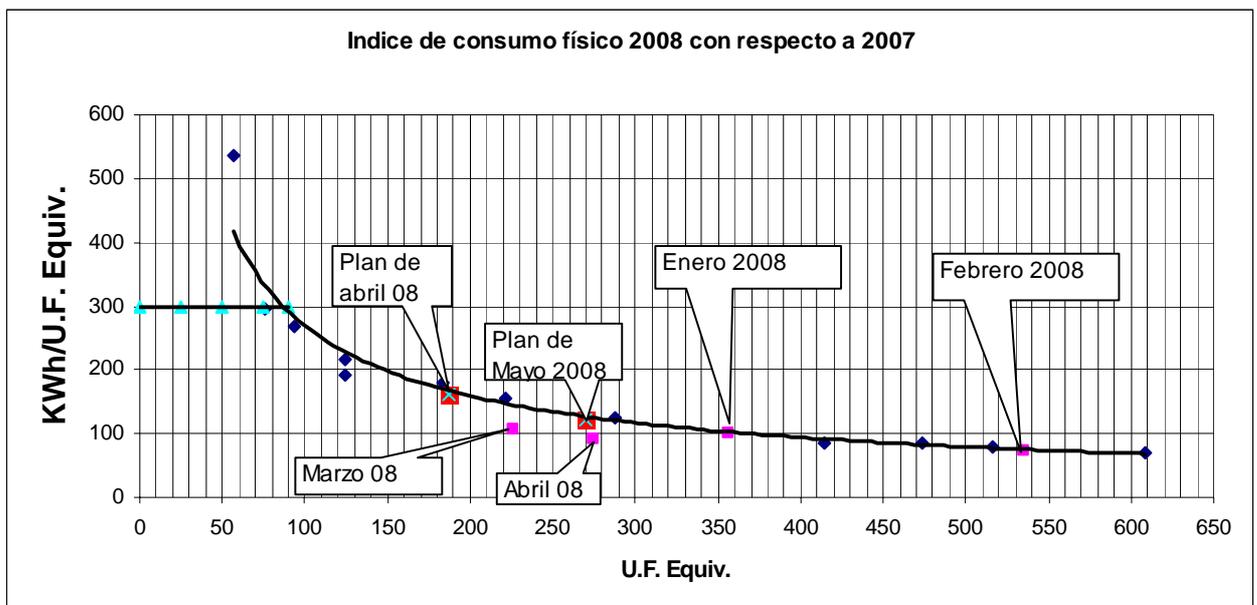
Gráfico 3.6. Diagrama de correlación del consumo de diesel y producción, en el año 2007.



El diesel no participa en el proceso productivo directamente, por lo que su coeficiente de correlación es extremadamente inferior al 75 % que se exige como mínimo (ver gráfico 3.6). Por ello se utilizan índices específicos de transporte: Mltr/Mps-Km y Mltr/MMT-Km.)

### Diagrama de índice de consumo vs. Producción. Electricidad

Gráfico 3.9. Diagrama de índice de consumo de energía eléctrica y producción, en el año 2007 y primeros 3 meses del 2008.

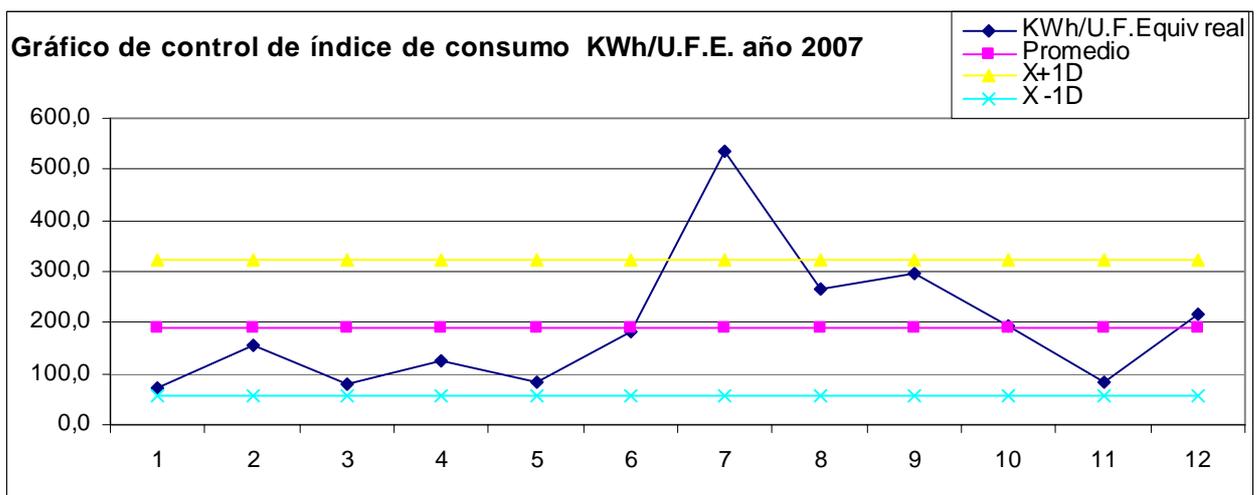


En el gráfico 3. 9, puede verse el efecto de las bajas producciones por falta de materias primas y de mercado del tipo correspondiente, las que hacen que el índice de consumo sea alto, reflejándose en mayor grado la influencia de los gastos de energía no asociados a la producción.

De acuerdo con el análisis realizado, se considera que una producción inferior a 90 U.F.E., provoca una ineficiencia considerable, pues de ese valor hacia abajo se experimenta un incremento del índice de consumo físico significativo.

Obsérvese como para los valores de producción más elevados, el índice obtenido es inferior. Por lo que se recomienda reunir todas las condiciones necesarias para trabajar en esta zona del gráfico

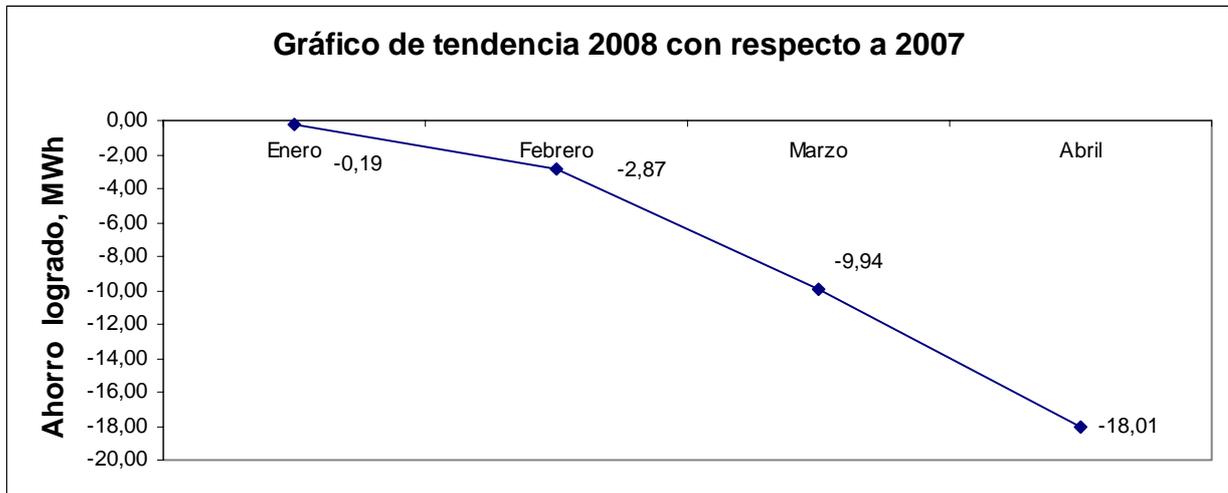
Gráfico 3.10. Gráfico de control del índice de consumo de energía eléctrica y producción equivalente, en el año 2007.



En el gráfico 3.10, puede verse que con una desviación estándar es suficiente, pues el proceso se mantiene estable en ese rango. Además, podemos ver que en el mes de julio este índice se sale de la zona de control, lo cual está dado porque la información que se ofreció de producción fue muy inferior a la real. Se procesó producción atrasada de meses anteriores que no se informó este mes.

### Diagrama de tendencia o sumas acumulativas.

Gráfico 3.11.de tendencias o sumas acumulativas.



En el gráfico 3.11, puede verse que la tendencia con respecto al año 2007 es favorable para el año 2008, con un ahorro de 18.01 MWh en el periodo de enero a abril.

A medida que se ha ido implementando un monitoreo energético sistemático sobre el uso de los equipos que definen mayor consumo de energía, así como de las medidas de ahorro de energía, han ido disminuyendo los consumos.

Especial atención se le da a la disminución de los gastos no asociados a la producción: pérdidas en transformadores internos, consumo de aires acondicionados, computadoras, precalentamientos innecesarios, uso en vacío y poca carga de equipos como el compresor, cromado y multihusillos.

#### 3.1.4. Indicadores.

Para poder controlar el consumo de portadores energéticos en la empresa, además del índice de consumo físico KWh/U.F.E para la electricidad, se propone controlar el índice físico para los aceites de corte, vinculados al proceso productivo:

Tabla 3.1. Propuesta de índices de consumo físicos para la Empresa.

INDICES DE CONSUMO FÍSICO		
No.	Área o equipo	unidades
1	Maquinado total de cilindros hidráulicos	KWh/U.F.E
2	Grupo Jatormats+Compresor	KWh/U.F.E
3		Litros aceite/ U.F.E.
4		# Piezas/Hora comp.
5	Grupo Multihusillos	KWh/U.F.E
6		Litros aceite/ U.F.E.
7	Cromado	KWh/ U.F.E
8	Servicios técnicos	KWh/ U.F.E
9	Fábrica de Mangueras	KWh/ U.F.E
10	Fábrica de Cilindros	KWh/ U.F.E
11	Empresa	KWh/ U.F.E

### Modelos del Ministerio del SIME y Estadísticas.

(Los modelos tienen un carácter general para toda la empresa).

1. Modelo 5073 -03.
2. Modelos CDA 001. y CDA-002 (Por actividades y por portador energético).
3. Modelo de Demanda total en CUC y MN.
4. Electricidad Servicios Seleccionados. (captación de demanda).
5. Demanda de combustibles por actividades.
6. Consumo de combustibles por actividades.
7. Tabla de ahorro energético.
8. Modelo de solicitud de extraplán de combustibles.
9. Modelo de extraplán de electricidad.

---

### **Propuesta de modelos de registro para el monitoreo energético.**

A continuación se presenta la relación de los Modelos propuestos para el análisis y el control del consumo de los portadores energéticos:

Modelo I: Registro Primario de maquinado total de cilindros.

Modelo II: Registro Primario de compresor

Modelo III: Registro primario de grupo Jatormats.

Modelo IV: Registro primario de grupo Multihusillos.

Modelo V: Registro primario de Cromado.

Modelo VI: Registro primario de producción detallada de cilindros hidráulicos.

Modelo VII: Registro primario de producción detallada de mangueras hidráulicas.

Modelo VIII: Autolecturas de metro contador de la fábrica.

Modelo IX: Autolecturas de metro contador de los puestos claves.

Modelo X: Registro primario del consumo de combustibles.

Modelo XI: Registro primario del consumo Gas Licuado del petróleo (GLP ).

Modelo XII: Registro primario del consumo agua.

Modelo XIII: Registro primario del aceite centrifugado.

### **Modelos tradicionales del área energética.**

Se llevan modelos generales que establecen la relación entre los consumos de portadores energéticos en unidades físicas y en TCC y las ventas totales de producción y servicios en valores, o sea intensidad energética. Se llevan modelos para algunos puestos claves que relacionan consumos de electricidad y aceites con unidades físicas pero no se cuenta con una unificación de la producción como las unidades de producción equivalente.

#### **3.1.5. Fundamentación de indicadores.**

##### **Criterios para validar los indicadores.**

Estos criterios se basan fundamentalmente en la determinación del grado de correlación existente entre las variables analizadas, Energía eléctrica vs. Unidades Físicas

---

Equivalentes (U.F.E.). Para que esta correlación sea considerada aceptable, el coeficiente correlacional debe ser superior a 0,75 ( $R^2 > 0,75$ ). Para normalizar los indicadores se deben tener en cuenta los índices físicos alcanzados durante un período determinado en el puesto clave, área o fábrica, teniendo en cuenta que las condiciones energéticas sean similares.

En Cuba no existen fábricas que se dediquen a la misma producción que Oleohidráulica Cienfuegos, por lo que no se tienen referencias nacionales de índices de consumo físicos, para las producciones y el equipamiento aquí instalado.

#### **Definiciones elementales:**

- **Registro Primario (RP):** Herramienta que debe llenar y mantener actualizado el operario o técnico correspondiente.
- **Unidades Físicas Equivalentes ( U.F.E.) :** Unidad tomada para definir la producción general de la fábrica que se establece por la relación que existe entre lo que se consume en energía eléctrica en KWh para elaborar cada unidad de producto y lo que se consume en energía eléctrica para elaborar un cilindro hidráulico tipo 12-90-55-500 (38.047 KWh/ Unidad ) tomado como referencia.
- **Área mayor consumidora:** Es el equipo, o conjunto de ellos de un proceso que tiene una incidencia determinante en el consumo real de portadores energéticos primarios (electricidad, fuel, diesel, etc.) o secundarios (vapor, aire comprimido, frío).

#### **3.2. Soporte computacional del sistema de gestión energética.**

Se crearon varios archivos en la aplicación excel. La información introducida es procesada en cada uno de ellos. El resultado se muestra automáticamente en otras tablas y gráficos.

Los datos iniciales que se introducen son: Energía eléctrica consumida (desde archivo de Autolectura, de forma automática), cantidad de cilindros hidráulicos o piezas de estos que fueron procesados durante el mes, en caso de que el cilindro no haya sido procesado completamente durante en ese periodo.

Para el caso de las piezas que no han sido terminadas, se introducen en la tabla, hasta la operación última realizada, lográndose así tener en cuenta la producción que quedó en proceso.

Para el caso de las mangueras hidráulicas, el procedimiento es semejante.

Fue necesario crear una gran base de datos, con los tiempos de operación en las máquinas herramientas y los tipos de estas utilizados para cada una de las operaciones.

Los archivos creados permiten determinar los índices de consumo físicos, por turnos de trabajo, diarios y en el mes, para los mayores consumidores y la empresa en general. Esto es importante para poder detectar las causas de las desviaciones de los índices de consumo y tomar las medidas correctivas a tiempo.

A partir de los gráficos, pueden determinarse el comportamiento de los índices de consumo con respecto al periodo de referencia , la energía eléctrica no asociada a la producción y la que tiene respaldo productivo, el comportamiento del consumo en el tiempo, con respecto al año anterior ( gráfico de control ), el comportamiento de la producción y del consumo en el tiempo , la correlación entre ambos parámetros, y a través del gráfico de tendencia , la comparación entre lo que debió consumirse y lo consumido realmente, así como lo ahorrado en todo el periodo con respecto a la etapa de referencia ( comúnmente el año anterior ).

---

### Conclusiones Parciales

1. Es necesario tomar una serie de medidas técnicas y organizativas para poder implementar un sistema de monitoreo y control de la energía en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos .
2. Se logran establecer 13 indicadores para valorar el estado energético de la empresa.
3. El índice kWh/U.F.E. es una herramienta que permite controlar el consumo de energía, dado al coeficiente de correlación ( $R^2$ ) que existe entre las magnitudes a analizadas  $R^2=0,7555$  para el 2007 y  $R^2 =0.8583$  para el 2008.
4. La diversidad y variabilidad en tipo y cantidad de las producciones es un gran obstáculo en las empresas metalmecánicas, para poder determinar la producción física equivalente mediante el método del mismo nombre. Aún así, el método siendo usado correctamente, teniendo en cuenta las etapas a que se llega en las producciones en proceso por piezas y productos, da una idea bastante exacta de la producción alcanzada en el periodo, permitiendo hacer los análisis correspondientes con exactitud.
5. La creación de una amplia base de datos y la utilización de esta en soporte computacional, permite tener un sistema automatizado para ver con claridad el comportamiento del uso de la energía en el tiempo, relacionada con el proceso productivo, poder determinar cuanto se consumió y compararlo con lo que debió consumirse, así como los ahorros alcanzados, entre otros datos.

---

## **Capítulo 4: Diagnóstico de recorrido. Proyectos de mejoras, evaluación económica de proyectos.**

### **4.1. Diagnóstico de recorrido en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos.**

Con el objetivo de evaluar el grado de eficiencia con que se transforma y usa la energía en esta empresa, se realizó inicialmente un Diagnóstico Energético Preliminar o de Recorrido, apoyados en personal técnico especializado de las siguientes áreas: Brigada eléctrica, Brigada mecánica, área de desarrollo técnico, área de servicios técnicos, área de transporte, Departamento Contable, trabajadores y personal de dirección, lo que permitió establecer una panorámica global del estado energético y una idea preliminar de los potenciales de ahorros energéticos y económicos.

Se definió el alcance del Diagnóstico Energético, de primer Nivel (DEN 1), donde se tuvieron en cuenta los aspectos del Diagnóstico Energético Preliminar, logrando los objetivos propuestos:

- Recopilar y desarrollar una base de datos de consumo, costo de energía y producciones en unidades físicas.
- Definición de índices físicos energéticos globales.
- Evaluación de la situación energética en la empresa.
- Evaluación del nivel de instrumentación y su utilidad en el nivel energético.
- Identificación de medidas de ahorro de energía.
- Establecimiento de estrategias para la implantación de un programa de ahorro de energía.
- Identificar la necesidad y conveniencia de implementar un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE).

#### **4.1.1. Resultados del recorrido efectuado.**

- ❖ Existe un mal Estado del equipamiento tecnológico por desgastes del mismo.
- ❖ Atrasos tecnológicos y obsolescencia de la instrumentación y componentes eléctricos.

- 
- ❖ No existe ninguna estimulación material al personal vinculado a la eficiencia energética.
  - ❖ Problemas en la calidad de los mantenimientos, que podría ser superada con una mayor inversión en el tema tanto en la parte industrial como en la parte automotor.
  - ❖ No se logra la motivación en función de la eficiencia energética a todo el personal de operación.
  - ❖ No se sigue lo establecido por la tecnología, por no tener instrumentos de medición o no estar estos en buen estado.
  - ❖ Existen problemas técnicos característicos de cada una de las áreas.

#### **4.1.2. Evaluación de la energía eléctrica.**

##### **a) Evaluación del área de maquinado total de cilindros hidráulicos.**

Esta área no posee un metro contador independiente. En ella existe una gran variedad de máquinas herramientas en número considerable: Tornos, fresadoras, mandriladoras, rectificadoras, taladros, etc, resultando ser el área de mayor consumo eléctrico de la empresa. En ocasiones el aprovechamiento del tiempo de máquina no es el óptimo, se dejan máquinas conectadas innecesariamente, se utiliza la materia prima sobredimensionada para pequeñas cantidades de piezas específicas, se utilizan máquinas de mayor consumo que otras que hacen la misma función. Se ha trabajado con el personal para disminuir el efecto de estas dificultades. Se utiliza una mordaza neumática que en ocasiones trabaja sola con el compresor. Se usa en ocasiones una prensa de 14 KWh de consumo para producciones que pueden hacerse en una de menor tamaño y consumo (4.8 KWh ). Se pintan cilindros hidráulicos utilizando un compresor que consume 25 veces más energía que la necesaria.

##### **b) Evaluación de los consumos no asociados a la producción.**

Esta área no posee un metro contador independiente. Está compuesta por las áreas de oficinas (iluminación, computadoras y equipos de climatización), servicios de mantenimiento, herramental y cocina-comedor. A ellos se agregan las pérdidas en el sistema eléctrico. Constituye la segunda área en el consumo de energía eléctrica cuando

---

la empresa está a plena capacidad y para condiciones de bajas producciones pasa a ser el área de mayor consumo.

**La climatización** es utilizada además en locales tecnológicos para máquinas herramientas de precisión. Algunas puertas carecen de dispositivo de cierre automático, existen fuentes de calor y deficiencias en la arquitectura de algunos locales, que elevan la carga térmica y dificultan la circulación del aire refrigerado en los mismos respectivamente. En ocasiones por descuido, los equipos de aire acondicionado se quedan conectados después de la jornada laboral.

### **c) Evaluación del conjunto compresor-SAC +Jatormats.**

**SAC-** Sistema de aire comprimido.

Esta área no posee un metro contador independiente. El compresor, a pesar de ser un equipo moderno, no funciona con toda la eficiencia posible, debido a que no se le da el mantenimiento requerido, producto del encarecimiento del juego de piezas y materiales para este fin. Esto propicia el aumento de la temperatura y presión en el interior del equipo, lo que a su vez hace que aumente el consumo de energía y que se condense el vapor de agua en su interior, lo cual propicia la corrosión y acortamiento de la vida útil del equipo. La no existencia de un conducto para la evacuación del aire de enfriamiento del compresor obstaculiza la transferencia de calor del equipo al medio ambiente. Esto significa un aumento del consumo de energía, (por cada +3 °C se produce un incremento del 1 % en el consumo de energía. [9]

El incremento se produce además en el consumo de aceite (disminución de la viscosidad y fugas de este), lo que origina la disminución de la calidad del aire, incrementándose el nivel de roturas en los consumidores por alta humedad y presencia de aceite en el flujo, Esto a su vez, conduce a que las máquinas Jatormats trabajen muy lentamente, disminuyendo su productividad.

La succión del compresor está ubicada en un lugar fresco y limpio.

De un grupo inicial de 10 máquinas acopladas al compresor, por su envejecimiento, deterioro y alto nivel de roturas solo trabajan 2 ó 3 máquinas al unísono, obteniéndose muy baja productividad con un gasto fijo de energía eléctrica en el compresor muy alto.

---

Persisten algunos salideros que pueden ser suprimidos lo cual significa un 10 % de pérdidas.

**d) Evaluación de grupo Multihusillos.**

Esta área no posee un metro contador independiente. Estos equipos, a pesar de ser altamente productivos, no trabajan a plena capacidad (casi siempre con menos de 6 husillos) por falta de boquillas y otros dispositivos que pueden ser elaborados en la fábrica, solo hay que importar los materiales. Por falta de capacitación del personal no se aprovecha la versatilidad de las máquinas (producción de varios tipos de piezas para sustituir a los Jatormats que son alto consumidores de energía de conjunto con el compresor). Esto es necesario en tanto se ejecute la inversión prevista para mejorar la eficiencia en estas producciones.

**e) Evaluación de Cromado.**

Esta área posee un metro contador independiente. Tiene un equipamiento con alto nivel de desgaste y no posee control de temperatura de los baños galvánicos. El proceso es mas lento de lo que indica el fabricante, debido a la no existencia de instrumentos para regular las variables de control que permiten agilizarlo. Las cubas tienen capacidad limitada, pues el largo de estas no permite procesar una gama de cilindros de mayor tamaño, por lo que hay que emplear el doble del tiempo en las dos mitades.

El calor producido en las resistencias, es transferido a través de una superficie termo aislante al depósito interior, y al baño galvánico.

El fabricante situó una cuba interior de plomo, la cual transfería el calor sin dificultades. Producto del nivel de deterioro y roturas, esta cuba fue sustituida por una de fiberglass, que presenta gran resistencia al paso del flujo de calor.

Las resistencias originales, estaban situadas de forma horizontal y debajo de la cuba, por lo que la transferencia de calor por convección, era directa entre las resistencias y la disolución. Las actuales, están situadas de forma vertical. Al transferirse el calor por convección, se obtiene una mayor temperatura en la zona cercana a las resistencias; mientras que en el resto, la temperatura es menor.

---

Las resistencias son conectadas de forma manual por la noche, no siempre a la misma hora, lo que origina un consumo innecesario en el precalentamiento.

Todo esto dificulta el funcionamiento eficiente del equipamiento de ese consumidor.

**f) Evaluación del suministro eléctrico.**

La empresa Oleohidráulica Cienfuegos se alimenta de la red nacional a través de un transformador de 630 KVA de potencia nominal exclusivo (solo para la entidad) que reduce la tensión de 33 KV a 0.48 KV. El transformador está sobredimensionado, pues la demanda a plena carga de la empresa, no sobrepasa los 300 KVA. Las pérdidas por transformación fundamentalmente de vacío, son de más de 1 MWh al mes. En el interior de las fábricas, existen 17 transformadores que reducen la tensión de 0.48 KV a 220v y 110 v., algunos de los cuales se encuentran subcargados o no se desconectan en horarios de baja demanda por no tener breakers independientes. La pizarra general de distribución (PGD), data de la época de diseño de la empresa, por lo que se hace muy difícil poder independizar la alimentación de los puestos claves y de ambas fábricas que se fueron complejizando con las transformaciones que fueron experimentando. Existen máquinas herramientas en fábrica de mangueras que pertenecen a la fábrica de Cilindros hidráulicos, aunque ya se hizo un intento por separar ambas fábricas eléctricamente.

Los niveles de corto circuito se encuentran en los rangos dentro de la norma. Existe alto nivel de armónicos por lo que la distorsión de ondas es considerable. Los niveles de voltaje, aunque en el límite de la norma, son altos, lo que ocasiona el aumento de pérdidas, encontrándose el transformador en la derivación inferior, por lo que no se puede disminuir la tensión de salida del equipo.

La máxima demanda se contrata de acuerdo a la demanda real del horario pico que se va obteniendo por etapas del año, por lo que la diferencia con la lectura real de la OBE no es significativa. No se tienen penalizaciones de alto valor monetario.

Se encuentran conectados los capacitores necesarios para compensar la demanda de potencia reactiva, obteniéndose bonificación por buen factor de potencia en la factura eléctrica. No se cuenta con un sistema automático de control para la conexión y desconexión de capacitores de acuerdo a la demanda de potencia reactiva.

La tarifa aplicada es la M -1 A.

---

**g) Evaluación del sistema de iluminación.**

El alumbrado de las oficinas se efectúa con lámparas de 40 W, en los pasillos, con lámparas de 20 W; mientras que en los talleres, la iluminación es con lámparas de 40 W, de las cuales funciona menos del 50 %. Existen además en estos lugares de trabajo, lámparas de vapor de Hg de 250 W para el alumbrado nocturno, en caso de que los talleres trabajen. Se tiene un sistema de iluminación para el horario nocturno independiente, lo que permite desconectar el resto de la iluminación, en caso de que los talleres no estén trabajando. Por lo general el alumbrado ha sido deficiente durante varios años. La empresa posee en el edificio productivo, ventanales de cristal, lo que permite la no utilización del alumbrado en días soleados.

**4.1.3. Evaluación del combustible Diesel.**

Este combustible es usado fundamentalmente en el transporte de personal y en el acarreo de materias primas, así como en la prestación de servicios llave en mano por todo el país. No se efectúan los mantenimientos en tiempo y con la rigurosidad necesaria, lo cual atenta contra la vida útil y la eficiencia con que trabajan los equipos. Por limitaciones con el parque automotor (alto nivel de roturas), se hace necesario usar en ocasiones equipos no idóneos (de mayor consumo y de mayor capacidad de la necesaria) Se han tomado medidas como la remotorización de equipos, la limitación de recorridos y uso de motos para gestiones administrativas. No se planifica debidamente el uso del parque automotor.

**4.2. Oportunidades de ahorro. Propuestas de proyectos de mejoras.**

Las mayores potencialidades de ahorro se encuentran en la energía eléctrica que representa más del 70 % del total del consumo de portadores energéticos. Las áreas que ocasionan los mayores consumos son: maquinado total, consumidores no asociados a la producción, compresor + Jatormats, Grupo Multihusillos y Cromado. El equipo mayor consumidor es el compresor y las medidas propuestas se centran en este equipo y en las áreas claves. Existen posibilidades de ahorro también en el combustible diesel, portador que ocupa el segundo lugar en importancia de la empresa con un 14 % del total.

---

#### **4.2.1. Oportunidades de ahorro.**

El plan de medidas constituye un aspecto clave que permite ir aprovechando el potencial de racionalidad que presenta la empresa. El control del consumo de los portadores energéticos debe ir acompañado de una serie de medidas diseñadas para alcanzar niveles de consumo acorde con las necesidades reales. Esto debe entenderse como racionalidad en la utilización de la energía necesaria para garantizar la calidad de la producción terminada y la satisfacción de las exigencias del cliente.

El plan de medidas en una primera etapa está orientado a tres categorías:

1. Medidas de planificación, control y evaluación.
2. Medidas para disminuir el uso indebido de equipos e instalaciones.
3. Medidas de pequeñas y medianas inversiones, dirigidas a aumentar la calidad de las mediciones y mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones.

#### **Medidas de planificación, control y evaluación.**

1. Planificar el consumo de portadores energéticos en función de:

- Producción física equivalente a procesar en el mes.
- Máquinas herramientas disponibles.
- Composición del plan entre producción interna y servicios a terceros (los últimos para la planificación de combustibles) .

2. Informar a las áreas de la situación energética diariamente y la necesidad de usar racionalmente la energía. Que propongan sus medidas en cada local entre las que se debe incluir el establecimiento de un horario estricto del uso de la climatización, iluminación, y todo aquello que consuma energía. Realizar talleres y seminarios sobre eficiencia energética.

3. Medir el consumo diario. Estimación de gastos. Evaluación del cumplimiento del plan propuesto. Evaluación del cumplimiento de las medidas en ejecución.

4. Evaluación del cumplimiento del Plan de Gastos en portadores energéticos.

---

Evaluación y adecuación del plan de medidas y de gastos, en función del índice de consumo propuesto.

5. Control del cumplimiento del plan de medidas. Comunicar en matutinos, y reflejar en murales los resultados alcanzados.

6. Creación de la comisión de uso racional de la energía de la empresa, Integrada por los operadores de los puestos claves, jefes de las principales áreas consumidoras, la dirección y mantenimiento.

7. Garantizar la entrega de copias de facturas eléctricas y conciliar con los controles diarios de consumo llevados por el energético.

8. Mantener actualizada a la dirección en caso de cambios de tarifas de los portadores energéticos, la máxima demanda y el factor de potencia.

9. Actualización diaria de los registros primarios en los puestos claves, análisis de índices de consumo físicos y de las causas de sus desviaciones con los operarios y jefes de los puestos claves.

#### **4.2.2. Medidas para el ahorro de energía eléctrica.**

##### **Medidas organizativas para el uso eficiente de equipos y áreas.**

Las siguientes medidas nos llevan a todas las cuestiones relevantes que están relacionadas con el uso eficiente, desde el punto de vista energético, de todos los equipos eléctricos que hoy existen en la empresa. El consumo de energía de máquinas herramientas, aires acondicionados, alumbrado, así como equipos informáticos sólo puede ser eficiente cuando está organizado correctamente, logrando reducir el tiempo de funcionamiento de estos.

##### **a) Área de maquinado total de cilindros hidráulicos.**

- Garantizar al máximo el aprovechamiento del tiempo de máquina, creando todas las condiciones organizativas posibles del puesto de trabajo y ciclo productivo.
- Tratar de utilizar en lo posible, el material mas cercano al idóneo para las producciones no seriadas.

- 
- Concientización del personal en la necesidad de no dejar conectados las máquinas herramientas, los ventiladores y el alumbrado.
  - Chequear y efectuar el ajuste del sistema de transmisión de movimiento por correas y poleas.

#### **b) Consumos no asociados a la producción**

- Garantizar la desconexión de aires acondicionados después de terminada la jornada laboral.
- Eliminación de fuentes de calor innecesarias como refrigeradores en los locales climatizados.
- Gestionar con OBE la sustitución del transformador de entrada por uno de menor potencia.
- Siembra de árboles en el exterior de los locales, donde esto es posible.

#### **c) Compresor**

- Limpieza del local del compresor y del interior de este.
- Actualización del balance de carga y capacidad del SAC después de eliminados los Jatormats teniendo en cuenta la posibilidad de almacenar aire y programar el compresor para el régimen de arranque y pare.

#### **d) Grupo Multihusillos**

- Capacitación del personal para lograr la versatilidad de las máquinas.
- Gestionar materias primas necesarias para la elaboración de boquillas y de otros dispositivos.
- Garantizar que todos los husillos trabajen en cada máquina.

#### **e) Área de Cromado**

- Trabajo en campaña.
- Mantenimiento sistemático de contactos eléctricos.
- Desconexión manual los fines de semana del control de resistencias.

**f) Suministro eléctrico.**

- Proseguir la recontractación de la máxima demanda según necesidad, dos veces al año.
- Terminar estudio para la Independización de alimentación eléctrica de puestos claves y de ambas fábricas.

**g) Sistema de iluminación.**

- Desconexi
- Limpieza de difusores.
- Pintura de paredes de colores claros.
- Desconexión del alumbrado en talleres en días soleados.

**Medidas de pequeñas inversiones.****a) Área de maquinado total de cilindros hidráulicos.**

- Hidraulización de la mordaza neumática.
- Recuperación de prensa pequeña.
- Adquisición de pistola para pintar que sustituya a la actual defectuosa.

**b) Consumos no asociados a la producción.**

- Adquisición de dispositivos para el cierre automático de las puertas en los locales climatizados.
- Remodelar las instalaciones climatizadas para evitar el contacto entre las fuentes de calor y el aire refrigerado. Crear aberturas en la parte inferior de las paredes para garantizar la circulación del aire por todas las habitaciones refrigeradas con un solo equipo de aire acondicionado.
- Adquisición de breakers y cables para la desconexión de transformadores subcargados y para la agrupación de cargas de estos.
- Adquisición de pinturas que faciliten la reflexión de la luz en los techos de las oficinas climatizadas.

---

**c) Compresor- SAC.**

- Adquisición del juego para efectuar el mantenimiento del compresor.
- Fabricación de conducto para evacuar aire de enfriamiento caliente del local del compresor como lo indica el fabricante.

**d) Grupo Multihusillos.**

- Ver proyecto de mejora # 2.

**e) Área de Cromado.**

- Conexión de control automático de resistencias para el precalentamiento del baño galvánico nocturno.

**f) Suministro eléctrico.**

- Adquisición de breakers para la operación de los capacitores.

**g) Sistema de iluminación.**

- Sustitución de lámparas de 40 W por lámparas de 32 W.
- Disminución de la altura de las luminarias.

Están definidas las medidas técnico organizativas, para ahorrar energía eléctrica, en cada área de la empresa. Estas aparecen en los murales y son analizadas con los trabajadores. De igual manera sucede con cada una de las áreas mayores consumidoras.

**4.2.3. Medidas para el ahorro de combustible diesel.****Medidas organizativas para el uso eficiente de equipos y áreas.**

- Planificación racional y uso del parque automotor de acuerdo a necesidades de la empresa y disponibilidad del primero.
- Planificación y cumplimiento estricto de los planes de mantenimiento.
- Uso de equipos ligeros y motos para todas las actividades que lo permitan, nunca carros pesados de alto consumo de combustible.
- Uso de lonas para disminuir fricción del aire con la carga en camión KAMAZ.

---

**Medidas de pequeñas inversiones.**

- Adquisición de materiales necesarios para la prestación del mantenimiento a los equipos.
- Adquisición de baterías de acumuladores y motores de arranque para los equipos que aún no los poseen.

**4.2.4. Propuestas de proyectos de mejoras.****Propuesta de proyecto de mejora # 1: Remodelación del Área de Cromado.****Amenazas y deficiencias de la instalación actual:**

- El estado de deterioro de este equipamiento no permite más reparaciones.
- Los niveles de consumo de energía duplican los valores que ofrece el fabricante por su estado técnico: No funcionan el control de temperatura ni los instrumentos de medición, existe deterioro de ánodos y contactos de forma irreversible.
- Se corre el riesgo de derrames y contaminación muy peligrosa del medio ambiente, con metales pesados.
- Existen riesgos de accidente para el personal que labora en el área.
- Tiene limitaciones para procesar vástagos de tamaño mayor de 1.5 metros de largo, lo que impide dar la respuesta rápida que solicitan varios clientes y aumenta la incidencia de los consumos no asociados a la producción.
- Transferencia de calor a través de un termo aislante, por no poder situar las resistencias en el interior de la disolución (efecto de ácidos disueltos).

**Ventajas del equipamiento previsto para ser instalado:**

- Permitirá asumir producciones que hasta ahora es imposible asumirlas (profundidad de la cuba de 2.5 m).
- Agilizará el proceso de recubrimiento de metales, con el consiguiente ahorro de energía por este concepto. (Por ser dos cubas).

- 
- Posee control de temperatura digital, lo cual permite utilizar solo la energía requerida para mantener la temperatura del baño en el valor prefijado. Esto mejora la calidad del producto además.
  - Las resistencias pueden ser colocadas dentro del baño por ser de Titanio, lo cual mejora la transferencia de calor a la disolución.
  - Permite sustituir los ánodos por nuevos y del tamaño correspondiente a la nueva cuba y metales a procesar.

**Propuesta de Proyecto de mejora # 2: Sustitución de grupo de máquinas Jatormats por grupo de Multihusillos.**

**Amenazas y deficiencias de la instalación actual:**

- El estado de deterioro de este equipamiento no permite más reparaciones.
- El alto nivel de roturas, provoca una muy baja productividad en las máquinas herramientas (la mayoría del tiempo trabajan una o dos máquinas); mientras que el compresor tiene que trabajar todo el tiempo, consumiendo gran cantidad de energía como gasto no asociado a la producción.
- Se corre el riesgo de que se paralice la producción por el estado técnico de este equipamiento, que ya hace varios años terminó su vida útil.
- La baja productividad está además relacionada con el hecho, de que cada máquina herramienta de este tipo posee un husillo solamente )

**Ventajas del equipamiento previsto para ser instalado:**

- Alta productividad (cada máquina posee 6 husillos).
- Bajo consumo de energía.
- Gran fiabilidad.
- No se necesita aire comprimido para el funcionamiento, lo que elimina la utilización del compresor en la fabricación de racores.

---

### **4.3. Elaboración de los principales proyectos de mejoras. Desarrollo técnico, evaluación económica de proyecto.**

#### **4.3.1. Desarrollo técnico.**

##### **Propuesta de proyecto de mejora # 1: Remodelación del Área de Cromado.**

La remodelación consiste en:

- Reparación de una de las cubas y la sustitución de la segunda, por una de mayores dimensiones (1.520x1060x2.700 m m para la cuba exterior y 1.220x780x2.500 m m para cuba interior).
- Compra de 40 ánodos de plomo (PB/Antimonio 6 %).
- Compra de 8 calentadores o resistencias de titanio de 3 KW cada uno.
- Compra de dos controles de temperatura.
- Compra de dos amperímetros de 2 KA, 30 mV.

##### **Proyecto de mejora # 2: Sustitución de grupo de máquinas Jatormats por grupo de Multihusillos.**

La propuesta consiste en la sustitución del grupo de máquinas automáticas de marca Jatormats (de procedencia española) y del uso del compresor marca compair 337, para la alimentación del accionamiento y del control de las mismas, por las maquinas Multihusillos (soviéticas) existentes en la empresa. Estos equipos son utilizados en la producción de racores para la fabricación de mangueras hidráulicas.

Se prevé aumentar la productividad y la producción para asumir retos mayores, con el consiguiente ahorro de energía y de tiempo. Ello implica el trabajo a tres turnos de 4 máquinas con 6 husillos.

Se necesitan una serie de dispositivos, para la fabricación de los cuales, es necesario importar aceros especiales.

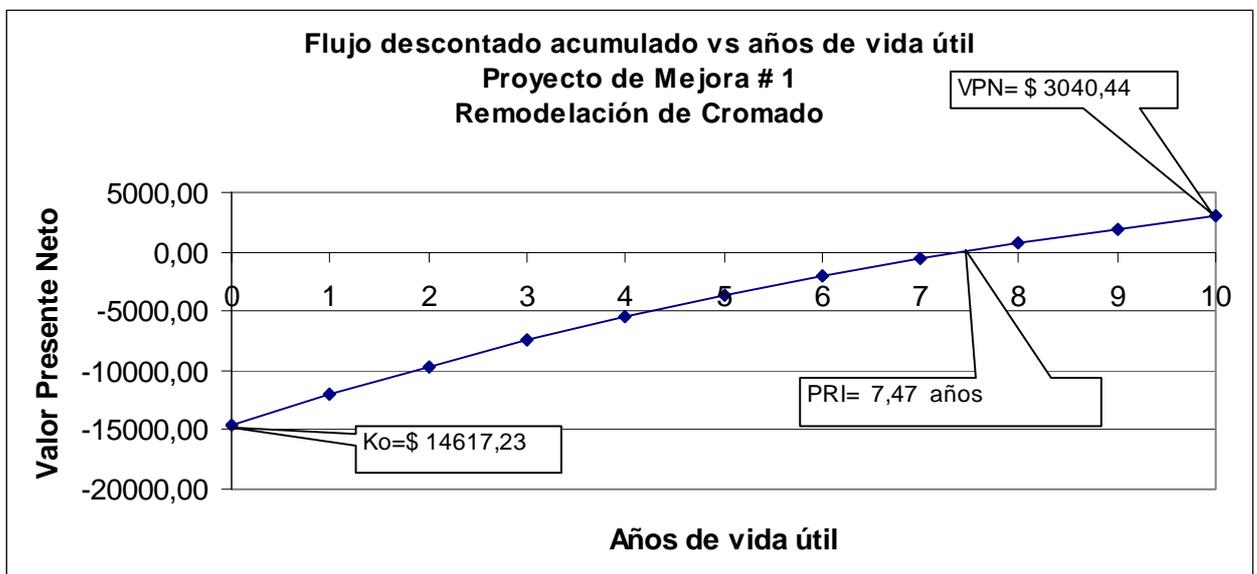
Por el beneficio económico y la operatividad (posibilidad de dar respuesta al país de forma inmediata), se toma la decisión de llevar a cabo la inversión.

### 4.3.2. Evaluación económica de proyectos.

Haciendo uso de las técnicas más difundidas en la actualidad y más confiables para la evaluación de proyectos, las que toman en consideración el valor del dinero en el tiempo al analizar los beneficios y costos esperados durante la vida útil del equipamiento, como son: VPN (Valor Presente Neto), TIR (Tasa interna de Retorno) y el PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión), se realizó el análisis de los proyectos propuestos.

#### Propuesta de proyecto de mejora # 1: Remodelación del Área de Cromado.

Gráfico 4.1. Comportamiento de indicadores financieros en el tiempo para el proyecto # 1



Por los resultados mostrados consideramos que este proyecto es económicamente viable al lograr obtener ganancias de \$3040.44, y recuperar la inversión en un periodo de 7.47 años con una tasa interna de Retorno de un 14.65 %, cumpliendo con los rangos de valores límites aceptables para la ejecución de proyectos. Estos datos pueden verse en la Tabla 4.1.

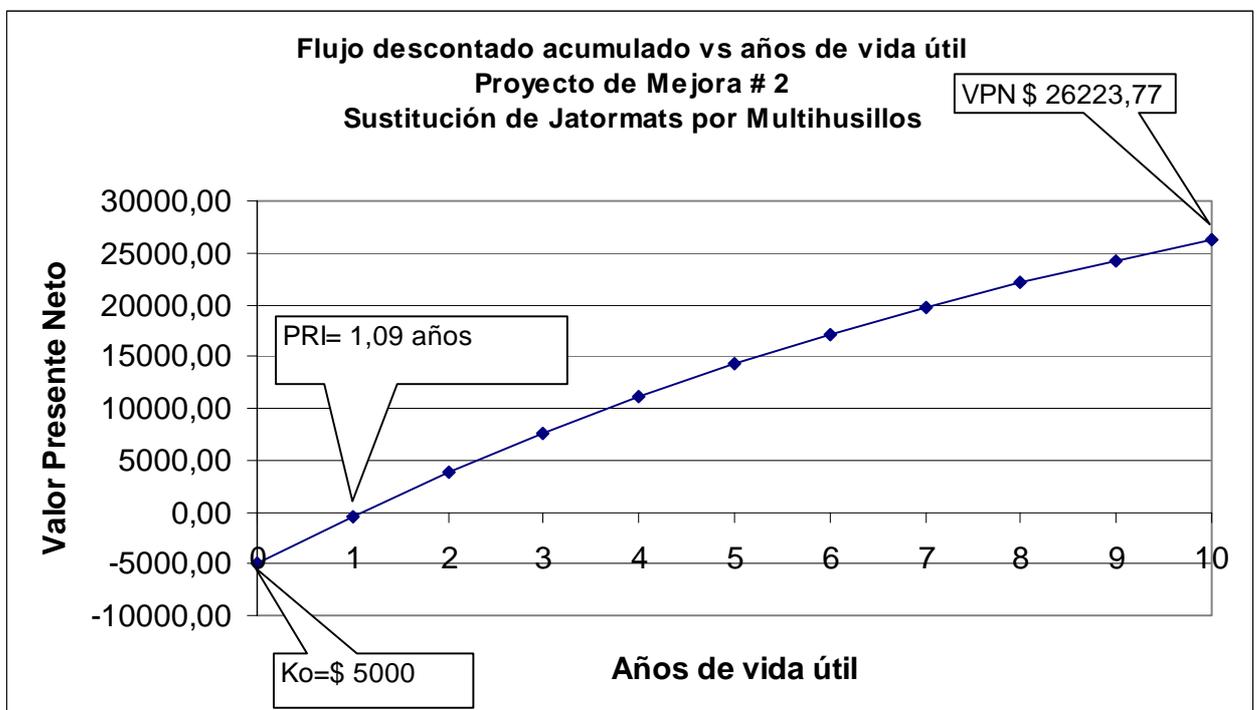
Debe tenerse en cuenta que el estado del equipamiento es un elemento de peso mayor en este caso, pues las amenazas referidas en el punto 4.2.4. pueden hacer que se pare la producción de la Fábrica de Cilindros Hidráulicos , de no llevar a cabo la inversión lo antes posible.

En la prolongación del periodo de recuperación, tienen gran incidencia el hecho de que para el sector metalúrgico, la tasa de impuesto sobre la ganancia es alta, de un 35 %; mientras que la tasa de descuento es de un 10 %.

El período de recuperación simple es solo de 4.37 años, compárese con el obtenido de 7.47 años.

### Proyecto de mejora # 2: Sustitución de grupo de máquinas Jatormats por grupo de Multihusillos.

Gráfico 4.2. Comportamiento de indicadores financieros en el tiempo para el proyecto # 2.



Por los resultados obtenidos puede decirse que este proyecto es económicamente viable, al lograr obtener ganancias de \$ 26223.77, y recuperar la inversión en un periodo de 1.09 años con una tasa interna de Retorno de un 101.54 %, cumpliendo con los rangos de valores límites aceptables para la ejecución de proyectos, que fueron procesados y se muestran en la Tabla 4.1. Nótese que los ahorros obtenidos por este proyecto son considerables (6608.70 CUC) al año, con respecto a la inversión requerida de 5000 CUC.

Tabla 4.1 Rango de valores límites para que el proyecto sea económicamente viable.

Nro	Técnicas de Evaluación	Rango Adecuado	Indicadores	
			Proyecto # 1	Proyecto # 2
1	VPN,\$	VPN > 0	3040.44	26223.77
2	TIR,%	TIR > D	14.65	101.54
3	PRI, años	PRI < n	7.47	1.09

### Ahorros esperados de medidas organizativas y de pequeñas inversiones.

Tabla 4.2. Ahorro esperado y su cuantificación para las medidas organizativas.

No	Medidas Organizativas Cuantificables	Posible ahorro, MWh		CUC
		Mes	Año	
<b>Consumos no asociados a la producción</b>				
1	Gestionar sustitución del transformador de entrada por uno de menor potencia	0,5	6	533,90
<b>Cromado</b>				
2	Desconexión manual los fines de semana del control de resistencias	0,48	5,76	512,55
<b>Total</b>		5,48	11,76	1046,45

Tabla 4.3. Ahorro esperado para las medidas de pequeñas inversiones.

No.	Medidas y áreas	Posible ahorro, MWh		CUC
		Mes	Año	
<b>Área de maquinado total de cilindros hidráulicos</b>				
1	Hidraulización de la mordaza neumática.	0,3	2,4	213,6
2	Recuperación de prensa pequeña.	Ind.	Ind.	
3	Adquisición de pistola para pintar que sustituya a la actual defectuosa.	0,384	2,9	258,4
<b>Consumos no asociados a la producción.</b>				
4	Adquisición de dispositivos para el cierre automático de las puertas en los locales climatizados.	Ind.	Ind.	
5	Evitar el contacto entre las fuentes de calor y el aire refrigerado. Crear aberturas en la parte inferior de las paredes.	Ind.	Ind.	
6	Adquisición de breakers y cables para la desconexión de transformadores subcargados y para la agrupación de cargas de estos.	0,5	6	533,9
7	Adquisición de pinturas que faciliten la reflexión de la luz en los techos de las oficinas climatizadas.	Ind.	Ind.	
<b>Conjunto compresor- SAC.</b>				
8	Adquisición del juego para efectuar el mantenimiento del compresor.	Ind.	Ind.	
9	Fabricación de conducto para evacuar aire de enfriamiento caliente del local del compresor como lo indica el fabricante.	Ind.	Ind.	

Continuación de la tabla 4.3.

No.	Medidas y áreas	Posible ahorro, MWh		CUC
		Mes	Año	
<b>Área de Cromado.</b>				
10	Conexión de control automático de resistencias para el precalentamiento del baño galvánico nocturno.	0,704	8,45	751,7
<b>Suministro eléctrico.</b>				
11	Adquisición de breakers para la operación de los capacitores.	Ind.	Ind.	
<b>Sistema de iluminación</b>				
12	Sustitución de lámparas de 40 W por lámparas de 32	0,37	4,44	395,1
13	Disminución de la altura de luminarias.	Ind.	Ind.	
Totales			24.19	21.52.7

En las tablas 4.2 y 4.3, puede verse que la suma de los ahorros esperados por ambos tipos de medidas es de 35.95 MWh que implican 3199.14 CUC al año.

Los ahorros esperados al año son para el proyecto # 1: 37.58 MWh ( \$ 3344,37 ) y para el proyecto # 2 : 74 MWh ( \$ 6608.70).

En correspondencia, estas medidas se adaptan a las exigencias de estos tiempos y resultan muy positivas si se tiene en consideración, además, la reducción de los contaminantes emitidos a la atmósfera debido al ahorro total de 147.6 MWh que no se generarán en las centrales termoeléctricas del país. Por esta vía se dejan de emitir 177.12 Ton de CO<sub>2</sub> al año.

---

## Conclusiones Generales.

1. En la empresa Oleohidráulica Cienfuegos, aunque se miden algunos indicadores energéticos, como los consumos totales de energía eléctrica, los combustibles, aceites y lubricantes y el agua, no se cuenta con un sistema de gestión de la energía que permita evaluar eficientemente el estado de esta, por áreas mayores consumidoras y en general. La no existencia de la instrumentación adecuada dificulta la ejecución de esta tarea.
2. Se elaboró un sistema de monitoreo y control de la energía que permite elevar el nivel de gestión de las empresas metalmecánicas, así como la determinación de las áreas y los equipos donde se presente el mayor consumo energético.
3. Al caracterizar energéticamente a la empresa, se ratifica que el portador energético de mayor impacto es la energía eléctrica, representando del 70 al 75% del total y las áreas de mayor incidencia son el taller de maquinado, los consumos no asociados y el conjunto compresor + grupo Jatormats. Los combustibles constituyen alrededor del 24 %, lo que sumado a la energía eléctrica, significa el 84 % del total del consumo de portadores energéticos.
4. El índice kWh. /U.F.E. es una herramienta que permite controlar el consumo de energía, ya que el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) que existe entre las magnitudes analizadas  $R^2=0,7555$  para el 2007 y  $R^2 =0.8583$  para el 2008.
5. La aplicación de medidas organizativas y de pequeñas inversiones para el ahorro de energía eléctrica permiten reducir el 32 % del consumo total en la empresa "Oleohidraulica Cienfuegos, José Gregorio Martínez" corroborando las potencialidades de ahorro que aún existen en el sector.

---

## **\_ Recomendaciones**

- Implementar y controlar las medidas de ahorro; así como el sistema de monitoreo y control de la energía para mejorar el estado energético de la empresa metalmecánica.
- Elaborar indicadores energéticos por empresas metalmecánicas en todo el país.
- Capacitación de la alta dirección y el personal clave en eficiencia energética.
- Colocar metro contadores de electricidad en las áreas mayores consumidoras, que permitan establecer índices de consumo por servicios.
- Efectuar un análisis previo que incluya al departamento de mantenimiento de las máquinas disponibles para efectuar el maquinado en las homólogas de menor consumo.
- El país debe tomar las medidas técnicas necesarias, para evitar la inyección en el Sistema Energético Nacional (SEN) desde la empresas, de armónicos de nivel superior que distorsionan la señal, de desbalance y de potencia reactiva, todo lo cual conduce al aumento de pérdidas.

---

## Referencias Bibliográficas

1. Borroto Nordelo, Aníbal. Gestión energética empresarial .Cienfuegos, 2002.- - 145 p.
2. La OPEC, surge de una necesidad común comprobable y satisface una necesidad práctica. Tomado de: [www.efemeridesvenezolanas.com/htm/opecp.htm](http://www.efemeridesvenezolanas.com/htm/opecp.htm)-26k.5 de Octubre de 2006.
3. Política y panorama energético\ crisis Energética - Habrá un antes y un después de la Revolución Energética en Cuba.htm. Tomado de [www.infomed-sid.cu](http://www.infomed-sid.cu). 14 de marzo de 2006.
4. Energías renovables, La eólica puede suministrar el 30 % del consumo global en 2030.Tomado de: [www.enegias-renovables.com](http://www.enegias-renovables.com). 11 de Octubre de 2006.
5. La educación energética en Cuba. Realidades y perspectivas para los próximos Años. tomado de: [www.infomed.sid.cu](http://www.infomed.sid.cu). 6 de Octubre de 2007.
6. Discurso pronunciado por el comandante en Jefe Fidel Castro Ruz. Tomado de [www.infomed.sid.cu](http://www.infomed.sid.cu). 18 de Diciembre de 2006.
7. Fuente: The International Energy Agency, Key World Energy Statistics from the IEA. web site [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/). Pronósticos: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets . 2006 (ver despues de tabla ).
8. Fuente: [www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc](http://www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc)
9. Recomendaciones para ahorrar energía eléctrica en sistemas de aire comprimido .FIDE. México, 1992.
10. Indicadores de eficiencia energética. Tomado de: [http>//search.live.comk/results.aspx](http://search.live.comk/results.aspx) "Índices de Eficiencia Energética en Chile. Tendencias en el Sector Industrial y Minero. 1990 - 1999"
11. Fuente: <http://www.cnpml.org.su>. Tomado de: Rubros metalúrgico y metalmecánica aplican eficiencia energética. Chile. 29 de noviembre del 2007.

---

## Bibliografía.

A fin de mejorar la eficiencia de este proceso, resulta conveniente poner en marcha la comisión energética del centro. Tomado de: [www.jmarcano.com/educa/curso/activ10.html](http://www.jmarcano.com/educa/curso/activ10.html) - 13k. 5 de Abril de 2006

A shadow of a lake: Africa's disappearing lake Chad. Tomado de: [www.gsfc.nasa.gov/topstory/20010227lakechad.html](http://www.gsfc.nasa.gov/topstory/20010227lakechad.html). 9 de Octubre de 2006.

Acosta Barrientos del Rey, J. Fundamentos de equipos electromédicos. Editorial Pueblo y Educación, 1987

Agenda Estrategica Detalles Entre 1990 y 2003, el auge del consumo mundial de petróleo fue del 13%, en China del 81%. Tomado de: [www.agendaestrategica.com.ar/](http://www.agendaestrategica.com.ar/). 5 de Abril de 2006.

Algunos instrumentos para el control y gestión ambiental nacional. Tomado de: [www.medioambiente.cu/download/2004/controlgestionambiental.pdf](http://www.medioambiente.cu/download/2004/controlgestionambiental.pdf) 9 de Octubre de 2006.

Ahorro y gestión del agua. Tomado de: [www.mundoenergia.com/content/view/60/36/](http://www.mundoenergia.com/content/view/60/36/). 9 de Octubre de 2006.

Antoine Libert Amico y Georg Schön CIEPAC. Tomado de: [www.rmalc.org.mx/](http://www.rmalc.org.mx/) .11 de Mayo de 2006.

ACACIA. Valoración de los efectos potenciales del cambio climático en Europa. Informe ACACIA. (eds.). 1999

Aspectos básicos del factor de potencia orientados al ahorro de energía eléctrica. FIDE. México, 1992.

Balairon Ruiz, L. Escenarios Climáticos. Energía y cambio climático./Luis Balairon Ruiz . Ministerio de Medio Ambiente. 1998

Bale, A, M. Como se elabora el proyecto de investigación. Editorial BL a Consultores Asociados. Quinta edición. Caracas.2001.

Bank Información Center: "La iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional en Sur América. Tomado de: [www.bicusa.org](http://www.bicusa.org). 9 de Octubre de 2006.

BBVA. El cambio climático. El campo de las ciencias y las artes. Servicio de estudios nº 137. 2000.

- 
- BID, 2000: Departamento de Desarrollo Sostenible. División de Medio Ambiente. Estrategia para el sector energía: Informe de estrategia del BID. Washington: BID.
- Blanco, J. Hurí tiene sed. El nacional. C,E,N(1981). Capitulo dos. Sección 220-22. Carga del neutro alimentador. (2001, Noviembre 22). Codelecta p-57.
- Borroto N., Aníbal. Gestión energética empresarial. 2001.
- Borroto Nordelo, A. Ahorro de energía en sistemas termomecánicos./ Aníbal Borroto Nordelo Cienfuegos,2002, 158 p.
- Boletín, CHIAPAS; MEXICO. Las Jornadas en Defensa del Agua Primera Parte: El Foro Internacional en Defensa del Agua y la Lucha contra el modelo neoliberal "Chiapas al Día" No. 506 CIEPAC. (2 de junio de 2006)
- Bosch J.M. y Hewlett J.D.. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of Hydrology 55: 3-23. 1982
- Cambio climático y energía. 5pag, 2001. [en línea]. Tomado de: [www.uplgc.es/otros/asoc/](http://www.uplgc.es/otros/asoc/). 11 de Mayo de 2006.
- CEDEX. Estudio Sobre el Impacto Potencial del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Demandas de Agua de Riego en Determinadas Regiones de España. Informe técnico para el Ministerio de medio Ambiente de España. Madrid. 1998
- CEPAL. Estudio Económico de América Latina y el Caribe". Petróleo y gas en América Latina un análisis político de relaciones internacionales a partir de la política venezolana (DT).htm. 2005-2006.
- CONAE, 2002, Tarifas Eléctricas, Página De Internet, [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx).
- Consumer es eroski. ¿Hacia una crisis energética? Tomado de: [www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2005/05/16/142009.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/05/16/142009.php) - 49k. 9 de Octubre de 2006.
- CONAE. Agua y su relación con el medio ambiente y la energía. México Editorial Sec. Energía de Méjico, 1996.
- Control de la demanda. Módulos Tecnológicos. CONAE. 2001. [en línea]. Tomado de: <http://www.conae.gob.mx /programas/control/controldemanda.html>. 8 de Junio de 2006.
- CRU. Representing twentieth century space-time climate variability. II Development of 1901-96 monthly grids of terrestrial surface climate. En: New M., Hulme M. y Jones P.

- 
- Climate Research Unit. School of Environmental Sciences, University of East Anglia. Norwich, NR4 7TJ. Reino Unido. 1998.
- CUBA: Crisis de energía eléctrica. Por Manuel Cereijo, Tomado de la Revista Electrónica GUARACABUYA.
- Chambers, Ann. Air cooled condensers cut tower water plume. Power engineering, August 1998. Pag. 58.
- Dubin, S., 1978, Energy Conservation Standards, McGraw-Hill Book Company, USA 413pp.
- Elementos Básicos de un diagnóstico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía. FIDE. México, 1992
- Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual. 2002
- El mercado mundial del petróleo. Las estimaciones son que las regiones productoras de petróleo aumentarán su producción entre 1997 y el 2005. OPEP. Los países miembros de la OPEP, [cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html](http://cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html) - 79k.
- El uso doméstico, que representa el 10% del consumo mundial de agua. Tomado de: [...www.suez-environnement.com/es/l\\_eau/l\\_eau/les\\_usages\\_de\\_l\\_eau](http://www.suez-environnement.com/es/l_eau/l_eau/les_usages_de_l_eau) - 17k. 5 Jun 2006.
- Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. [en línea]. Tomado de: [www.encarta.msn.es](http://www.encarta.msn.es). 11 de Mayo de 2006.
- Energy Information Administration (EIA), DOE/EIA-0219(2002)(Washington, DC, March. 2004
- Energía y tú. Revista científico-popular trimestral de CUBASOLAR. No.30 (abril-junio,2005).SIN 1028-9925.
- Energías renovables, La eólica puede suministrar el 30% del consumo global en 2030. Tomado de: [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com). 11 de Octubre de 2006.
- Energy saving in buildings. [en línea]. Tomado de: <http://me.hku.hk/msc-courses/MEBS6016/GIL050.pdf>. 11 de Mayo de 2006.
- Enfrentar los excesos con renovada energía: Buscar soluciones. 9 Pág., 2002. [en línea]. Tomado de: [www.consumerinternational.org/](http://www.consumerinternational.org/). 12 de Octubre de 2006..
- Engineering, January 1998, pág. 107-108 Eléctrica. Energía de Cons.(2005). Consumo Disponible Tomado de: <http://www.escala.Com.br/invesgadores/mer.energ/Consulta:2005>. 11 de Mayo de 2006.

- 
- Evans, J.M. y de Schillerm, S. (1991) *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*, Serie Ediciones Previas, FADU, UBA.
- Fernández Estolaza, M<sup>a</sup>. A. 'Eco-auditoría escolar/Eskola ekoauditoria'. Vitoria-Gastéis. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Eusko Jaurlaritza. 1996.
- Foro mundial del agua. Tomado de:  
[www.worldwaterforum4.org.mx/home/home.asp?lan=spa](http://www.worldwaterforum4.org.mx/home/home.asp?lan=spa) Fuente: México, marzo 16/2006 (EFE). 11 de Octubre de 2006.
- Fuente: <http://www.olade.org.ec/>. Tomado 9 de Octubre de 2006.
- Fuente: Internacional Outlook 200. Informe elaborado por la Energy Information Administración, del Gobierno de Estados Unidos.
- Fuentes: 2002: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2002, DOE/EIA-0219(2002)(Washington, DC, March 2004), web site [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/).  
Pronósticos: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2005). Tomado de 11 de Mayo de 2006.
- Gallart F. y Lloren P.. Catchment management under Environmental Change: Impact of Land Cover Change on Water Resources. *Water Internacional* 28(3): 334-340. 2003.
- García Díaz, Rafael. Diccionario técnico Inglés – Español / Rafael García Díaz. – La Habana: Editorial Ediciones revolucionaria, 1987.,540p
- Gestión de ahorro de agua en empresas de producción y servicios. Tomado de: [www.ucf.edu.cu/publicaciones/anuario2002/tecnicas/articulo16.pdf](http://www.ucf.edu.cu/publicaciones/anuario2002/tecnicas/articulo16.pdf). 21 de Septiembre de 2006.
- Gino Haper, E. Fundamento del sistema eléctrico./ Enrique Haper Gino. 1ra Edición, Limusa, México 1985.
- González J.J., 1999, Sistemas De Iluminación En Centros Hospitalarios. Idea para La Reducción De Costes Energéticos.
- Hyman W.A., 1998, Energy Conservation Revisited, *Journal Of Clinical Engineering* January/February, Pp.49-54.
- Honty, G. Escenarios Energéticos para el MERCOSUR/ Georgino Honnty. Montevideo, Editorial Coscoroba, 2005.
- Herrera A. y Morillón G.D. Estructura del consumo energético en Hospitales. Caso del conjunto de IMSS en Aguascalientes.

---

IRAM (1996a), Norma IRAM 11603, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires

IRAM (1997), Norma IRAM 11604, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires.

IRAM (1996b), Norma IRAM 11605, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires.

Jakélius S., 1996, Learning Experiences With Energy Savings In Hospitals, CADDET, Analyses Series 20, 145pp.

Joule Des intentions aux actes citoyens», Cerveau & Psycho. Tomado de: [www.rathenow.de/static/eprojekt/index.htm](http://www.rathenow.de/static/eprojekt/index.htm). 11 de Mayo de 2006.

La “producción equivalente”. un método para elevar la efectividad de los índices energéticos, Dr. José P. Monteagudo Yáñez; Dr. Aníbal Borroto Nordelo. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba

La CIA, en breve, estima que la demanda mundial de energía crecerá 50%. Tomado de: [ww.agendaestrategica.com.ar/](http://ww.agendaestrategica.com.ar/) 21 de Septiembre de 2006.

La conferencia general de la UNESCO aprueba la creación de centros. Tomado de: [www.unesco.org/water/news/water\\_related\\_centres\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/news/water_related_centres_es.shtml) - 27k. 11 de Octubre de 2006.

La educación energética en Cuba. Realidades y perspectivas... [ticat.ua.es/educación-energética/comunicación/fundora-ConferenciaCongresoEducacionYenergia.pdf](http://ticat.ua.es/educación-energética/comunicación/fundora-ConferenciaCongresoEducacionYenergia.pdf).

La eólica puede suministrar el 30% del consumo global en 2030. Tomado de: [energíasrenovables.com/](http://energíasrenovables.com/). 11 de Octubre de 2006.

La gestión del agua y la energía Tomado de: [www.earth.ac.cr/info\\_programa\\_uso.php](http://www.earth.ac.cr/info_programa_uso.php). 5 de Octubre de 2006.

La OPEP, surge de una necesidad común comprobable y satisface una necesidad práctica. Tomado de: [www.efemeridesvenezolanas.com/html/o pep.htm](http://www.efemeridesvenezolanas.com/html/o pep.htm) - 26k. 5 de Octubre de 2006.

La resolución P-6 del 2000, del Ministerio de Finanzas y Precios.

Lehman, Harry, Valdivia Sonia. Economía energética internacional. Tomado de: <http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/overview.html>. 11 de Mayo de 2006.

- Los problemas del agua y la agricultura. Tomado de: [www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm](http://www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm). 4 de Junio de 2006.
- Los yacimientos de agua subterránea. Tomado de: <http://usuarios.advance.com.ar/rudemsrl/A%20S/AS.htm>. 8 de Junio de 2006.
- Manual de auditorias energéticas. [en línea]. Tomado de: <http://www.camaramadrid.es>. 9 de Octubre de 2006.
- Mara, CSJ.(2002, Febrero 26). Ahorro eléctrico en tiempo de crisis. Últimas Noticias, p-18.p60-66.
- Material de estudio marzo-abril de 2006, La Revolución Energética en Cuba.
- México 2006, IV Foro Mundial del Agua. Tomado de: [www.worldwaterforum.org/home/home.asp?lan=spa](http://www.worldwaterforum.org/home/home.asp?lan=spa). 11 de Octubre de 2006.
- MIMAM. El Libro Blanco del Agua en España. Ministerio del Medio Ambiente.1998
- MOPTMA- MINER. Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. 1994
- MOPTMA. Programa Nacional del Clima. 1995.
- N C 93-02-1985. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo. Vig 1986.
- OLADE, 2000: Informe energético de América Latina y el Caribe 1999 y prospectiva 2000-2020 Quito.
- Ortiz J. R. Proyecto de ahorro de energía en el edificio. / Raúl Ortis. Sede Peguiven. Caracas. Dtto Federal.
- Peni,O. Canalizaciones eléctricas residenciales. Raúl Clementes Editores. Cuarta edición. Valencia-Venezuela 1993.
- Pequi-Oriente. Especificaciones técnicas para las mediciones de energía eléctrica. septiembre20. Westing. Manual del alumbrado. 3ra Edición. Dossatsa, México 1984.
- Plan de Calidad Ambiental: Gestión energética. Tomado de: [www.uva.es/index.php?mostrar=3195](http://www.uva.es/index.php?mostrar=3195) - 73k. 8 de Mayo de 2006.
- Política y panorama energético \ crisis Energética - Habrá un antes y un después de la Revolución Energética de Cuba.htm.
- Prevención de la contaminación para una producción más limpia en oficina de latinoamérica y el caribe (lac) de la usaid,.. Universidad de Wisconsin (USA) en eficiencia energética. [www.iie.org/programs/energy/training/MondaySlides](http://www.iie.org/programs/energy/training/MondaySlides). 4 de Octubre de 2006.

---

Resultados del Programa de Ahorro de Energía en Cuba (PAEC) (Período 1998 – 2000).

RS-1604.16 de febrero de 2007. Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Cuba.

Según los datos elaborados de la ONU, el consumo del agua en el mundo ha representado casi el 70 por ciento. Tomado de: [www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2006-03/17/content\\_230210.htm](http://www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2006-03/17/content_230210.htm). 11 de Octubre de 2006.

Situación de la energía en el Mundo, Europa y España. Tomado de: [www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/22k](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/22k). 11 de Mayo de 2006.

Soriano J. G., 1999, Resultados del Proyecto del Hospital General Universitario de Valencia, Ponencia N°18, En La Jornada Tecnológica “Soluciones para la disminución de costes energéticos en Hospitales”, Madrid, España, 18 De Noviembre, IDAE.

Suele organizar cursos: Gestión Energética, Energías Renovables, etc. Tomado de: [www.mundoenergia.com/content/blogcategory/24k](http://www.mundoenergia.com/content/blogcategory/24k). 4 de Octubre de 2006.

Tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica". CFE.. Tomado de: <http://www.cfe.gob.mx/gercom/control/tarif100.html>. 4 de Octubre de 2006.

Tercer Mundo Económico-Integración energética en el Mercosur. Tomado de: [www.redtercermundo.org.uy/tm\\_economico/texto\\_completo](http://www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo). 11 de Octubre de 2006

UNFCCC: “Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2003 submitted to the UNFCCC”, Alemania, 2005.

Viego Felipe, P. [et al.] TEMAS ESPECIALES DE SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES. / Percy Viego Felipe. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos 2006, 129p.

Web site [www.eia.doe.gov/iea/](http://www.eia.doe.gov/iea/). Pronósticos: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2005).

WCD. 2000. Represas y Desarrollo. El reporte final de la comisión mundial de represas. Tomado de: <http://www.dams.org/docs/report/.pdf>. 4 de Octubre 2006.

[www.energía.inf.cu/2006.Panorama\\_energético.El\\_portal\\_cubano\\_de\\_la\\_energía.2006](http://www.energía.inf.cu/2006.Panorama_energético.El_portal_cubano_de_la_energía.2006)

[www.icap.cu/argument/Batalla\\_ideas](http://www.icap.cu/argument/Batalla_ideas). Las transformaciones en el sistema eléctrico nacional de Cuba. Instituto Cubano de Amistad con los pueblos. Dirección de información y análisis.

[www.infomed.sld.cu](http://www.infomed.sld.cu) Registro Informático de Salud.14 marzo 2007.

---

[www.infomed.sld.cu](http://www.infomed.sld.cu) .Discurso Pronunciado por el Comandante en jefe Fidel Castro Ruz, Inauguración de obras del extraordinario programa de salud.Tomado 18 de Diciembre de 2006.

Recomendaciones para el ahorro de energía en motores eléctricos. FIDE. México, 1992.

[www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_1917\\_generacion\\_distribucion](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribucion). Tomado 11 de Octubre de 2006.

[www.escala.Com.br/invesgadores/mer.energ/Consulta:2005,Coveni](http://www.escala.Com.br/invesgadores/mer.energ/Consulta:2005,Coveni), iluminaciones en áreas de trabajo. Tomado 11 de Mayo de 2006.

[www.OLADE.org.ec/documentos/convenios.lin.doc](http://www.OLADE.org.ec/documentos/convenios.lin.doc). Tomado 8 de Mayo de 2006.

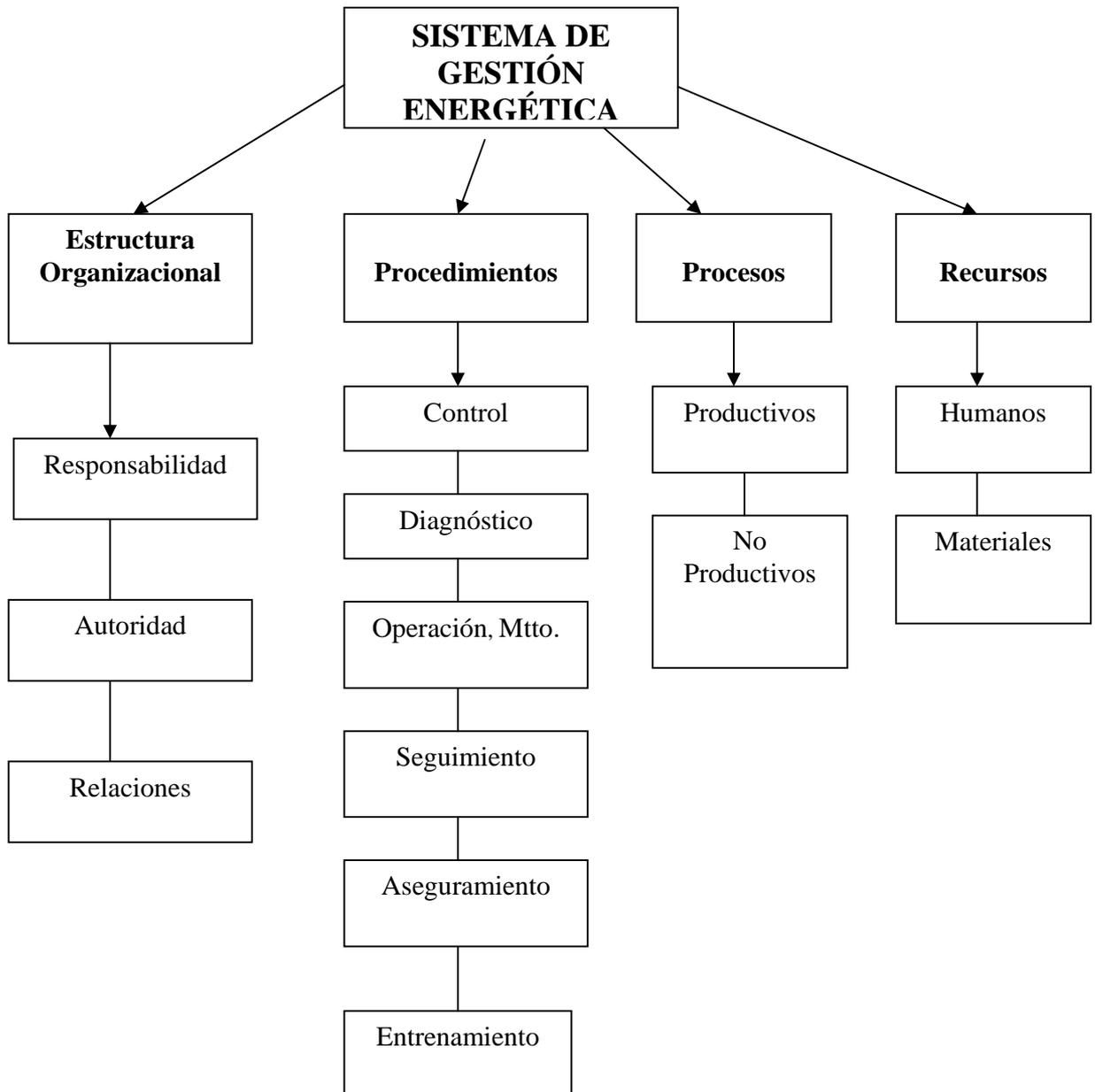
[www.bohemia.cubaweb.cu/2005/ene/03/sumarios/economia/articulo3.htm](http://www.bohemia.cubaweb.cu/2005/ene/03/sumarios/economia/articulo3.htm) Tomado 11 de Octubre de 2006.

Zonas del mundo con problemas de agua. Tomado de: [www.bbc.co.uk/spanish/especiales/agua/default.stm](http://www.bbc.co.uk/spanish/especiales/agua/default.stm). 11 de Octubre de 2006.

Zonas calientes. El servicio eléctrico de Cuba mejorará en 2005 Tomado de: <http://www.americaeconomica.com/numeros4/298/noticias/>. 11 de Octubre de 2006.

**Anexo I**

Fig.1. Composición de un sistema de gestión energética: estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

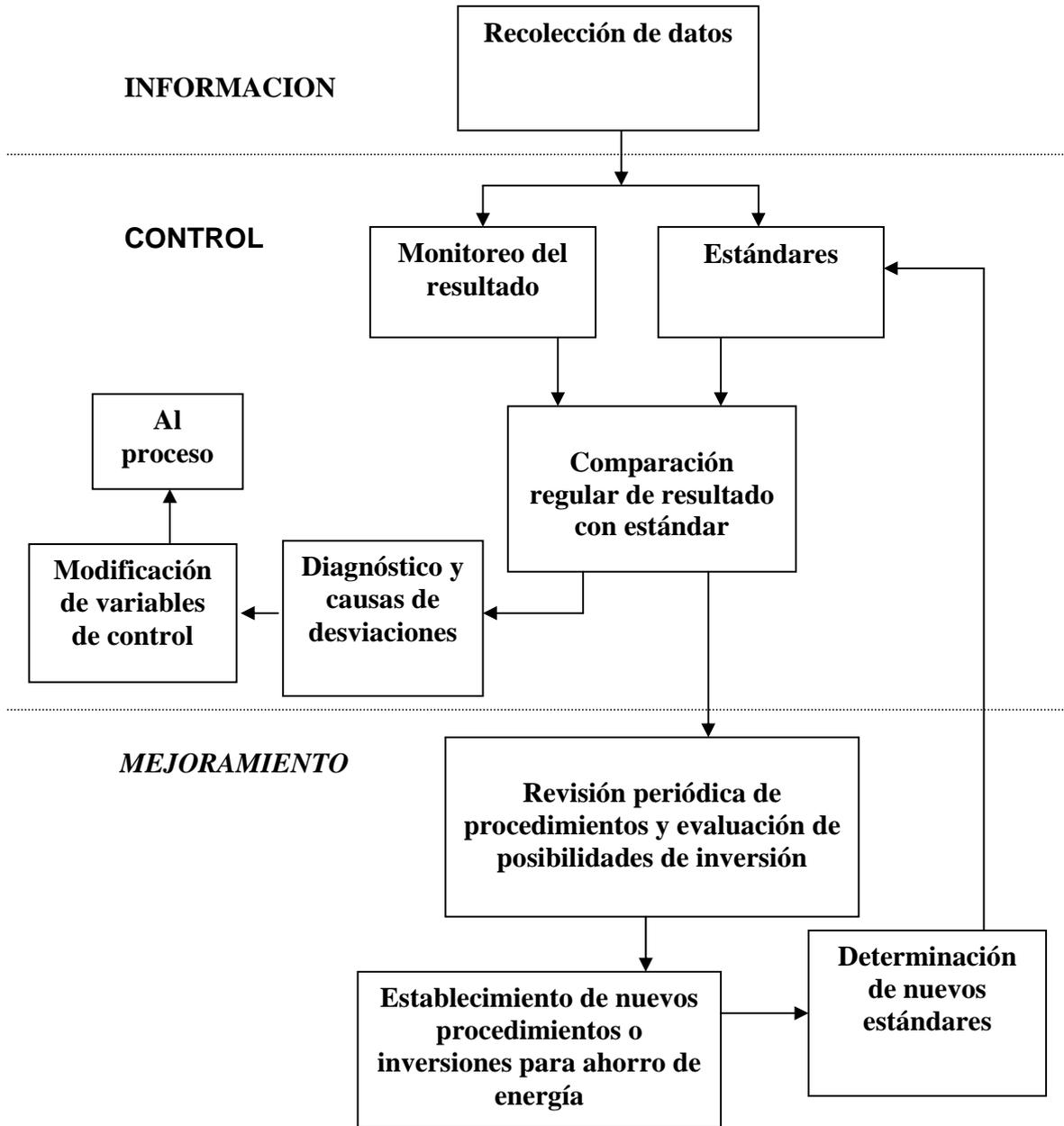


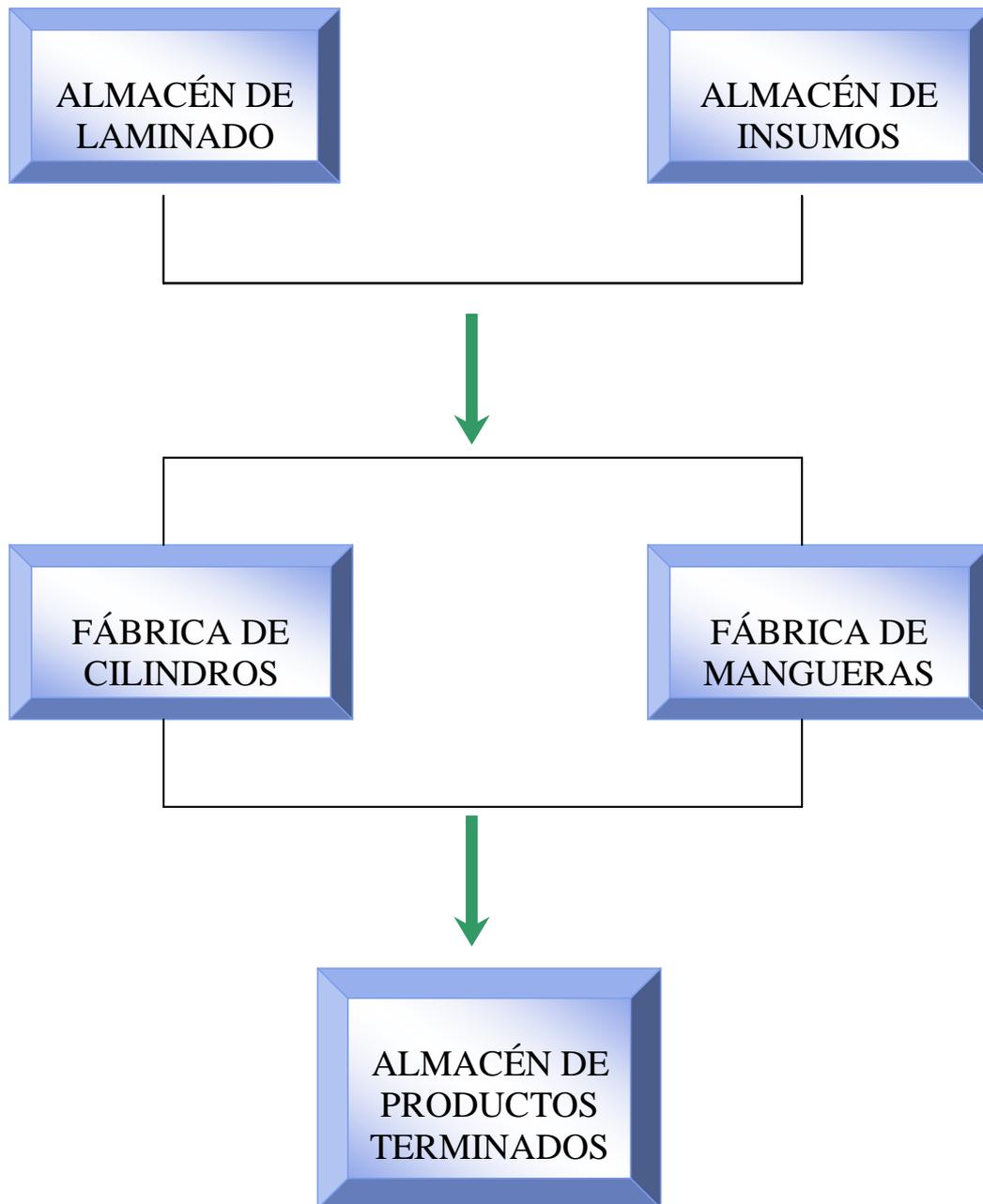
**Anexo II. Tendencias de Cambio de los Sistemas Empresariales en los Años 90**

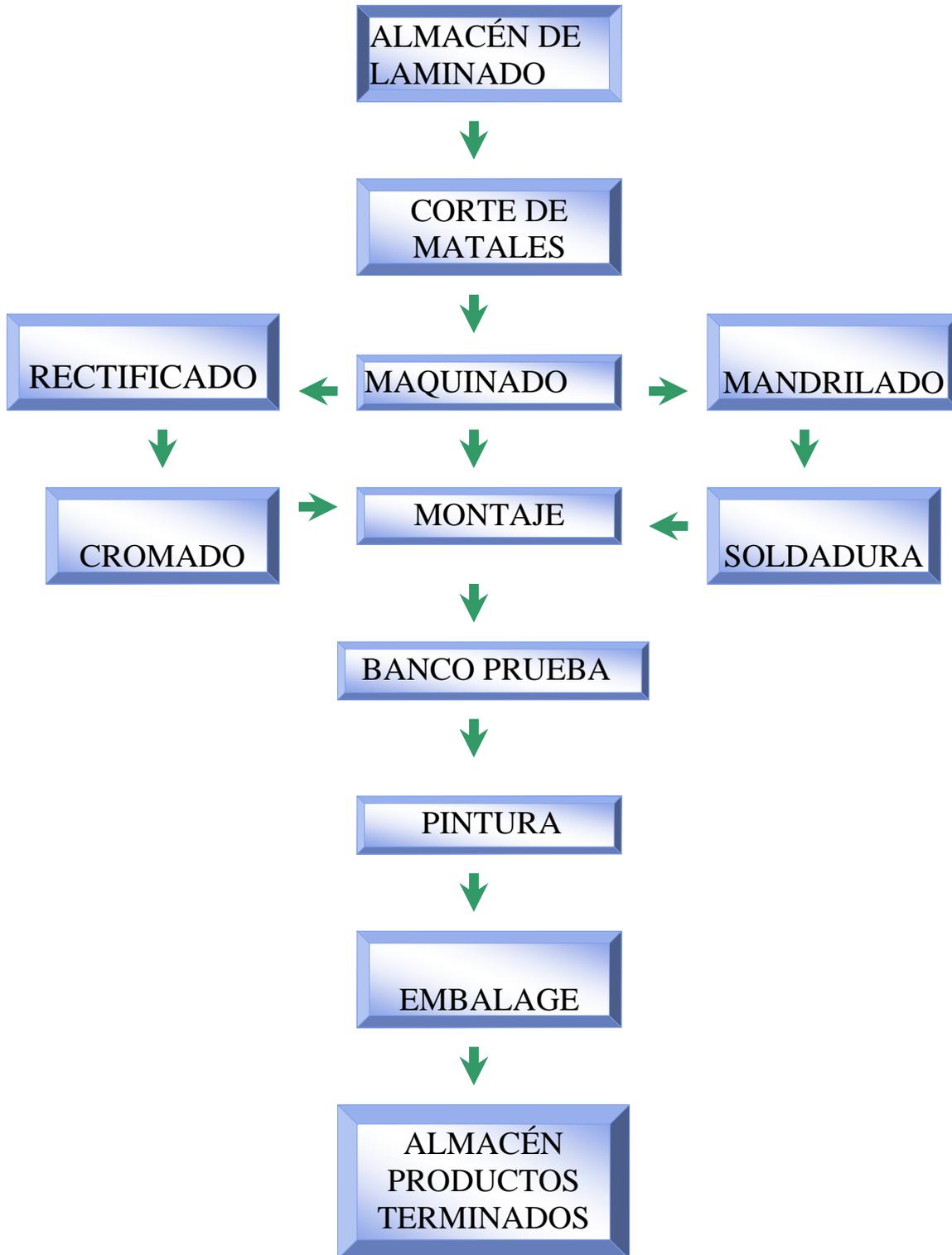
	<b>Años 70 - 80</b>	<b>Años 90</b>
<b>Sistemas Productivos</b>	Lotes Estandarizados	Producción Flexible
	Economía de Escala	Escalas Menores
	Modelo Integrado	Separación de Procesos
<b>Calidad</b>	Control de Calidad del Producto	Calidad Total
	Según Normas Técnicas	Como Define el Cliente
	Órganos Funcionales	Integrados a la Producción
	Inspección	Autocontrol
<b>Marketing</b>	Mayor Poder del Productor	Mayor Poder el Cliente
	Vender el Producto	Satisfacer Necesidades
	Identificar Necesidades	Crear Necesidades
	Vender lo que se Produce	Producir lo que se Vende
	Publicidad	Promoción
<b>Criterio de Efectividad</b>	Bajos Costos	Calidad y Diferenciación del Producto
<b>Planificación</b>	Planificación	Estrategias
	Pasado - Futuro	Futuro - Presente
	Factor Estratégico: Tecnología	Recursos Humanos
<b>Organización</b>	Estructuras Jerárquicas	Estructuras Planas
	Manual de Normas Detallados	Orientaciones, Visión y Motivaciones
	Autoridad Formal	Liderazgo
	Dirigir a los Hombres	Dirigir con los Hombres
	Recursos Humanos: Medio	Recursos Humanos: Fin
	Motivación- Manipulación	Participación, Cultura, Valores
<b>Control</b>	Autoridad	Autocontrol
	Proceso	Resultado

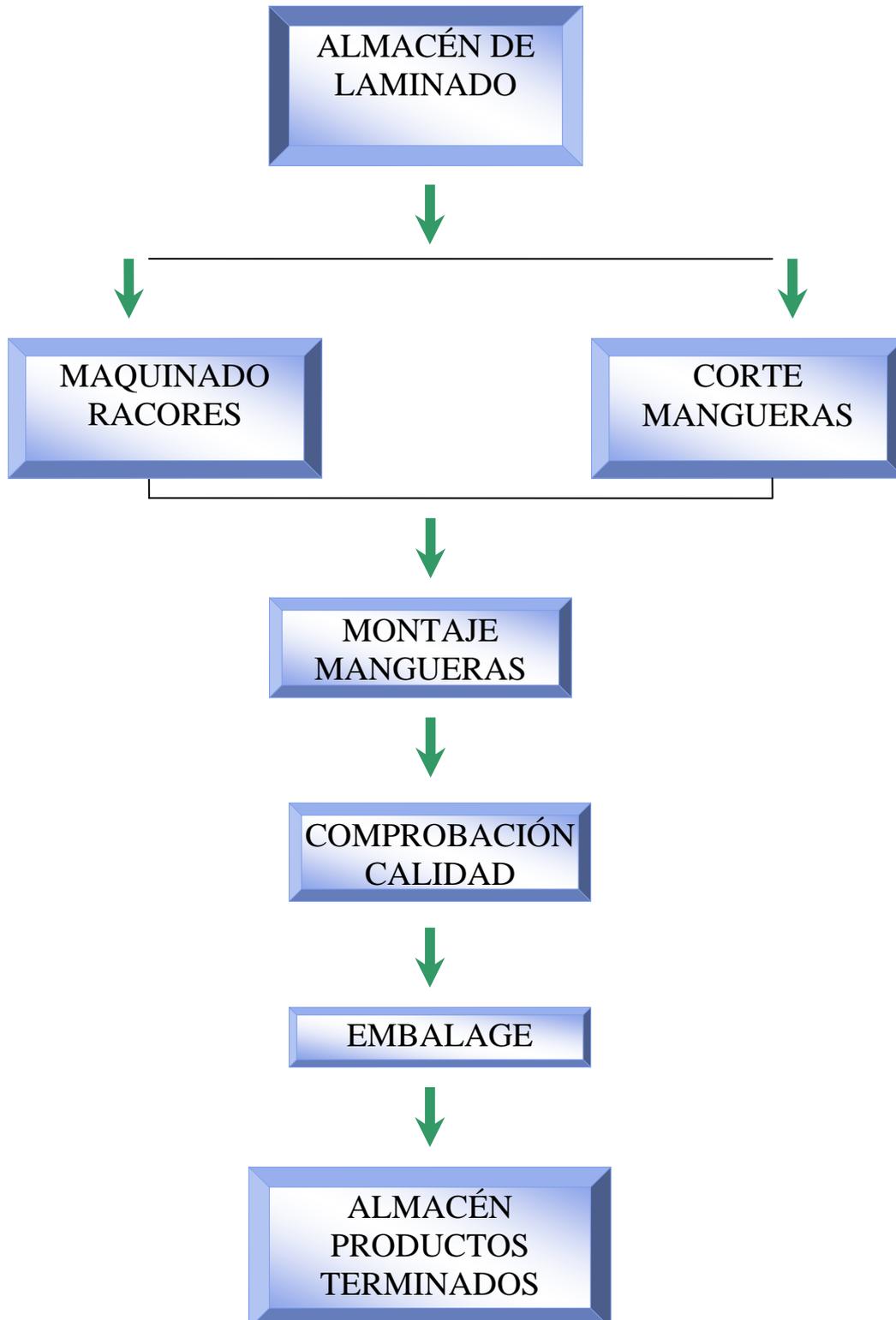
**Anexo III.**

**Esquema General de un Sistema de Monitoreo y Control Energético.**



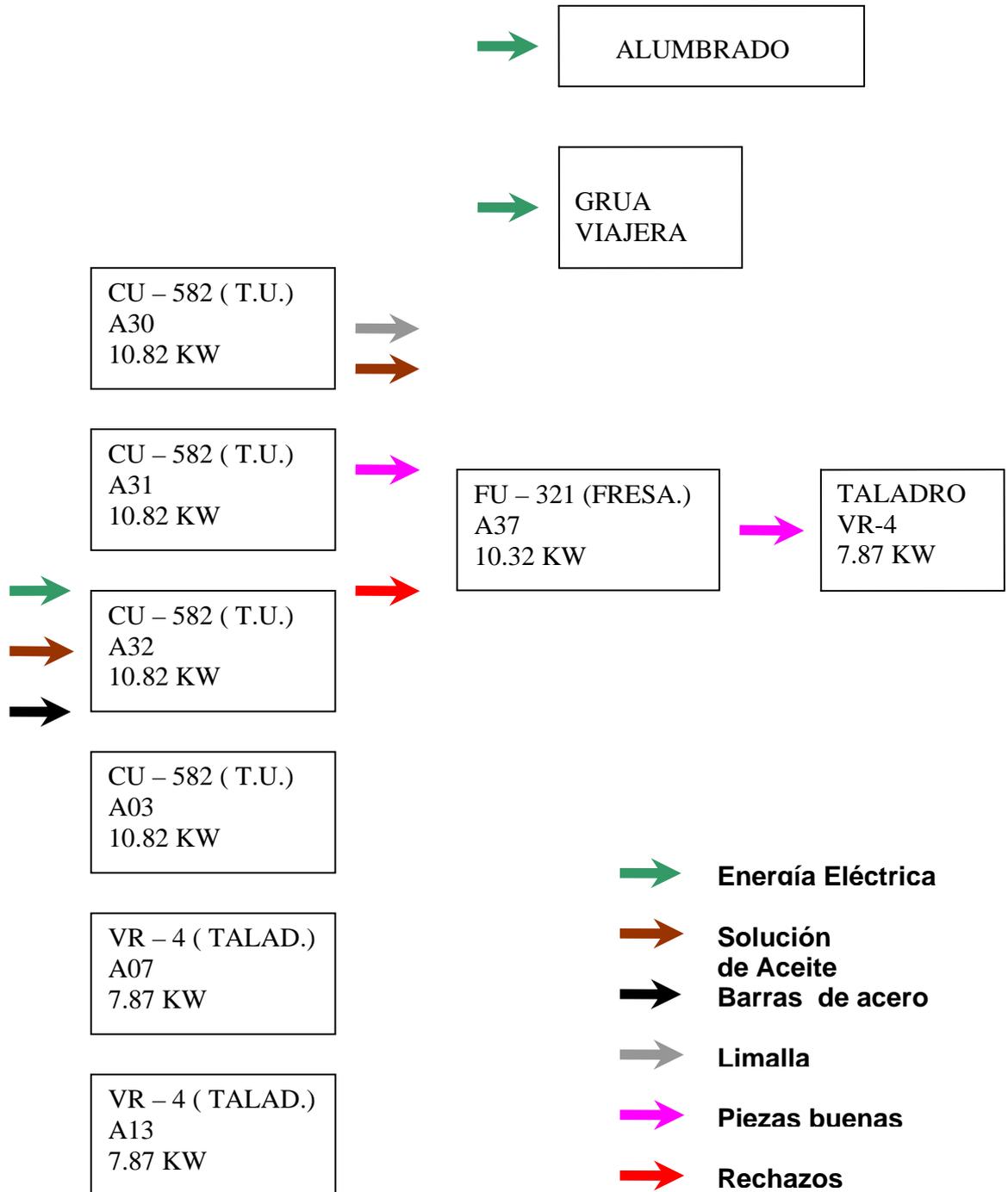
**Anexo IV.****FLUJOGRAMA GENERAL OLEO HIDRÁULICA  
CIENFUEGOS**

**Anexo V.****FLUJOGRAMA FABRICACIÓN CILINDROS HIDRÁULICOS**

**Anexo VI.****FLUJOGRAMA FÁBRICA DE MANGUERAS**

**Anexo. VII.**

**FLUJOGRAMA DE MAQUINADO DE CILINDROS HIDRÁULICOS**



**Anexo. VII.**

**FLUJOGRAMA DE MAQUINADO DE CILINDROS HIDRÁULICOS**

