



**Universidad de Sancti Spíritus  
“José Martí Pérez”**

**Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial**

# **Trabajo de Diploma**

**Título:** Diagnóstico energético que posibilite definir acciones para el mejoramiento de la eficiencia energética. Estudio de caso en la Unidad Empresarial de Base “Molino de Arroz Manolo Solano”.

**Autor:** Alain Omar Fernández Díaz

**Tutor:** MSC. Nelson Domiciano Castillo Beltrán

## ***Dedicatoria***

***A mi padre.....***

***A mi madre.....***

***A mi esposa.....***

***A mi familia.....***

*Para Cuba, al componente de seguridad energética se  
añade un elemento central:*

*El ahorro.*

*Raúl Castro Ruz.*

## *Agradecimientos*

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis te lleva a concentrar la mayor parte del mérito que has hecho. Sin embargo el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término, es un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellos expresándoles mis agradecimientos y reconocimiento.

El agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia, mi esposa Yelena por su comprensión, a mi padre Omar por su insistencia y ayuda a mi formación como profesional y a mi madre Marlín que en estos momentos no está presente pero siempre al tanto del desarrollo de esta investigación, porque sin su ayuda, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura labor. En el terreno profesional quiero extender un sincero agradecimiento a la revolución cubana con su política educacional y en particular a la Universidad José Martí cuyo claustro de profesores nos han guiado en el transcurso de seis largos años hasta obtener la meta final y a todas las personas que directa o indirectamente han tenido que ver en mi formación como ingeniero. Debo agradecer de manera especial al Msc. Ing. Nelson Castillos Beltrán mi tutor de tesis por su apoyo y confianza en mi trabajo.

Para mis compañeros de grupo solo tengo palabras de agradecimientos especialmente por los buenos momentos, fue un camino largo y duro pero eso no te hace olvidar la importancia del contacto humano. Quiero expresar un agradecimiento muy especial a Yaumary Hernández y José Miguel, quienes me ayudaron y apoyaron incondicionalmente en cada tarea que se nos asignaba.

Gracias a todos y a cada uno de ustedes.

Alain Omar Fernández Díaz.

### **Resumen**

El presente trabajo investigativo se desarrolló en la Unidad empresarial de Base “Molino de Arroz Manolo Solano”, donde se precisa que la no implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de Energía, limita determinar los potenciales de ahorros energéticos y alternativas de medidas técnico-organizativas para mejorar dicha gestión. A partir de esta problemática se definió como objetivo: Implementar de manera parcial la TGTEE e en la que se establezca los potenciales de ahorros energéticos y alternativas de medidas técnico-organizativas como contribución al mejoramiento de la gestión energética. Como resultado de la investigación se comprobó que la empresa no cuenta con un sistema efectivo de gestión energética. Con la utilización de diferentes métodos, incluida las mediciones física y el análisis de los consumos energéticos, se determinaron en su conjunto potenciales de ahorro, sobre los cuales se puede actuar para elevar la eficiencia energética de la empresa a corto plazo. Finalmente se realizó un análisis de factibilidad técnica y económica sobre la realización de cambios o mejoras al sistema.

### **Summary**

In the present research work, which was carried out at the Manolo Solano Rice Mill UEB, it is pointed out that not implementing the Technology of the Total Efficient Management of Energy (TTEME), limits the determination of the energy saving potentials and the technical-organizational measure alternatives to improve such management. So, starting from this problematical issue, it was decided to partially implement the TTEME which establishes the energy saving potentials and the technical-organizational measure alternatives as a contribution to the improvement of the energy management. As a result of the investigation, it was confirmed that the company lacks an effective system of management. The use of different methods, including physical measurements and the analysis of the energy consumption, allowed for saving potentials which can help to improve the company's energy efficiency in a short-term period of time. Finally, an analysis of the technical and economic feasibility was made, aimed at making changes or improvements in the system.

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	1
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO REFERENCIAL.</b>	
1.1 Introducción.....	7
1.2 Energía y consumo en el Mundo.....	8
1.3 Consumo de energía y tendencias 2002-2030.....	8
1.4 Eficiencia Energética y otros conceptos relacionados .....	9
1.4.1 Eficiencia Energética, indicadores de eficiencia, índices de consumo.....	10
1.4.2 Mejoramiento continuo de la eficiencia energética.....	11
1.5 Sistemas de Gestión Energética.....	15
1.6 Revolución Energética en Cuba.....	18
1.7 Eficiencia Energética en Cuba.....	21
<b>CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS.</b>	
2.1 Caracterización de la situación energética actual e histórica de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	24
2.1.1 Caracterización de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	24
2.1.2 Impactos de los energéticos en los costos totales de la UEB Manolo Solano.....	25
2.1.3 Estructura de consumo de los Portadores Energéticos.....	26
2.1.4 Índices de eficiencia energética.....	26
2.1.5 Situación de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano en materia de gestión energética.....	27
2.1.6 Comportamiento energético de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano con respecto al consumo de energía eléctrica.....	28
2.1.7 Factores que influyen en la Eficiencia Energética con respecto al consumo de energía eléctrica.....	31
2.1.8 Equipos y personal que influyen en la eficiencia energética de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	31
2.2 Presentación de los análisis de la situación energética en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	31
2.3 Comportamiento del factor potencia en máquinas definidas como puestos claves.....	33
2.4 Determinación de potenciales de ahorro de energía por factores infraestructurales o de proceso en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	33
2.5 Evaluación técnico- económica del aprovechamiento de los principales potenciales de ahorro identificados en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	34
2.6 Definición del plan de acción.....	35
<b>CAPITULO III. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.</b>	
3.1 Caracterización de la situación energética actual e histórica de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	36
3.1.2 Resultados del impacto de los energéticos en los costos totales de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	37
3.1.3 Resultados de la estructura de consumo de los portadores energéticos.....	38
3.1.4 Índices de eficiencia energética.....	40
3.1.5. Situación de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano en materia de gestión energética.....	40
3.1.6 Comportamiento energético de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano con respecto al consumo de energía eléctrica.....	40

3.1.7 Factores que influyen en la eficiencia energética con respecto al consumo de energía eléctrica.....	47
3.1.8 Equipos y personal que más influyen en la eficiencia energética de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano .....	48
3.2 Presentación de los análisis de la situación energética en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	48
3.3 Comportamiento del factor potencia en máquinas definidas como puestos claves.....	49
3.4 Principales oportunidades de ahorro de energía por factores infraestructurales o de proceso en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	50
3.5 Evaluación técnico- económica del aprovechamiento de los principales potenciales de ahorro identificados en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.....	53
3.6 Definición del plan de acción.....	56
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>



Desde el principio de la humanidad la energía ha marcado grandes etapas en su desarrollo dependiendo de las elecciones energéticas realizadas en cada momento. En la actualidad el 90% de la energía consumida mundialmente proviene de los combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) donde el consumo ha ocasionado que el ritmo de su explotación sea limitado e insostenible aumentando el interés en la comunidad científica en la búsqueda de fuentes alternativas y el aprovechamiento de energías naturales, mundialmente encontrar una salida al problema energético constituye un reto colosal donde la solución está cifrada en el aprovechamiento de la fuente renovable de energía, partiendo del conocimiento de la situación energética actual del país, la toma de conciencia en la necesidad del Uso Racional de la energía, su ahorro y la consecuente contribución ambiental, en el entorno del desarrollo sostenible es un elemento primordial para nuestro país. Fomentando una cultura de uso racional de la energía, eliminando esquemas de consumo irracionales, implementando sistemas de gestión energética efectivos, utilizando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos de servicios y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.

La política energética cubana ha estado encaminada, desde el triunfo de la Revolución, a la satisfacción de las necesidades de todos los cubanos, sin excepción alguna.

Como ha explicado en reiteradas ocasiones el Presidente Fidel Castro, la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un sistema electro energético nacional más eficiente y seguro, y un uso racional y eficiente de la energía en todos los sectores de la sociedad cubana, haciendo del ahorro de energía el sustento fundamental del desarrollo del país.

Actualmente, más de 95% de la población dispone de electricidad en sus hogares, contra 56% en 1959.

El desarrollo de La Revolución Energética en Cuba en la actualidad está superando todos sus antecedentes. Sus resultados permitirán asegurar el desarrollo económico y social en bien de los cubanos y de otros pueblos hermanos del mundo que ya se benefician de esta experiencia.

La eficiencia energética implica lograr los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental. De 1980 a 1994 los países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) elevaron su competitividad y obtuvieron un crecimiento promedio anual del PIB de 2,8 %, mientras que el consumo de energía en promedio creció 1,1 %. En ese mismo período los países de menor desarrollo crecieron económicamente 2,5 % anual, pero el consumo de energía aumentó a razón de 4,7 % al año, lo que indica un deterioro en la intensidad energética y por tanto en la eficiencia energética. Los países de nuestra región se insertan en este último grupo.

Los análisis realizados en varias empresas por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), de la Universidad de Cienfuegos, ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía. Esto puede ser logrado si se aplica con eficacia un sistema de gestión energética.

La Unidad Empresarial de Base (UEB) Molino de Arroz Manolo Solano perteneciente a la Empresa Agroindustrial de Granos Sur del Jibaro en el año 2010 hasta comienzo del 2011 se realizaron labores de montaje de una moderna línea de tecnología brasileña permitiendo una mayor eficiencia integral del proceso fabril, la reducción del porcentaje de arroz partido, la disminución del consumo de portadores energéticos, el aumento de la capacidad de almacenamiento y la humanización del trabajo.

La nueva máquina sustituye la labor de tres, las cuales databan de la década de los 50 del pasado siglo y que se mantenían con vida gracias al quehacer de los innovadores y racionalizadores del centro. Con capacidad de procesamiento de 3,6 toneladas del arroz en cáscara por hora, la planta tiene posibilidades para casi duplicar sus producciones, destinadas a las tiendas recaudadoras de divisa de diversos territorios del país y al Ministerio del Turismo de Villa Clara, Cienfuegos y Matanzas, además de Sancti Spíritus. En el contexto de la renovación del equipamiento fue montada, igualmente, una máquina embolsadora-enfaldadora, capaz de entregar paquetes litografiados de 1 y 5 kilogramos del grano. El restante se comercializa en sacos de 50

kilogramos.

A la lista se adicionan la instalación de otra pizarra eléctrica, fabricada en Cubahidráulica, y la remodelación del laboratorio, favorecido por una modernizada técnica.

Dicha obra trajo consigo la reconstrucción capital del establecimiento, entre cuyas acciones se incluyeron el remozamiento completo de la nave de recibo de la materia prima, el reemplazo de los silos de madera por otros de plancha galvanizada y la reposición de la cubierta de la industria.

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo.

Es más importante un sistema continuo de identificación de oportunidades que la detección de una oportunidad aislada.

Para el éxito de un programa de ahorro de energía resulta imprescindible el compromiso de la alta dirección de la empresa con ese propósito. Debe controlarse el costo de las funciones o servicios energéticos y no el costo de la energía primaria.

La realización de un diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, que posibilite definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética, consiste en un conjunto de procedimientos y herramientas técnico-organizativas que aplicados de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos.

La **Situación Problemática** existente en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, que condujo a efectuar un estudio para la realización de un Diagnóstico Energético, está determinada por la poca capacitación técnico- organizativa existente, la falta de proyectos de ahorro y conservación de la energía y el insuficiente aprovechamiento energético de la UEB. Dicho estudio tiene el propósito de lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas que se deriven y adopten.

Por todo lo antes expuesto podemos definir como nuestro **Problema Científico** que, la falta de un diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, limita definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética.

Por lo que el **Objetivo General** del presente trabajo es realizar un diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, que posibilite definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética.

Para dar cumplimiento a este objetivo se desarrollaron los siguientes **Objetivos Específicos:**

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación sobre la eficiencia energética.
2. Desarrollar un diagnóstico energético de la UEB Arroz Manolo Solano, mediante la prueba de necesidad de la tecnología de gestión total eficiente de la energía.
3. Identificar potenciales de ahorro energético.
4. Proponer acciones de mejoramiento energético, basado en los resultados de los potenciales identificados.

Por lo que se planteo como **Hipótesis** que si se realiza un diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, será posible definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética, y obtuvimos como **Variable dependiente:** diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano y como **Variable independiente:** definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética.

El **Objeto de Estudio** será la Gestión de los procesos de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano y el **Campo de Acción** la eficiencia energética en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.

En el proceso de alcance de los objetivos planteados, se aplicaron los siguientes **métodos de investigación**:

➤ **Métodos teóricos:**

- Histórico – lógico: analiza la trayectoria revelando las etapas fundamentales dentro del proceso expresándolo de forma teórica un enfoque de la gestión energética históricamente.
- Inducción – deducción: se partió de una premisa general sobre lo efectivo que sería la realización de un diagnóstico energético para el mejoramiento de la eficiencia energética.
- Análisis – síntesis: se sintetizan elementos útiles para generalizar el análisis de los diferentes criterios en la confección de las propuestas.

➤ **Método Empírico:** explican los comportamientos reales del enfoque de proceso basándose a través de las **técnicas** que se muestran a continuación: Medición, observación, revisión de documentación, muestreo correlacional, encuesta participativa.

La **Justificación de la investigación** está determinada a partir de la situación energética mundial. El consumo desmedido del petróleo, sobre todo en la última mitad del pasado siglo y en lo que va de este, ha llevado a un acelerado agotamiento de las reservas probadas y probables del mismo. La realización de un diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, que posibilite definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética está dada por la necesidad real de reducir los costos energéticos a partir de la aplicación de políticas de uso racional de energía y mejorar la eficiencia energética.

Dicha investigación muestra gran **Valor práctico** teniendo en cuenta el gran consumo de fuentes no renovables de energía en el proceso de producción del arroz. Establece su **Valor social** por la disminución de los costos de producción, lo que puede repercutir en mayores niveles productivos.

Su **Viabilidad** está dada porque se cuenta con los medios necesarios y el capital humano para su implementación y suficiente información y datos económicos, estadísticos y productivos de la empresa que hacen posible realizar estudios, comparaciones e investigaciones de esta índole.

Con el desarrollo de esta investigación queremos obtener como **Resultados y Beneficios** el diagnóstico energético actualizado de la UEB, el análisis de los indicadores y correlación entre el consumo de portadores energéticos y el nivel de actividad, el plan de acciones con medidas encaminadas al ahorro energético en la institución y por último poder determinar las principales dificultades energéticas a través del diagnóstico el estado actual del consumo de portadores energéticos y la determinación de los potenciales de ahorro, demostrando que la institución requiere del mejoramiento de los índices de consumo.

## 1.1 Introducción

La revisión de la literatura especializada y otras fuentes consultadas, se estructuró de forma tal que permitirá el análisis de la temática objeto de estudio permitiendo sentar las bases teóricas del proceso de investigación y con ello contribuir a sustentar los principales resultados obtenidos. La construcción del marco teórico-referencial de la investigación se sirvió, además para conceptualizar definiciones, elementos y tendencias, teniendo presente el estado de la política energética a nivel mundial, los sistemas de gestión energética, la gestión energética en Cuba y los indicadores de eficiencia, todos estrechamente vinculados con el medio ambiente, para finalmente llegar al desarrollo de un diagnóstico energético en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, que posibilite definir acciones para el mejoramiento de su eficiencia energética.



**Figura 1.** Hilo conductor del marco teórico referencial. (Fuente: Elaboración propia).

## 1.2 Energía y consumo en el Mundo.

A pesar de que el alto consumo energético actual en Europa y EE.UU parezca algo natural, de *toda la vida*, es relativamente reciente. Apenas alcanza 100 años en EEUU y Gran Bretaña y menos aún en el Estado español. Este altamente artificial “mundo energético” emergió en el primer tercio del siglo XX tras la adopción casi simultánea de la electricidad, el gas natural y el petróleo. Este consumo ha contribuido a definir nuestras costumbres domésticas, las rutinas de trabajo, las estructuras urbanas, los métodos agrícolas, los equipos electrónicos, etc. Con esto no definiendo un determinismo inexorable del sistema energético sobre el conjunto de la vida social, pero pocas cosas son tan claves como la energía para explicar nuestro *modus vivendi*.

Nuestro modelo energético, basado prácticamente en los combustibles fósiles, es completamente inviable de aquí a un futuro no tan lejano. Es un sistema que acarrea un alto precio ecológico, al ser este consumo uno de los principales causantes del efecto invernadero. Al mismo tiempo, los combustibles fósiles son finitos: un día se acabarán y tal como veremos más adelante no da respuesta a las necesidades de cientos millones de personas, siendo imposible extender este sistema a nivel mundial.

## 1.3 Consumo de energía y tendencias 2002-2030.

La Tabla 1 describe los consumos actuales de energía y su posible tendencia en los próximos 20 años.

	<b>2000</b>	<b>2030</b>	<b>Incremento Consumo</b>
<b>Carbón</b>	2355 (25%)	3606 (24%)	34%
<b>Petróleo</b>	3604(39%)	5769(38%)	37%
<b>Gas</b>	2085 (23%)	4203(27%)	50%
<b>Elect. Nuclear</b>	674 (7%)	753(5%)	10%
<b>Geotérmica, solar, eólica</b>	461 (5%)	984 (6%)	53%
<b>Totales</b>	<b>9179 (100%)</b>	<b>15267 (100%)</b>	<b>40%</b>

\*Millones de toneladas equivalentes de petróleo



Dos de las principales ideas que se pueden deducir de esta tabla. Por una parte la tendencia a seguir aumentando el consumo energético, y en segundo lugar, la primacía absoluta de los combustibles fósiles, que representan cerca del 90% del gasto energético total. Este tipo de consumo es de una importancia capital, bien por sus consecuencias sobre el medio ambiente (especialmente en el caso del carbón y del petróleo, y en menor medida del gas natural), bien por la centralización económica del sistema energético que conlleva el consumo de dichas materias primas, debido principalmente al capital necesario para poder buscar, extraer, transportar, refinar y distribuir dichos combustibles fósiles. Esta centralización entre otras muchas cosas, supone que todo cambio o búsqueda de alternativas al modelo energético vigente sea difícil o lento.

Se observa cómo el petróleo es y seguirá siendo el principal combustible empleado, principalmente gracias al sector del transporte y cómo el gas natural va a desbancar al carbón como segunda materia prima. A pesar de ir creciendo en números absolutos, la energía nuclear pierde en números relativos y desgraciadamente el uso de energías alternativas no pasa de ser algo testimonial si se tiene en cuenta el consumo global.

#### **1.4 Eficiencia Energética y otros conceptos relacionados**

Eficiencia energética es un término polivalente, muy empleado en los últimos años en muy diferentes contextos, y tal vez por este motivo, parece oportuno delimitar su significado. La palabra eficiencia proviene del latín *efficientia* que en español quiere decir, acción, fuerza, producción. En principio la eficiencia energética atendería a la definición física referente a un proceso o a un dispositivo, correspondiéndose esta a la relación entre la energía útil y la energía empleada. Actualmente esta acepción se emplea, casi exclusivamente, para maquinaria, electrodomésticos o luminarias, es decir procesos o aparatos que se relacionan más directamente con el usuario, y en los que ambas magnitudes son fácilmente medibles. Esta se relaciona con la eficiencia energética a micro escala, entendida como la reducción del consumo para el mismo servicio, bien sea por avances tecnológicos o mejoras en la gestión (World Energy Council, 2004).

Sin embargo estas mejoras, que pueden tener repercusión a la macroescala dominante en el mundo globalizado, no son la base de las mediciones energéticas. Durante los últimos años este término se viene empleando asiduamente con un concepto más amplio, que no sólo engloba la optimización en el uso, sino lo que esta conlleva para el medio y la vida, como se expone en la recogida en la campaña *Ante el cambio climático: Menos CO2*. En general todas las definiciones que encontramos en esta línea son similares, aunque algunas toman un aspecto más económico excluyendo del termino toda acción que suponga una reducción en el PIB y otras en cambio resaltan su relación con la disminución del consumo y la consiguiente reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

#### **1.4.1 Eficiencia Energética, indicadores de eficiencia, índices de consumo.**

**Gestión Energética en Cuba:** La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar la calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones. (Borroto y Viego, 2001; CEEMA, 2006 a,b,c). La eficiencia energética implica lograr los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

De 1980 a 1994 los países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) elevaron su competitividad y obtuvieron un crecimiento promedio anual del PIB de 2,8 %, mientras que el consumo de energía en promedio creció 1,1 %. En ese mismo período los países de menor desarrollo crecieron económicamente 2,5 % anual, pero el consumo de energía aumentó a razón de 4,7 % al año, lo que indica un deterioro en la intensidad energética y por tanto en la eficiencia energética. Los países de nuestra región se insertan en este último grupo. (Berriz, 2008; Corp Livares, 2008).

En el documento Ahorro y eficiencia energética, elaborado por el Departamento de Industria Básica del Comité Central del Partido en noviembre de 2001, se señalan varias insuficiencias en la gestión energética empresarial como los principales problemas que afectan la eficiencia energética y el ahorro en el

país. Dentro de los señalamientos se destacan el insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética, el desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total, la falta de identificación de índices físicos y su ordenamiento por prioridad, la falta de identificación de los trabajadores que más inciden en el ahorro y la eficiencia energética, la insuficiente divulgación de las mejores experiencias, las insuficiencias en los sistemas de información estadística y la falta de apreciación de la eficiencia energética como una fuente de energía importante.

Los análisis realizados en varias empresas, ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía. Esto puede ser logrado si se aplica con eficacia un sistema de gestión energética. (CEEMA, 2006 e.f).

#### **1.4.2 Mejoramiento continuo de la eficiencia energética:**

La intensidad energética del sector de servicios está aumentando. En los países en desarrollo, la principal fuente de energía utilizada en el sector de servicios (administración pública, comercio y otras actividades de servicio) es la electricidad. Por lo tanto, en cuanto al sector doméstico, los indicadores considerados aquí se centran en la electricidad. La cantidad de electricidad requerida para generar una unidad de valor agregado (la intensidad eléctrica) está aumentando en la mayoría de las regiones, especialmente en las regiones menos industrializadas, en las cuales el sector de servicios se está expandiendo rápidamente, y en países con requisitos de acondicionamiento de aire (NIC y otros países asiáticos) . En América del Norte y Oceanía, con elevados niveles de intensidad de energía, la relación es bastante estable.

Uno de los aspectos importantes a tener en consideración es la determinación de las potencialidades y medidas más comunes de incrementos de la eficiencia energética evaluados a partir de los diagnósticos energéticos que se realicen según (Campos, 1999) pueden aplicarse medidas de ahorro con gran efectividad.

Dentro de las medidas a tener en cuenta para este trabajo se destacan:

**Iluminación.**

1. Uso de lámparas de bajo consumo.
2. Separación de circuitos de iluminación para compartimentar su uso.
3. Eliminación de focos incandescentes, sustitución por lámparas fluorescentes.

**Factor de potencia.**

1. Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos.
2. Compensar la potencia reactiva y corregir el factor de potencia.
3. Conectar los capacitores de carga cerca de la carga que van a compensar.

**Motores eléctricos.**

1. Selección apropiada de los motores eléctricos.
2. Lograr los mayores períodos de operación del motor y su carga a la máxima eficiencia (75 - 95 % de su potencia nominal).

**Reducción de la demanda máxima de electricidad.**

1. Determinar las áreas que son factibles de controlar para reducir las cargas por demanda máxima.
2. Valorar alternativas o estudios de costo - beneficio para implantar la autogeneración y cogeneración.

Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto.

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO<sub>2</sub>. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada. **(Campos, 1999)**

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

Dentro de las principales dificultades para el logro de la Eficiencia Energética en los centros se encuentran:

1. No siempre se tiene definido en qué grado o qué % de incidencia tiene cada portador energético en el consumo total de energía.
2. No es muy común que el centro tenga identificados y en orden de prioridad los índices físicos de eficiencia por tipo de portador energético.
3. Consejos de dirección administrativa con insuficientes análisis en relación al tema energético.
4. Débil Sistemas de monitoreo y control energético.
5. No solo es importante identificar los potenciales de ahorro y llevarlos a vías de hecho sino además es necesario realizar la evaluación económica de los mismos.

Para erradicar estas deficiencias se aplica con mucha efectividad la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) desarrollada en el Centro de Estudios de **Gestión Total Eficiente de la Energía** consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa.

La TGTEE se diferencia de los servicios que se ofertan en este campo en que es un proceso de reingeniería de la gestión energética de la empresa; su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar elaborado un programa, sino elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa para ser autosuficiente en la gestión por la reducción de sus costos energéticos; añade el estudio socio-ambiental, la gestión de mantenimiento, la gestión tecnológica y los elementos de las funciones básicas de la administración que inciden en el uso eficiente de la energía; es capaz de identificar un número muy superior de medidas triviales y de baja inversión para la reducción de los costos energéticos; entrena, capacita y organiza los recursos humanos que deciden la reducción de los

consumos y gastos energéticos, creando una nueva cultura energética; e instala en la empresa procedimientos, herramientas y capacidades para su uso continuo y se compromete con su consolidación.



La TGTEE incluye la capacitación al Consejo de Dirección y especialistas en el uso de la energía; el establecimiento de un nuevo sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua del manejo de la energía; la identificación de las oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía en la empresa; la proposición, en orden de factibilidad, de los proyectos para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas; la organización y capacitación a los trabajadores vinculados al consumo energético, en hábitos de uso eficiente; el establecimiento de un programa efectivo de concientización y motivación de los recursos humanos de la empresa, hacia la eficiencia energética; la preparación de la empresa para auto diagnosticarse en eficiencia energética; y el establecimiento en la empresa de las herramientas necesarias para el desarrollo y perfeccionamiento continuo de la tecnología.

### 1.5 Sistemas de Gestión Energética

La gestión energética o administración de energía, como subsistema de la gestión empresarial, abarca las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, a partir de entender la eficiencia energética como el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la mínima contaminación ambiental por este concepto. Un sistema de gestión energética se compone de la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

Cuando se trata medir la eficiencia energética, en términos generales y al igual que sucede al definirla, no se tiene en cuenta la relación entre energía útil y total empleada, como indicaría su definición física. Esta eficiencia energética a menor escala, de gran importancia a nivel usuario, se relaciona directamente con el rendimiento y constituye uno de los pilares de las políticas energéticas, por su repercusión en el cómputo global. A gran escala, y haciendo referencia a la definición del término más extendida en los últimos años, se emplean indicadores que relacionan la energía con temas económicos. Los más empleados son los índices de eficiencia e intensidad, atendiendo a la relación entre el PIB y el consumo energético, y diferenciando entre el primario y el final (Santamarta, 2007). Además de estos en el proyecto de la Comisión Europea sobre indicadores de eficiencia energética, se recogen nuevos indicadores relacionados con este término, como son las unidades de consumo específico (muy utilizadas al hablar de eficiencia por sectores), los indicadores ajustados (intensidades sometidas a variaciones según clima, desarrollo etc.) o los índices de eficiencia energética (que permiten relacionar los consumos específicos de los sectores entre sí).

Intensidad primaria (consumo energía primaria/PIB):

La intensidad energética primaria mide cuánta energía requiere cada país o región para generar una unidad de PIB. Por lo tanto, es más un indicador de «productividad de la energía» que un verdadero indicador de eficiencia desde un punto de vista técnico. (World Energy Council (2004))

Este es el indicador más utilizado para medir la eficiencia energética a macro escala. Se consideran para ello todos los consumos primarios de energía, incluida la biomasa, y se dividen por el PIB referido al eur-95, para poder comparar los distintos países. Aunque durante mucho tiempo los países desarrollados han sido los de mayor intensidad primaria, desde 1990 empezaron un descenso generalizado que contrasta con el gran aumento de las intensidades de los países en desarrollo. A parte de la posible influencia de los programas de eficiencia energética, que desde finales de los 90 se extienden por los países desarrollados, este fenómeno de descenso de la intensidad está directamente asociado a la pérdida de la industria de estos países a favor de los países en desarrollo, pasando estos a aumentar llamativamente su consumo energético y su producción de GEI (World Energy Council, 2007)

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo.

Es más importante un sistema continuo de identificación de oportunidades que la detección de una oportunidad aislada.

Para el éxito de un programa de ahorro de energía resulta imprescindible el compromiso de la alta dirección de la empresa con ese propósito. Debe controlarse el costo de las funciones o servicios energéticos y no el costo de la energía primaria.

El costo de las funciones o servicios energéticos debe controlarse como parte del costo del producto o servicio.

Además de los indicadores globales que caracterizan la eficiencia energética de los países, el estudio de esta y de los consumos energéticos suele realizarse por sectores, ya que tanto el tipo de consumo, como las medidas para hacerlo más eficiente suelen ser característicos. Aunque la división realizada por los planes de acción oficiales por usos es más específica (Industria; Transporte; Edificación; Servicios Públicos; Equipamiento Residencial y Ofimático; Agricultura; y, Transformación de la Energía) en cuanto al consumo es fácil encontrarlo dividido en cuatro grandes grupos.



También se deben concentrar los esfuerzos en el control de las principales funciones energéticas, organizar el programa orientado al logro de resultados y metas concretas, y realizar el mayor esfuerzo dentro del programa a la instalación de equipos de medición.

Entre los errores más frecuentes en que se incurre se pueden señalar los siguientes:

1. Se enfrentan los efectos y no las causas de los problemas.
2. Los esfuerzos son aislados y no hay mejora integral en todo el sistema.
3. No se atacan los puntos vitales.
4. No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
5. Se consideran las soluciones como definitivas.
6. Se conforman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

Entre las barreras que se oponen al éxito de la gestión energética pueden mencionarse las siguientes:

1. Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa se excusan por estar sobrecargadas.
2. Los gerentes departamentales no ofrecen suficiente tiempo a sus subordinados para esta tarea.
3. El líder del programa no tiene tiempo ni logra apoyo o tiene otras prioridades.
4. La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo ni ofrece refuerzos positivos.
5. La dirección no es paciente y juzga el trabajo sólo por los resultados inmediatos.
6. No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario o interdepartamental.
7. Falta comunicación con los niveles de toma de decisiones.
8. La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.
9. El equipo de trabajo se aparta de la metodología y el enfoque sistemático.

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 en 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, la necesidad del control se justifica debido a:

- 1 Factores internos y externos al proceso que influyen en la variación de la eficiencia y el consumo de energía de los equipos y sistemas (niveles de producción, características de los productos y servicios, calidad de la materia prima, temperatura ambiente, etc.)
- 2 El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.
- 3 El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- 4 La actitud, motivación y nivel de competencia del personal que decide en la eficiencia energética se modifica con el tiempo.

### **1.6 Revolución Energética en Cuba:**

La política energética cubana ha estado encaminada, desde el triunfo de la Revolución, a la satisfacción de las necesidades de todos los cubanos, sin excepción alguna.

Ya desde antes del triunfo revolucionario, en el juicio por el asalto al Cuartel Moncada (1953), Fidel plantea: «...llevar la corriente eléctrica hasta el último rincón de la Isla».

El desarrollo de un país debe medirse por su desarrollo social y nunca por el consumismo y el despilfarro. El desarrollo social de Cuba ha llegado a un nivel tal que se considera entre los derechos humanos básicos, no sólo el derecho a la vida, la independencia, la libertad, la alimentación, la salud, la educación, la vivienda, el trabajo y la seguridad social, sino también a una cultura general integral.

La televisión y la radio en Cuba, a diferencia del resto de los países del mundo, tienen un carácter eminentemente educativo y cultural, sin anuncios aberrantes que promueven el consumismo, sin noticias ni artículos que sólo tratan de

engañar a los pueblos en contra de ellos mismos y a favor de las clases ricas dominantes y del imperio.

La electrificación de la totalidad de las escuelas de Cuba, de ellas más de 2 300 mediante paneles fotovoltaicos en las montañas y lugares de difícil acceso, inclusive más de veinte que tenían un solo niño estudiante, y su equipamiento con televisores, equipos de vídeo y computadora, fue un paso fundamental en la generalización de una enseñanza de alta calidad basada en los métodos pedagógicos más modernos.

La construcción de cerca de dos mil salas de televisión y vídeo, también electrificados con sistemas solares fotovoltaicos, logró llevar la televisión, y por lo tanto la posibilidad de adquirir una cultura general integral, hasta el último rincón de Cuba. (Berriz, 2008).

Existe un plan acelerado para que la totalidad de la población cubana, independientemente de donde viva y por muy alejada e intrincada que esté, disfrute en sus hogares de la electrificación como una necesidad intrínseca del desarrollo social.

Como es sabido, la energía es un factor fundamental tanto para la subsistencia como para el desarrollo. La dependencia energética es dependencia económica y, por consiguiente, deviene dependencia política.

La energía ha sido y es un instrumento de poder, causa de todas las guerras contemporáneas. La política energética mundial está esclavizando a los pueblos y exterminando la naturaleza y, por lo tanto, al ser humano.

Por esta razón, la política energética de Cuba se basa en los siguientes factores: (Acosta y Gonzáles, 1989; Borroto, 1998,1999)

- 1 Proliferación de una cultura energética encaminada al logro de un desarrollo independiente, seguro, sostenible y en defensa del medio ambiente.
- 2 Prospección, conocimiento, explotación y uso de las fuentes nacionales de energía, sean convencionales o no.
- 3 Uso racional de la energía, con el máximo ahorro en su uso final y la utilización de tecnologías de alta eficiencia.
- 4 Producción distribuida de la electricidad y cerca del lugar de consumo. Desarrollo de tecnologías para el uso generalizado de las fuentes renovables de energía, con un peso progresivo en el balance energético nacional.

**5** Participación de todo el pueblo en la revolución energética.

Fidel nos ha llamado a una nueva batalla: la batalla por la revolución energética.

Estamos seguros de que, como siempre, venceremos.

El alcance principal de los programas incluidos en la Revolución Energética en Cuba son los siguientes (Borroto, 2006):

**1** Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.

**2** Rehabilitación total de las redes de distribución anticuada e ineficiente que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.

**3** Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas termoeléctricas del sistema electro energético y su paso a conservación.

**4** Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo de ciclo combinado.

**5** Exploración en búsqueda de nuevos yacimientos de petróleo en bloques terrestres, así como el desarrollo de los descubrimientos hechos y la explotación de los pozos de continuidad.

**6** Programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.

**7** Programa de Grupos Electrógenos Diesel sincronizados al Sistema Eléctrico Nacional (1 258 MW en 827 grupos).

**8** Programa de motores de fuel oil (928,9 MW en 373 motores). Este programa es de motores que funcionarán en régimen base (24 horas al día) y también sincronizados al SEN.

Programa de Grupos de Emergencia que comprende un total de 4 158 grupos para una potencia de 711 811 kW (en hospitales, policlínicos, centros de educación, centros de comunicación, estaciones meteorológicas, instalaciones de turismo, abastos de agua, frigoríficos, panaderías y otros objetos vitales desde el punto de vista económico-social). (MEP, 1998; PAEC, 2006)

## 1.7 Eficiencia Energética en Cuba

En el período 80-89 en Cuba existía un adecuado balance oferta-demanda de portadores energéticos, creciendo el consumo de energía debido al desarrollo del país a una tasa promedio anual del 4 %. En el período 90-93, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció desde el 78 % hasta el 53 % y la de combustibles, en prácticamente 2 años, se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6 % anual.

La entrada del país en el Periodo Especial influyó de manera significativa en la reducción de la eficiencia energética por diversas causas.

En la etapa de recuperación de la economía cubana a partir de 1994, existen varios factores que han apuntado la necesidad de perfeccionar todo el sistema de gestión energética empresarial. Dentro de los factores referidos se pueden mencionar los siguientes:

1. El redimensionamiento y el perfeccionamiento de las empresas en función de las disponibilidades de mercado y materias primas variaron sus estructuras de consumo y de pérdidas de portadores energéticos, modificando sus normas de consumo o indicadores de eficiencia. La variación de las tarifas y costos de energía eléctrica al sector estatal, la introducción del crudo nacional, la modificación de sistemas de preparación y uso de combustible, el deterioro del estado técnico del equipamiento por la afectación de los ciclos de mantenimientos, también contribuyó a la modificación de las normas de consumo establecidas y de los indicadores de eficiencia, así como a la aparición de nuevos problemas energéticos.
2. La reorientación que ha sufrido la economía para lograr su inserción en el mercado mundial, la necesidad de elevar continuamente la competitividad, el cambio de los sistemas de contabilidad, la modificación en los sistemas de planificación basados en recursos materiales a los financieros, la modificación del sistema bancario y la introducción de los diferentes sistemas de estimulación que se aplican en varios sectores de la economía, modifican substancialmente el escenario técnico-organizativo de las empresas, y por tanto, se requiere del perfeccionamiento de las capacidades

creadas con anterioridad para la administración eficiente de la energía, las cuales no han evolucionado con igual rapidez que las transformaciones económicas y administrativas.

3. La promulgación de la estrategia y ley nacional ambiental, que cada día gana más peso en la acción de disminución de la contaminación del medio en el ámbito empresarial, es otro elemento nuevo a tener en cuenta en el perfeccionamiento del sistema de gestión por la eficiencia energética en este periodo.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10 % del ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico - organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1.5 años. Se estimó que el 85 % de este ahorro podía obtenerse en el sector industrial, residencial y de los servicios. En el 2006, “Año de la Revolución Energética en Cuba”, se demostró que el potencial de ahorro de portadores energéticos mediante acciones de eficiencia energética es varias veces superior.

Las acciones desarrolladas para el incremento de la eficiencia energética se han basado, en lo fundamental, en medidas de carácter técnico - organizativo, mejoras en la instrumentación, el control de la operación, uso de equipos eficientes y dispositivos de ahorro, mantenimiento energético, mejor utilización de la infraestructura de base y talleres existentes, así como concentrar la producción en las instalaciones más eficientes. (García Col,2000;Francisco, López y Monteagudo,2006).

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

Promovido por el Movimiento del Fórum de Ciencia y Técnica, se ha trabajado desde hace más de 15 años en el ámbito empresarial por identificar y controlar

los índices de eficiencia energética, la estructura de consumo y el banco de problemas energéticos, además de estimular la acción de trabajadores, técnicos, jefes y cuadros que más inciden en estos índices hacia el uso eficiente de la energía. Todo esto, sin lugar a dudas, ha dado frutos y resultados positivos, sin embargo, este movimiento no ha llegado con igual intensidad a todas las empresas y territorios, y no existe el mismo nivel de capacitación general para poder asimilarlo y aplicarlo. (Borroto Nordelo, A. E. 2006)

A pesar de la importancia del ahorro de energía para el mundo y en especial para el país no se ha implementado la tecnología de gestión total eficiente de la energía en las instituciones de mayor consumo buscando trazar las políticas de ahorro para las mismas con resultados satisfactorios como es el caso del Molino de Arroz Manolo Solano de Sancti Spíritus” institución con alto consumo de portadores energético.

A través del análisis de la bibliografía se pudo corroborar la importancia y utilidad de la aplicación de la Tecnología de Gestión Total y eficiente de la energía para poder evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en la institución.

En este capítulo se brinda la secuencia lógica de realización de la investigación, así como los procedimientos empleados para el alcance de cada etapa.

## **2.1 Caracterización de la situación energética actual e histórica de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

Para la caracterización de la situación energética actual e histórica de Beneficio del Arroz UEB Molino de Arroz Manolo Solano se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

1. Caracterización de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.
2. Impacto de los Energéticos en los Costos Totales de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.
3. Estructura de Consumo de los Portadores Energéticos.
4. Índices de eficiencia energética.
5. Situación de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano en materia de gestión energética.
6. Comportamiento energético de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano con respecto al consumo de energía eléctrica.
7. Factores que influyen en la Eficiencia Energética con respecto al consumo de energía eléctrica.
8. Equipos y personal que más influyen en la eficiencia energética de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.

### **2.1.1 Caracterización de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

En el epígrafe se realiza un seguimiento a las características de mayor relevancia de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Molino Arroz Manolo Solano, de Sancti Spíritus, con el montaje de una moderna línea de tecnología brasileña la cual se encuentra en funcionamiento, que está integrada a la política nacional de sustitución de importaciones de este cereal. Con el empleo del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel, se representaron gráficos del tipo diagrama de Pareto, de producción contra tiempo con las variaciones que registró la producción física en toneladas de la UEB en los meses de trabajo año especificándose la producción desde el mes de marzo 2013 hasta el mes enero del 2014 estos datos fueron tomados del



modelo oficial, analizándose las razones por las cuales algunos valores tienen un comportamiento contradictorio. Ver Gráfico No.1 del Anexo 8.

Se realiza el diagrama de flujo de proceso total en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano enfocado en el flujo de la actividad siendo de gran utilidad para detectar entorpecimiento en la actividad, exceso de decisiones, toma de decisiones imprecisas, tener claridad de qué hacer ante una circunstancia dada. Ver Anexo No.7.

### **2.1.2 Impacto de los energéticos en los costos totales de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

El impacto de los energéticos en los costos totales de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano analizados con los principales indicadores económico del mes de marzo 2013 hasta enero 2014 siendo estos sus gastos:

- Materias Primas y Materiales
- Gasto de personal (Salario)
- Gasto de energía (Eléctrica)
- Servicios Productivos
- Seguridad Social
- Amortización
- Combustibles
- Otros Gastos

Una vez identificadas los principales gastos económicos, se realizó la recopilación de todos los valores en miles de pesos de cada uno de ellos en el período antes mencionado, utilizando como fuente el análisis del balance del departamento de contabilidad y finanzas de la UEB donde se tomaron los gastos totales, sistema implementado por el Ministerio de Economía y Planificación. Despachado mensualmente con la Empresa Agroindustrial de Granos Sur del Jíbaro para ser consolidado y enviado al Ministerio de la Agricultura.

Con los datos y la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel, se construyó un diagrama de Pareto (Gráfico No.2), mediante el cual se presentan los indicadores en orden descendente, en por ciento, donde los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incrementada de cada indicador respecto al total.

### 2.1.3. Estructura de consumo de los Portadores Energéticos.

La estructura de consumo de los portadores energéticos de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano se obtuvo a través de una recopilación de datos de los consumos del período marzo de 2013 a enero de 2014 (Tabla No.2) (fuente modelos 5073 control del consumo de los portadores energéticos mensuales).

Al igual que en el epígrafe anterior, se trabajó con la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel y con los datos obtenidos se construyó un diagrama de Pareto (Gráfico No.3) con el que se identificaron los portadores energéticos que inciden sobre el 80 % del consumo de energía de la UEB y permitió separar los “Pocos Vitales” de los “Muchos Triviales”, utilizando los factores de conversión vigentes según el Departamento de Energía y Combustible en el Poder Popular Provincial para llevar los consumos de cada portador energético al combustible equivalente.

#### La aplicación de este diagrama dio la oportunidad de:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema como puede ser: los mayores consumidores de energía en la UEB, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes en la UEB.

### 2.1.4 Índices de eficiencia energética.

Se expusieron los índices de eficiencia energética que se controlan en la empresa, que son:

1. Intensidad Energética.
2. Eficiencia Energética.
3. Índices de Consumo por cada portador energético.

El primer indicador o Intensidad Energética, refleja la cantidad de toneladas de combustible convencional (TCC) que se consume por cada mil pesos de producción mercantil que se produce en un determinado período de tiempo. La unidad de medida del indicador es (tcc / mCUP).

El indicador de eficiencia energética nos proporciona la medida de la cantidad de toneladas de combustible convencional consumido por cada tonelada de producción física que se realiza en un mismo periodo de tiempo. La unidad de medida es (tcc / t).

Los índices de consumo por cada portador energético, brindan la relación que existe entre el consumo absoluto de un portador determinado entre la producción física desarrollada en un periodo de tiempo dado.

### **2.1.5 Situación de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano en materia de gestión energética.**

Para determinar la situación en materia de gestión energética se aplicó al azar la encuesta mostrada (Ver Anexo 6), con una muestra representativa calculada para una población finita, considerando la población de 66 trabajadores, incluyendo en la misma a obreros, técnicos y directivos. En la cual con la muestra calculada se le realiza la encuesta con preguntas basadas en los aspectos fundamentales que caracteriza una suficiente gestión energética.

Aspectos fundamentales:

- Efectividad en los análisis de los índices de eficiencia Energética.
- Determinación de los Puestos Claves y Personal que deciden.
- Instrumentación que logre detectar el comportamiento de los rendimientos.
- Evaluación Técnico- Económica de los problemas.
- Inspecciones Esporádica.
- Existencia de índices y normas en puesto claves.
- Estructurado un Sistema de monitoreo y control energético completo y efectivo.
- Disciplina Tecnológica.
- Planificación y Control de datos históricos Bancos de Problemas que respondan a diagnósticos.
- Existe Motivación en personal clave.
- Niveles de capacitación en administración energética de directivos y Especialistas.

### 2.1.6 Comportamiento energético de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano con respecto al consumo de energía eléctrica.

Para efectuar el análisis de la energía eléctrica en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano tomando como base su período (marzo 2013-enero 2014) considerando su consumo después de la puesta en funcionamiento de la nueva maquinaria obtenida, se utilizó para los análisis de tendencia el consumo de este portador, como una vía de conocer cuál será el comportamiento de esta UEB.

Los pasos para determinar el comportamiento y análisis del consumo eléctrico fueron:

- Caracterización del consumo de energía eléctrica en dicho centro, incluyendo además las características de las tarifas eléctricas M1C media tensión con actividad inferior a las 12 horas diarias.
- Recopilación de los consumos mensuales de este portador energético mediante la ayuda del modelo CDA-02, para el período seleccionado y con el asistente del tabulador electrónico de Microsoft Excel, se elaboró el gráfico del comportamiento de la energía eléctrica durante esa etapa en MW/h, en el que se determinaron las desviaciones mayores y menores (Gráfico No.4) dando a conocer si las variables están bajo control.
- Recopilación de los consumos mensuales de este portador energético mediante la ayuda del modelo CDA-02, para el período seleccionado y con el asistente del tabulador electrónico Microsoft Excel, se elaboró el gráfico de control estadístico del comportamiento de la energía eléctrica durante esa etapa en MW/h, en el que se determinó los límites superior e inferior.

Para ello las ecuaciones utilizadas fueron (Juran ,2001):

$$LC = \bar{X}$$

$$LCS = \bar{X} + E_2 Rm$$

$$LCI = \bar{X} - E_2 Rm$$

Donde: X variable

E<sub>2</sub>: Factor para n=2 con valores de 2.66 (Tabla Y.)

Rm: Media de los recorridos de la variable

Esta forma obedece a que las mediciones fueron una por lote , por lo que no hubo subgrupos, por otra parte los valores Rm/Ra-Rb/ se dividieron entre dos, para buscar más sensibilidad en los gráficos.

Las fórmulas empleadas fueron para Rm:

$$LCS=D4 \cdot Rm$$

$$LCI=D3 \cdot Rm$$

Mostrado en el (Gráfico 4) (Anexo 8) conociendo si las variables y recorridos medios Rm) están bajo control.

- Recopilación de las toneladas de arroz con cáscara molinada con la ayuda del modelo CDA-02 (niveles de actividad) en el período (marzo 2013-enero 2014) (Anexo 8), y con el asistente del tabulador electrónico Microsoft Excel, se elaboró el gráfico de comportamiento de las toneladas molinadas de arroz con cáscara y el comportamiento de su consumo eléctrico, observando las variaciones de los consumos y las producciones (Gráfico 5).
- Construcción del diagrama de dispersión de la energía y las toneladas de arroz molinada durante el mismo período evaluado anteriormente lo que revela una importante información sobre el proceso (Gráfico 6) determinando:
  - En qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de las producciones.
  - Mostrara si los componentes de los indicadores de consumo de energía esta correlacionado entre si y por tanto, si el indicador es válido o no.
  - Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

Para poder determinar las anteriores informaciones se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Se recolectaron los datos de consumo de energías y producción asociadas a ellos, el caso de estudio (Toneladas Molinadas) para el mismo periodo de tiempo seleccionado.
2. Posteriormente se graficaron los pares (E.P) en un diagrama X.Y en el eje Y se ubicó la escala de consumo energético y en el eje X la escala de toneladas molinadas.
3. Se determinó utilizando con ayuda del asistente de gráfico tabulador electrónico Microsoft Excel, el coeficiente de correlación entre E y P.

4. Se trazó la línea de tendencia y se calculó con el mismo procesador la pendiente y en el intercepto de la recta con la forma  $E = mP + E_0$ , donde:

E...Energía

M...Valor de la pendiente

P...toneladas molinadas

$E_0$ ...energía no asociada, determinado en el intercepto de la línea en el eje

- Después de haber obtenido el gráfico de energía (E) contra producción (P) y la ecuación  $E = mP + E_0$  para determinar la correlación se realiza el gráfico de índice de consumo (IC) (Gráfico No.7) donde la expresión de la función  $IC = F(P)$  se obtuvo de la siguiente forma:

$$E = mP + E_0$$

$$IC = m + E_0/P$$

Donde con este gráfico se puede establecer sistemas de gestión energética y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencias energéticas superiores.

Para la elaboración del mismo se tomaron los valores reales del periodo seleccionado (marzo 2013-Enero 2014) de la información contenida en el Gráfico No.6.

- Se determinó y se trazó la curva teórica  $IC = F(P)$  a partir de la expresión  $E = F(P)$  del período base ,dando valores determinados de toneladas de arroz con cáscara molinada.
- Se determinaron los pares de datos reales (E/P,P)de los registros de datos E y P utilizados para realizar el diagrama EvsP del período seleccionado.

Este gráfico se empleó para:

- Caracterizar el nivel de eficiencia con que trabajo en el período evaluado al comparar los pares reales (E/p/P) sobre el diagrama de la curva de referencia.
- Comprobar los índices de consumo para determinar niveles de actividad prevista.
- Evaluar el nivel de eficiencia energética.

- Para monitorear la tendencia de la UEB en cuanto a la variación de consumos energéticos, con respecto a un período base determinando cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o consumido por exceso con relación al comportamiento del período seleccionado (marzo 2013-enero 2014) Ver Gráfico No.8.

Este grafico brindara:

- Conocer la tendencia real de la UEB en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la Magnitud del ahorro o gasto por exceso del periodo determinado.

### **2.1.7 Factores que influyen en la Eficiencia Energética con respecto al consumo de energía eléctrica.**

Los factores que influyen en la Eficiencia Energética se determinaron a partir de los resultados obtenidos en los análisis desarrollados, teniendo en cuenta las mayores exigencias registradas en su estructura de consumo.

### **2.1.8 Equipos que más influyen en la eficiencia energética de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

Se determinan las potencias eléctricas en motores eléctricos del Molino para lo cual se utilizó datos de chapillas, medición y con el método de la observación y el recorrido por las diferentes áreas del molino, se determinaron las áreas y equipos donde existe el mayor consumo energético, mostrado en el Anexo 4.

## **2.2 Presentación de los análisis de la situación energética en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

Para el análisis de la situación energética se realiza una tormenta de ideas: La tormenta de ideas (Ver Anexo 1) es una puesta en común de las ideas de los componentes de un grupo diagnóstico de la prueba de necesidad de la tecnología gestión total de eficiente de la energía. Donde se extrae La información una lista de posibilidades que serán el punto de partida para continuar el análisis.

La tormenta de ideas no proporciona respuestas a preguntas. Por sus características principales la tormenta de ideas es una herramienta muy útil para:

- Situaciones en las cuales se buscan ideas nuevas y creatividad.
- Situaciones en las cuales se quiere fomentar la participación activa de todos los componentes de un grupo.

Los conocimientos, relativos al uso de la herramienta, necesarios para la participación en una tormenta de ideas son relativamente sencillos y pueden ser asimilados en una breve introducción a la sesión por parte del coordinador.

Durante un proceso de solución de problemas hay cuatro puntos en los que la realización de una tormenta de ideas puede ser muy útil:

- Durante la definición de proyectos, para obtener una lista de posibles proyectos de mejora a abordar.
  - Durante la fase de diagnóstico del problema, para obtener una lista de teorías sobre las causas de dicho problema.
  - Durante la fase de solución, para conseguir nuevas ideas sobre posibles soluciones al problema.
  - Para identificar posibles fuentes de resistencia a la implantación de las soluciones propuestas, logrando la confección del diagrama Causa – Efecto.
- ❖ **Diagrama Causa – Efecto o Espina de pescado (Ishikawa):** Permite identificar, explorar y exhibir gráficamente, con detalles crecientes, todas las posibles causas relacionadas con un problema o condición a fin de descubrir su raíz o raíces.

#### ¿Qué hace?:

- Permite que el equipo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Crea como una fotografía del conocimiento y consenso colectivo de un equipo alrededor de un problema. Esto crea apoyo para las soluciones resultantes.
- Hace que el equipo se concentre en causas y no en síntomas.



Mediante diagrama de Ishikawa, quedaron representadas las causas que provocan el deterioro del nivel de eficiencia energética, como se muestra en el Anexo 2.

### 2.3 Comportamiento del factor potencia en máquinas definidas como puestos claves:

Se determinó el comportamiento del factor de potencia en las máquinas identificadas como puestos claves, que conoce la magnitud puntual del factor de potencia en la UEB, el cual se realizó a través de un circuito para determinar la influencia de esta máquina en el consumo reactivo: el factor de potencia en la entidad.

Para el cálculo del factor potencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$FP = \cos \left[ (A \text{ tang}) \times \left[ \frac{C_{\text{react total}}}{C_{\text{total}}} \right] \right]$$

Donde:

FP: factor potencia.

A tang: ángulo de la tangente.

$C_{\text{react total}}$ : consumo total del reactivo.

$C_{\text{total}}$ : consumo total.

### 2.4 Determinación de potenciales de ahorros de energía por factores infraestructurales o de proceso en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano. Método de expertos.

Para la determinación de las principales oportunidades de ahorro de energía por factores infraestructurales o de proceso en la referida entidad, se creó una comisión de expertos los cuales se organizaron en un grupo de trabajo, cuya tarea fundamental fue identificar los potenciales de ahorros de energía por factores infraestructurales en la UEB, al considerar su adecuado conocimiento de las particularidades del tema, que persiguió una selección y evaluación de todas las oportunidades posible. Se tomó como apoyo a integrantes de la Empresa Agroindustrial de Granos Sur del Jíbaro, así como miembros del Molino Ángel Montejo por su experiencia y similitudes en el tema energético.

Secuencia realizada para la determinación de los expertos (Apéndice Z1981).

1. Se empleó la ecuación del método de experto, el resultado del cálculo del número de experto fue el siguiente:

$$M = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2}$$

Donde:

i: Nivel de precisión deseado.

p: Proporción estimada de errores de los expertos.

2. Selección de personas posibles de cumplir los requisitos para ser expertos a los cuales se le realizaron.
3. Valoración de su nivel de experiencia, que comprende los niveles de comprensiones que poseen sobre la energía.
4. Aplicación de un coeficiente de conocimiento (Kcj).
5. Aplicación del coeficiente de argumentación (Ka).
6. Para obtener su coeficiente de competencia (K).
7. Identificación de los potenciales de ahorro seleccionados por los expertos anteriormente.

Para evaluar alternativas de solución se identificaron una serie de acciones mediante la técnica de tormenta de ideas y selección ponderada, donde a partir del criterio de los expertos seleccionados se precisan, las prioridades de cada acción de acuerdo a las necesidades del problema para dar respuesta con dichas alternativas.

Para determinar si es o no confiable el juicio emitido por los expertos y para dar un orden de prioridad se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall. Ver Anexo 3.

Primeramente se realiza una ponderación de las necesidades otorgándole un valor del 1 a 10, asignándole 1 a la más importante y 10 al menos importante.

## **2.5 Evaluación técnico-económica del aprovechamiento de los principales potenciales de ahorro identificados en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

Se evaluó solamente la factibilidad técnico – económica de uno de los potenciales de ahorro, consistente en realizar análisis del rendimiento de motores así como el mejoramiento de factor de potencia, por evidenciarse a

criterio de los expertos, que es el que mayores beneficios representa para la UEB en el aspecto energético, fundamentado en quién garantiza una eficiencia y reducción de costos por penalización, logrando también una reducción de consumo ineficiente.

Potencial de Ahorro Seleccionado:

- Mejoramiento del factor de potencia.

## **2.6 Definición del plan de acción.**

En el plan de acción se reflejan las oportunidades de ahorro identificadas como acciones concretas a realizar para lograr el ahorro de portadores energéticos más representativo en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano. En su elaboración se asignó un responsable que supervise y ejecute las acciones dentro de los plazos previstos en el mismo, se tiene en cuenta la asignación de los recursos humanos, materiales y financieros requeridos, y priorice la atención a este plan en función de la prioridad e importancia.

### **3.1 Caracterización de la situación energética actual e histórica de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

La UEB Manolo Solano está ubicada en Sancti- Spíritus, situada en calle Quinta S/N en la barriada de colón, siendo un patrimonio relativamente joven, pues comienza a producir en el año 1958 utilizando materia prima (arroz cáscara) de diferentes lugares del país, sus maquinarias procedían alguna del Molino La Gloria y otros medios comprados por su dueños Celso Castro y Oscar Seri y pasó a formar parte del próspero desarrollo económico e industrial de la época. Como es lógico en el cursor del tiempo fue recibiendo cambios tecnológicos más actualizados pero no es hasta 2009-2010 que se instala un sistema integral para molinado de tecnología de punta brasileño.

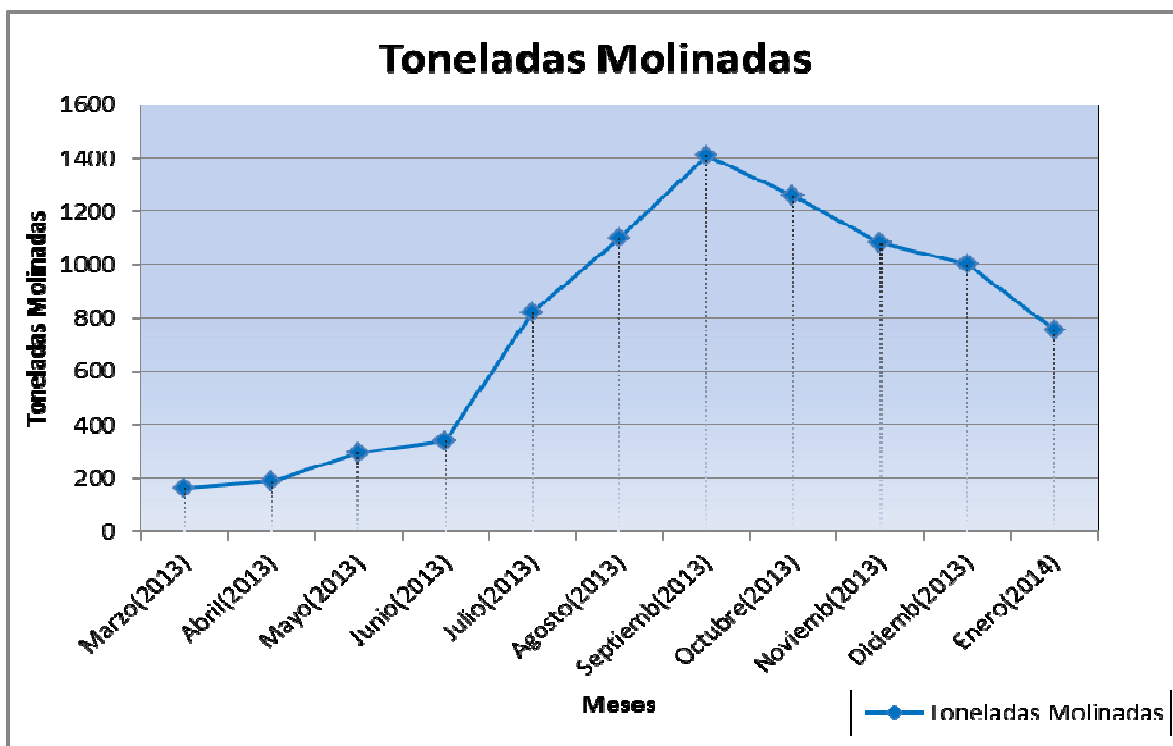
En el año 2002 la UEB se le otorga la condición de Empresa en perfeccionamiento empresarial a partir de recibir la calificación de contabilidad confiable.

El molino tiene una extensión de 1512 m<sup>2</sup>. En su interior existen áreas de trabajo comercial y productivo que se integran a la UEB mencionadas.

Su principal objeto Social es brindar servicio en moneda nacional de molinados de granos y semillas.

La UEB Molino Arroz Manolo Solano en cuestión representa dentro de esta estructura de consumo energético por las entidades perteneciente al municipio el 45. %, según consumos eléctricos mensuales del consumo de portador principal por su peso siendo el más tribal de la Empresa Agroindustrial de Granos Sur del Jíbaro; presenta consumos mensuales del orden de 25.0 MWh de energía eléctrica.

El centro no cuenta en estos momentos con procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que pueda aplicarse de forma continua que permita establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos y con ello elevar las capacidades técnico-organizativas, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.



**Gráfico No.1 Comportamiento de los niveles actividad (toneladas molinada de arroz cáscara) en el período Marzo 2013 a Enero 2014.**

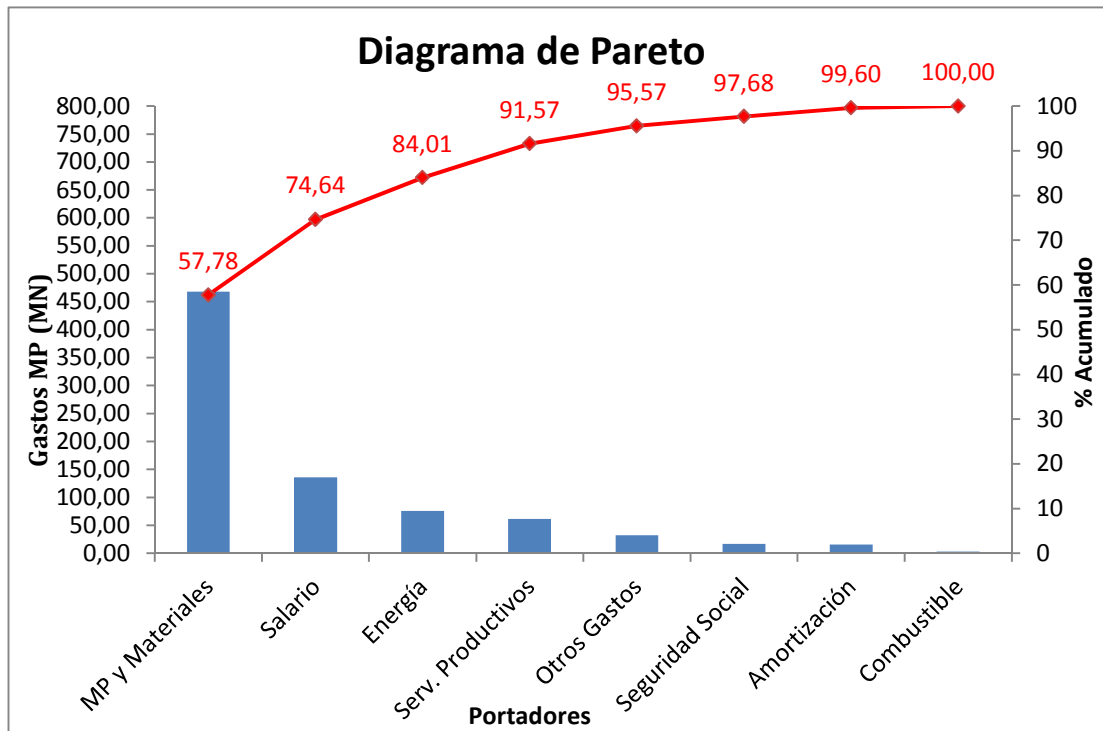
**Fuente: Datos Estadísticos.**

**Elaboración propia.**

Los niveles de actividad (Toneladas molinadas) en el período analizado presenta fluctuaciones, como reflejó el Gráfico No. 1 del Anexo 8. Presenta un aumento de molinado de arroz cáscara a partir del mes de julio, teniendo un pico máximo en septiembre donde se encuentra el molinado mayor de toneladas de arroz con cáscara 1410 toneladas, donde se aumenta la jornada laboral a 2 turnos en los meses junio y julio ha mantenido crecimiento de recibimiento en el mes de agosto a diciembre, se aumenta la jornada laboral a 3 turnos de trabajo, posteriormente comienza un descenso gradual disminuyendo en enero a 2 turnos nuevamente. Estos variados niveles de recepción de arroz provocan el pico.

### **3.1.2 Resultado del impacto de los energéticos en los costos totales de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

Se analizó la repercusión de los gastos de los portadores energéticos dentro de los gastos totales de la UEB, los resultados quedaron reflejados en el Gráfico No. 2.



**Gráfico No.2 Incidencia de los gastos de portadores energéticos dentro de los gastos totales de la UEB Manolo Solano período Marzo 2013 a Enero del 2014.**

**Fuente: Balance Contable y Estadística Económica  
Elaboración propia.**

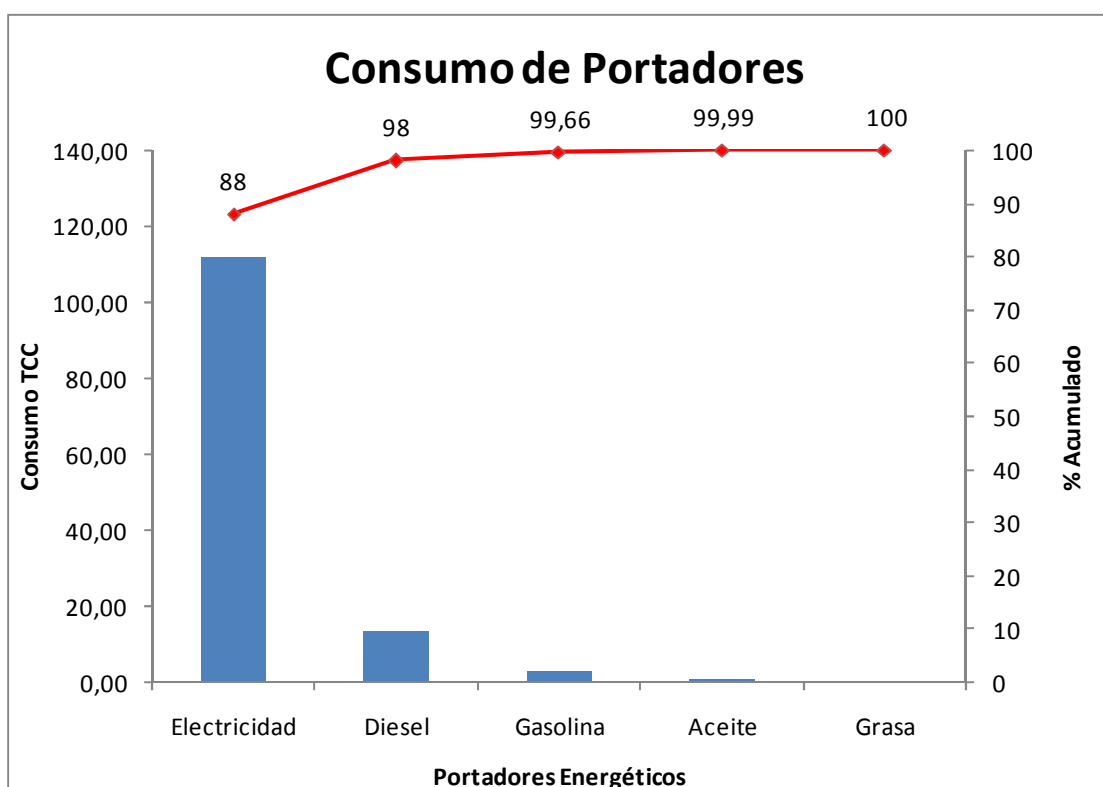
Como se apreció en el gráfico los gastos de portadores energéticos representan el 9.77 %, de esta el mayor por ciento es el de la energía, siendo el 9.37% y solo un 0.40 de combustible, no siendo representativo de los gastos totales de la UEB, ni de las partidas de mayor incidencia dentro de los mismos, no obstante su disminución no constituye una estrategia importante para mejorar la eficiencia energética propiamente de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano. La partida energía es una de las pocas dentro de los gastos totales de la UEB que presenta posibilidades de reducción y puede lograrse siendo a su vez representativa.

### **3.1.3 Resultados de la estructura de consumo de los portadores energéticos.**

El Molino presenta consumos en el período evaluado en Toneladas de Combustible Convertible (TCC) donde la energía eléctrica representa el 87,10% del consumo total, el diesel 10,46% para el transporte específicamente de insumos propios de la UEB, la gasolina el 2,10%, para transporte administrativos, el aceite el 0.33% y la grasa solo el 0,01%, como se muestra en la Tabla No.2.

Nº	Portador	U.M.	F. Conver.	T.C.C.	%	%ACUM.
1	Electricidad	MWh	0.366	111.38	87.10	88,00
2	Diesel	T	1.0534	13.37	10.46	98,00
3	Gasolina	T	1.0534	2.69	2.10	99,66
4	Aceite	T	1	0.42	0.33	99,99
5	Grasas	T	1	0.07	0.01	100,00
<b>Total</b>				127.85		

**Tabla No. 2 Portadores Energéticos al cierre del 2013.**  
Elaboración propia.



**Gráfico No.3 Gráfico de Pareto de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano año 2013.**

**Fuente: Datos Estadística económica (modelo 5073)**

**Elaboración propia.**

El gráfico de Pareto mostró el 88 % del consumo total de portadores energéticos de la UEB lo constituye la energía eléctrica en el molinaje, esto dio la posibilidad de demostrar la importancia de realizar los análisis en el mismo identificado como el principal portador energético en la UEB. Los demás portadores constituyen solo el 12% del consumo de portadores energéticos.

Para su reducción, hacia donde deben estar encaminadas las medidas de reducción de los mismos y donde se encuentran el 80 % de los problemas trabajando en el portador energético electricidad.

#### **3.1.4 Índices de eficiencia energética.**

En la Empresa se registran y analizan los consumos totales de los portadores energéticos, así como la producción física y mercantil, manejándose la intensidad y la eficiencia energéticas como indicadores de la eficiencia, además de los índices de consumos físicos globales por cada uno de los portadores energéticos que se explotan.

Estos indicadores energéticos son analizados en el Consejo de Dirección de cada una de las fábricas con periodicidad semanal y en la empresa mensual. En caso de que se produzca deterioro de alguno de ellos con respecto al indicador planificado, o con el real obtenido en igual período del año anterior, se toman las medidas pertinentes para la eliminación del problema que lo está causando.

#### **3.1.5 Situación de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano en materia de gestión energética.**

Al observarse que el tamaño de la población es de 66 trabajadores, se tomó como muestra un 84% de la misma, para lograr representar un total de trabajadores de 56 dando los resultados obtenidos en la encuesta realizada mostrada en el Anexo 6, donde se demuestra por los resultados obtenido que de las 14 preguntas realizadas para conocer el nivel de gestión energética se observa que solo 3 preguntas (3,7y 11) alcanzaron valores (98,76 y de 85%) respectivamente dando un por ciento elevado de afirmación, las restantes 11 preguntas el por ciento de no conocer sobre el tema o desconocimiento es alto por lo que se determina en sentido general la UEB no cuenta con un sistema efectivo de gestión energética que posibilite el mejoramiento continuo de la eficiencia energética.



### **3.1.6 Comportamiento energético de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano con respecto al consumo de energía eléctrica.**

La UEB Molino de Arroz Manolo Solano consume el 45 % del consumo total de electricidad de las entidades de la Empresa Agroindustrial de Granos Sur del Jíbaro, ubicada en el municipio Sancti Spíritus, según consumos eléctricos; presentando consumos mensuales del orden de 25.0 MWh, los mayores consumo están dados por los motores del molino área productiva de la UEB.

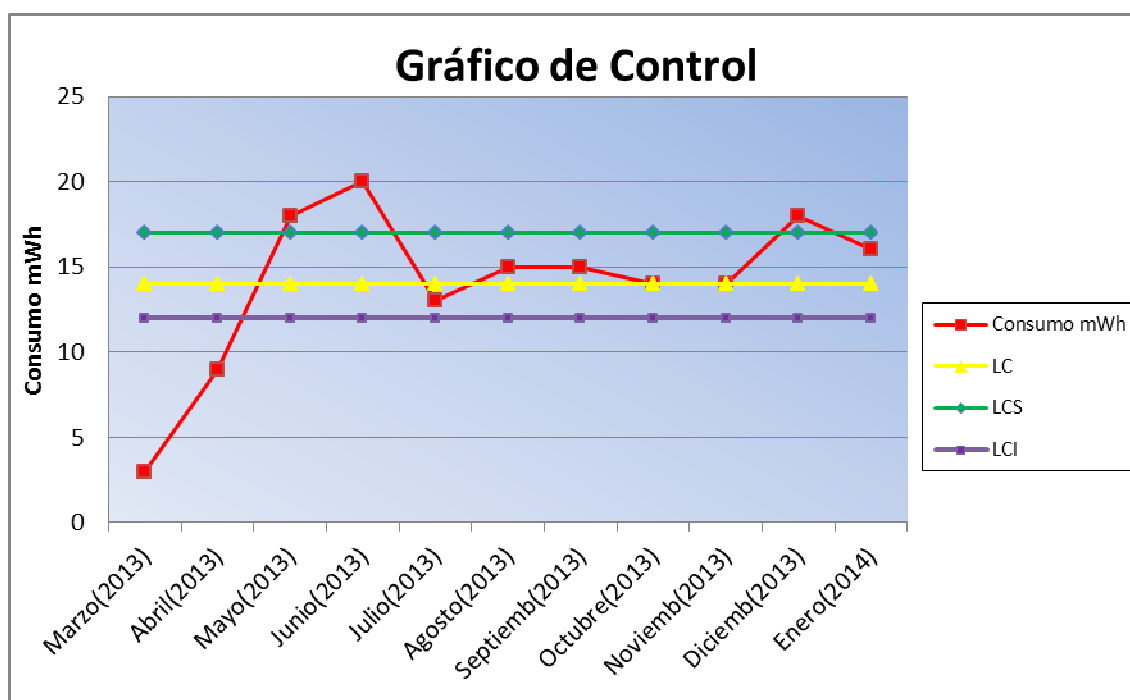
La UEB recibe el servicio de este portador a partir de contrato anual con la Organización Básica Eléctrica en el territorio, la tarifa aplicada es la M.1.C, tarifa de media tensión con actividad inferior a 12 horas diarias.

Aplicación: Se aplicara a todos los servicios de consumidores clasificados como de media tensión con actividad inferior a 12 horas diarias \$7.00 mensual por cada KW de máxima demanda contratada en cualquier periodo del día.

$(0.0254\$/KW * K + 0.064\$/kWh) * \text{Consumo en cualquier momento kWh}$

Para el cálculo de la facturación del cargo fijo mensual se considerara:

- El valor de la demanda contratada será en cualquier periodo del día de no contarse con la medición de la demanda máxima esta se considerara como el 90% de la capacidad en kVA del banco de transformadores que alimenta el servicio, por lo que no habrá penalizaciones por exceso de la demanda máxima si la demanda máxima es mayor que la demanda máxima contratada se facturara la contratada al precio de la tarifa y el exceso al triple de su valor \$21.00 por cada kW.
- Solo se permitirá contratar dos valores de demanda al año por periodos no menores de tres meses.
- Se aplica la Cláusula del Factor de Potencia.
- Se aplica la cláusula de ajuste por variación de los precios de los combustibles.
- Los clientes menores de 100 kW que su régimen de trabajo sea de tres o dos turnos de trabajo podrán pasar a las tarifas de M1A o M1B según la disponibilidad de CEE de tres y dos registros en la Empresa Eléctrica Provincial.

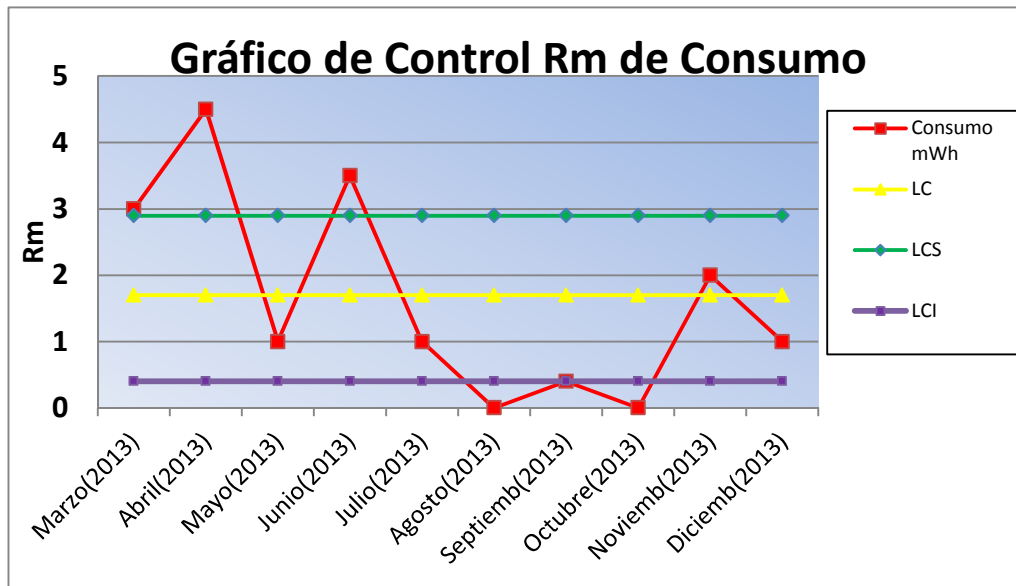


**Gráfico No.4 Gráfico de control del consumo de electricidad en la UEB en el período de Marzo 2013 a Enero 2014.**

**Fuente: Datos Estadística Económica (modelo 5073)**

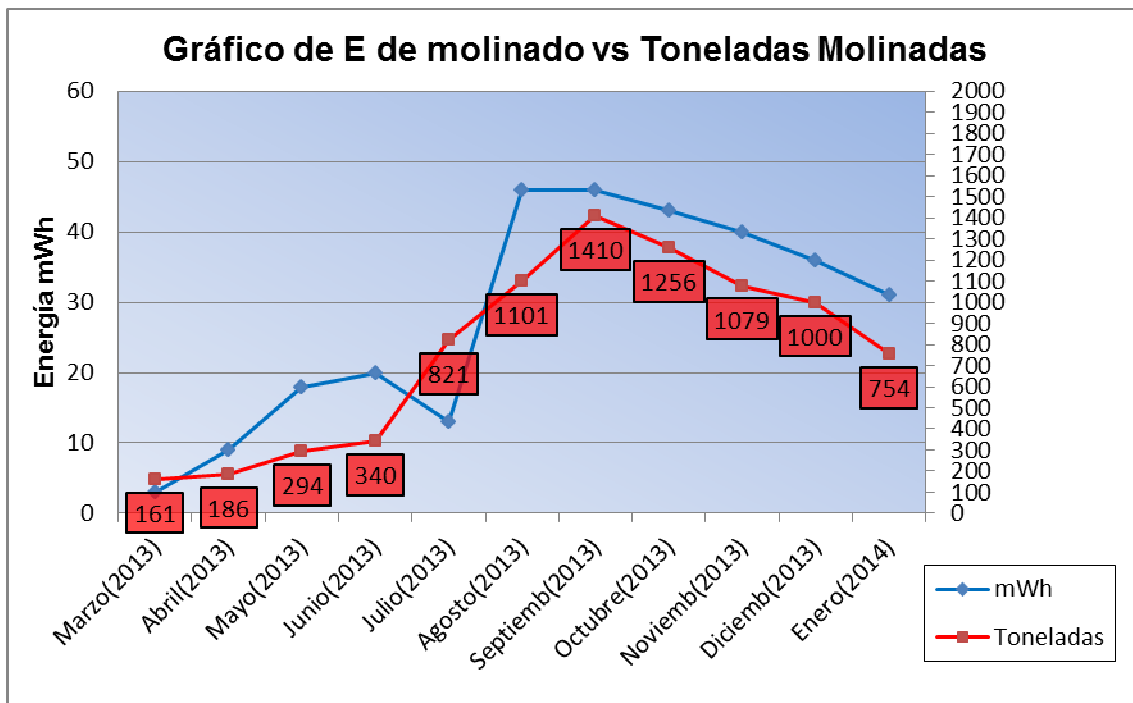
**Elaboración propia.**

En el Gráfico No.4 quedo reflejado que el consumo eléctrico de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano se comporta inestable, donde se puede observar que en los meses de marzo y abril por el comienzo del molino los niveles de actividad fueron bajos provocando que la variable consumo eléctrico se quedara por debajo de los límites de control inferior (LCI) así como en los meses de mayo, junio y diciembre se fuera por encima del límites de control superior (LCS) evidenciando altos consumos. Lo que logra identificar los límites en que se pueden considerar los consumos en control.



**Gráfico No.4.1 Gráfico de control Recorrido medio de consumo en la UEB período marzo 2011 a Enero 2012. Fuente: Datos Estadística Económica (modelo CDA-02). Elaboración propia.**

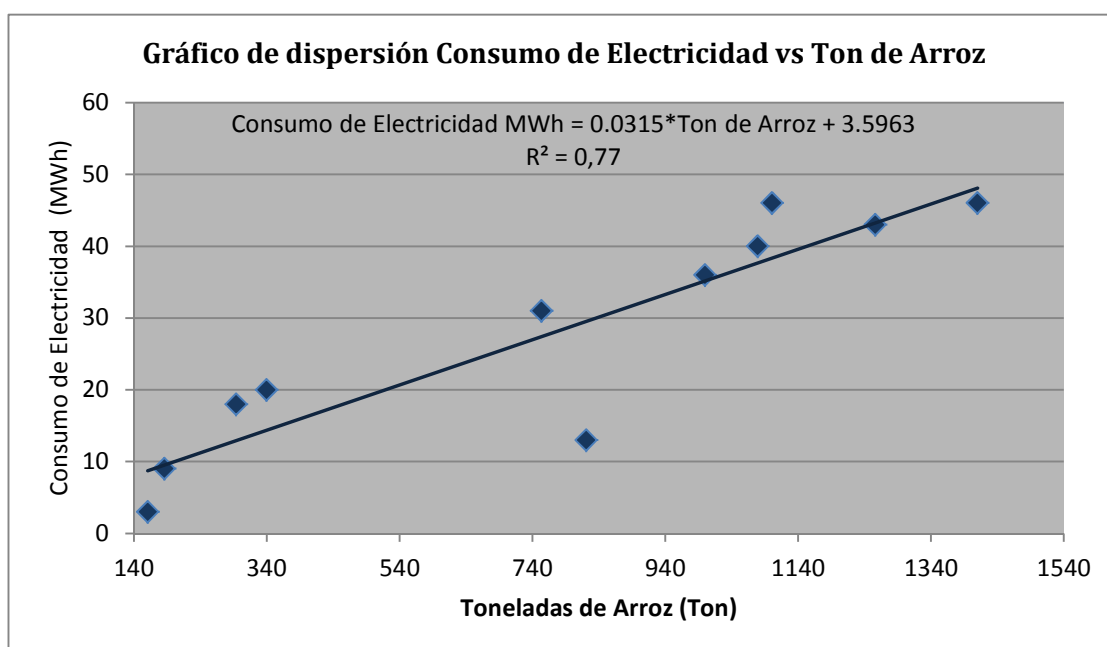
El gráfico No 4.1 refleja que los Recorridos móviles son inestables determinando las intercesiones de los meses que provocan la inestabilidad identificándose las que se encuentra fuera de control.



**Gráfico No.5 Consumo de Electricidad vs. Toneladas Molinadas de Arroz Cáscara en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano período Marzo 2013 a Enero 2014.**

Fuente: datos Estadística Económica (modelo 5073)  
Elaboración propia.

El gráfico No.5 del Anexo 8, reflejó que durante el período analizado muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción donde se observa que se producen comportamientos anormales en la variación de los consumo con respecto a la variación de la producción en el mes de marzo a julio se incrementa la producción aunque decrece el consumo de energía, en el mes de marzo se molino 161 toneladas teniendo un consumo de 3 MWh, y en el mes de julio disminuye el consumo y su producción aumenta con respecto a los períodos anteriores, en el mes de septiembre aumenta el consumo en 0.43 % y disminuye la variación de producción en 28.10% con respecto a períodos anterior los demás meses tienen comportamientos normales variado en algunos casos por el consumo en áreas administrativas.



**Gráfico No.6 Gráfico de correlación consumo electricidad vs nivel de actividad (Toneladas de Molinadas) en el período Marzo de 2013 a Enero de 2014.**

**Fuente: Datos Estadística Económica (modelo 5073).**

**Elaboración propia.**

En el gráfico No. 6 se observó que existe una tendencia a la correlación entre el consumo de electricidad y el nivel de actividad (Toneladas de Molinadas) donde el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) con un valor recomendado siendo mayor ( $R^2 \geq 0.75$ ), puede catalogarse de aceptable como es el caso de estudio, da la posibilidad de poder utilizar este índice de consumo de manera global en la UEB MWh/ toneladas molinadas en el caso del consumo de electricidad.

El consumo fijo de electricidad no asociado a la producción, o sea, las áreas administrativas, ventilación, climatización, servicios de mantenimiento, trabajos en vacíos de equipos eléctricos, energía pérdida por bajo factor de potencia, pérdidas de transformación, tiene un valor de 3.6 MWh/ mes.

Se calcula el porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción (Ena).

$$Ena = (Eo/Em) * 100$$

$$Ena = (3.5963/27.62) * 100$$

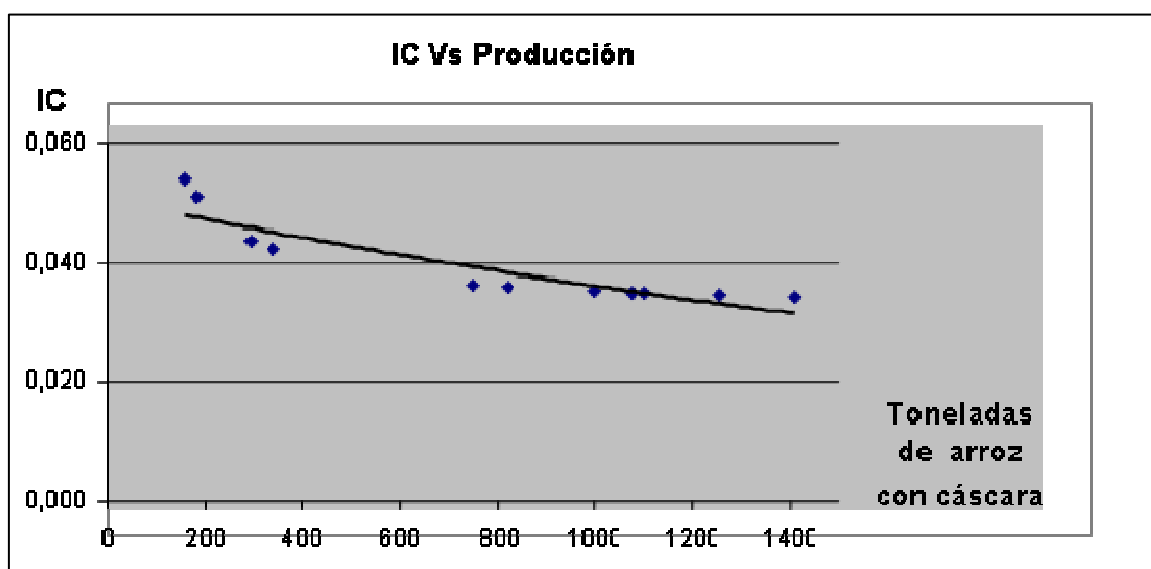
$$Ena = 13.02\%$$

Parámetro que no cuantifica en un por ciento el valor de la energía o asociada con la producción.

La literatura y la experiencia acumulada en los trabajos realizados por el CEEMA indican que se pueden considerar adecuados, a los efectos de estos análisis energéticos, valores del coeficiente de correlación  $R^2 \geq 0,75$ .

Valores de dicho coeficiente superiores al valor señalado indican una correlación en los parámetros representados en el diagrama de dispersión, y por tanto, en el índice de consumo. (Borroto, 2006)

La ecuación resultante sería: Consumo MWh = 5.2701\*Ton molinadas +3.5994.



**Gráfico No.7 Gráfico del índice de consumo vs nivel de actividad (Toneladas Molinadas) en el período Marzo 2013 a Enero de 2014.**

**Fuente: Datos Estadística Económica (modelo 5073).**

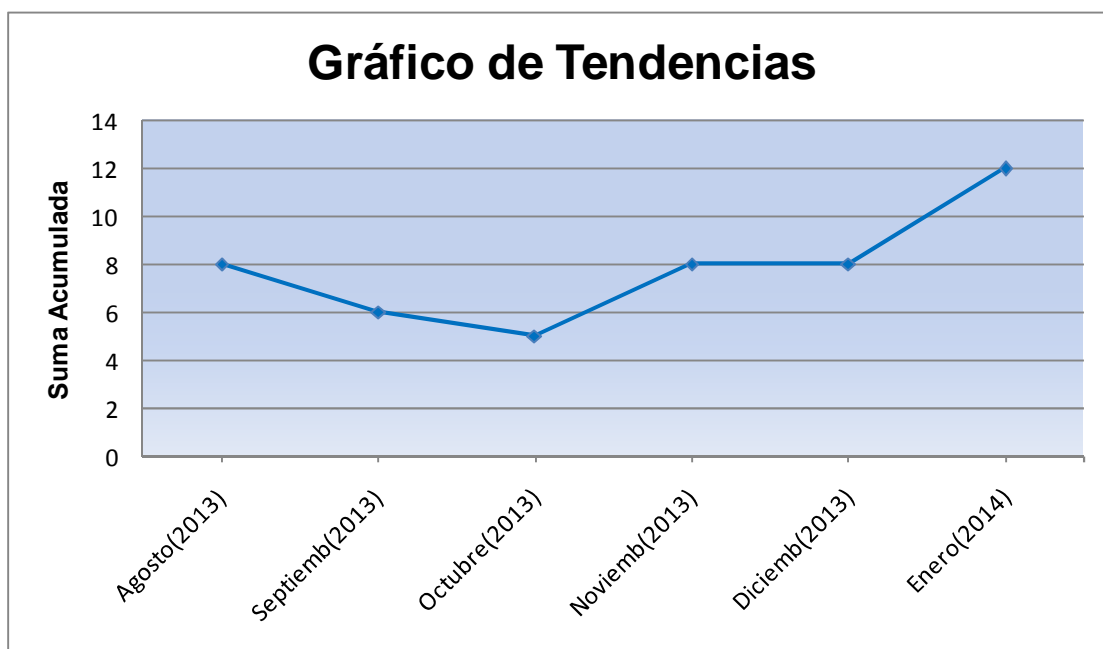
**Elaboración propia.**

El gráfico IC vs. P (Gráfico No.7) es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores. Este gráfico se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación,  $E = m.P + E_0$ , con un nivel de correlación significativo. (Borroto, 2006), sin embargo es necesaria su utilización para el análisis del comportamiento del índice de consumo en la UEB.

El Gráfico No.7 muestra como el índice de consumo aumenta al disminuir el nivel de producción. En la medida, esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía asociada a la producción respecto a la energía eléctrica productiva, existiendo como punto crítico el mes de noviembre molinando 1079 toneladas donde el aumento por encima de este nivel disminuye el índice de consumo deteriorándose los mismos. Se observa que existe un incremento en la eficiencia energética que depende del aumento en los molinajes.

La expresión que caracteriza el comportamiento del índice de consumo en función del nivel de actividad para el período es:

$$IC \text{ de electricidad} = MWh/Ton \text{ Molinadas} = 5.2701 + 3.5994 / Ton \text{ Molinadas.}$$



**Gráfico No.8 Gráfico de tendencia o del consumo de electricidad en La UEB Molino de Arroz Manolo Solano, Segundo Semestre de 2013.**

**Fuente: Datos Estadística Económica (modelo 5073).**

**Elaboración propia.**

El Gráfico No.8 determina la tendencia del consumo de este portador donde se observa que debe incrementarse durante el año 2014 con respecto al período base debido fundamentalmente al incremento del recepcionamiento de toneladas a molinar.

### **3.1.7 Factores que influyen en la eficiencia energética con respecto al consumo de energía eléctrica.**

Como resultado de los análisis anteriores se llega a la conclusión de que los factores globales que más influyen sobre los índices de consumo y en el impacto de los costos energéticos son:

- Los niveles de producción que se desarrollen.
- Los horarios en que se realizan las actividades productivas.

En tal sentido quedó demostrado para la energía eléctrica que existe un nivel de punto crítico en el cual el índice se eleva sensiblemente por lo que es recomendable siempre que las condiciones lo permitan , como una estrategia de la UEB , concentrar las producciones para que los niveles de producción sean superiores al punto crítico determinado. Por lo general para alcanzar estos altos niveles de producción exige que varios de los equipos puestos en funcionamiento trabajen fuera de su rango de eficiencia y son exigidos a trabajar en su mayoría las 10 o 12 horas del turno de trabajo en esa circunstancia y cuando esto ocurre aumenta el consumo eléctrico por parte de los equipos, lo que conlleva a incumplir el plan de corriente eléctrica mensual asignado a la unidad por parte de la empresa eléctrica, en ocasiones en fechas inferiores a los 30 días.

Por último la tarifa eléctrica que se aplica en la OBE es diferenciada por horarios siendo más costosa en el horario pico, por esto es conveniente sacar de este horario la mayor cantidad de actividades por concepto de costos por facturación.

Estos factores deben ser tomados en consideración al realizar comparaciones fundamentalmente cuando aumentan los turnos de trabajo, disminuyendo producciones en el pico nocturno y aumentándola en la madrugada, siendo la tarifa de esta la más barata.

### **3.1.8 Equipos que más influyen en la eficiencia energética de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

En la UEB Molino de Arroz Manolo Solano se realizó el estudio para la determinación de las áreas y el personal que más influencias tienen en el consumo dando como mayor consumidor en el portador energético la electricidad.

En este caso se realizaron mediciones de corriente eléctrica a motores eléctricos, determinándose su potencia así como su tiempo promedio diario de operación y la cantidad de producto que en ellos se elaboran, donde se identificó el área de trabajo clave y el personal que trabaja directamente en el proceso de molinaje, en este caso el operador, que por su modo de operación y su grado de utilización e influencia en consumo eléctrico, se identifica como decisiva para un mejor uso eficiente de energía, influyendo significativamente por sus características en el consumo de energía no asociada al molinado de arroz cáscara. Ver Anexo 4.

### **3.2 Presentación de los análisis de la situación energética en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.**

Durante el análisis de la situación energética y la realización de la tormenta de ideas, se realizó una sesión junto a 7 expertos donde se analizaron los principales criterios asociados al deterioro existente en el nivel de eficiencia energética de la unidad. Una vez preparados los materiales se proyectaron imágenes del diagnóstico de la prueba de necesidad así como los resultados del analizador de redes. Iniciado el proceso, los integrantes, uno a uno fueron aportando ideas al tema de trabajo. Con la participación activa de todos, se llegó a la conclusión de que la unidad se encuentra en un significativo deterioro de su nivel de eficiencia energética debido a diferentes causas originadas infraestructuralmente o durante el proceso de producción. La información obtenida fue el punto de partida para continuar el análisis mediante el Diagrama Causa – Efecto, obteniendo las causas y subcausas siguientes:

**Causa:**

Ejecución de producciones en horario pico.

**Subcausas:**

- La programación de la producción no tiene en cuenta los horarios picos.
- No se recibe la materia prima en volúmenes y plazos previstos.



**Causa:**

Bajo factor de potencia.

**Subcausas:**

- Máquinas sobrecargadas.
- Falta de mantenimiento en los motores.
- Banco de capacitores defectuoso.

**Causa:**

Inadecuada planificación del volumen de producción.

**Subcausas:**

- No se tienen en cuenta las capacidades de los equipos.
- No se planifican los volúmenes óptimos para lograr la eficiencia en los equipos.

**Causa:**

Baja eficiencia en las máquinas.

**Subcausas:**

- Capacidad insuficiente en los transportadores.
- No existe proporcionalidad en la línea de producción.

**Causa:**

No identificación de energía no asociada.

**Subcausas:**

- No se concilian las pérdidas de transformación.
- El circuito no está seccionado, por lo que no se controla el circuito administrativo.
- Se trabajan equipo sin carga.

**Causa:**

Insuficiente gestión energética.

**Subcausas:**

- No se realizan diagnósticos energéticos.
- No existe ningún área ni personal que se responsabilice por la gestión energética.
- No se motiva hacia el ahorro a los trabajadores.

### **3.3 Comportamiento del factor potencia en máquinas definidas como puestos claves:**

Se realiza mediciones eléctrica con la ayuda del instrumento eléctrico Circuitor, logrando determinar factor de potencia en máquinas, identificando en la misma la existencia del comportamiento de su alto consumo de energía Reactiva y factor de potencia demostrando que los motores se encuentran sobrecargados, causa principal de su disminución por las característica del molino, logrando identificar las máquinas de mayor influencia en el factor de potencia. Ver (Anexo 4).

### 3.4 Principales oportunidades de ahorro de energía por factores infraestructurales o de proceso en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.

En la tormenta de ideas se tomó como apoyo a integrantes de la Empresa Agroindustrial de Granos Sur del Jíbaro, así como miembros de la UEB Molino de Arroz Ángel Montejo por su experiencia y similitudes en el tema.

El indicador general de gestión energética muestra resultados positivos. Para mejorar este se identifican una serie de acciones encaminadas a elevar la eficiencia energética.

Para determinar las acciones se realizó una tormenta de ideas con un grupo de expertos de las diferentes áreas. Para calcular el número de expertos se utilizó la distribución binomial de probabilidad siguiente:

$$M = \frac{p*(1-p)*k}{i^2}$$

Donde:

M: número necesarios de expertos.

p: proporción estimada de errores de los expertos.

k: constante asociada al nivel de confianza.

i: nivel de precisión deseado.

Se toman los siguientes valores:

p = 0,01

K = 6,6564 para un nivel de confianza de 99 %.

i = 0,1

Se procede al cálculo:

$$M = \frac{0,01*(1-0,01)*6,6564}{0,10^2} = 6,5898 \approx 7 \text{ Expertos}$$

A partir del criterio de los expertos seleccionados se precisan, las necesidades a las que la gestión energética debe dar respuesta.

Para determinar si es o no confiable el juicio emitido por los expertos y para dar un orden de prioridad se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall.

Primeramente se realiza una ponderación de las necesidades otorgándole un valor del 1 a 10, asignándole 1 a la más importante y 10 al menos importante.

No	Oportunidades	Expertos							ΣR <sub>j</sub>	Δ	Δ <sup>2</sup>
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7			
1	Disminuir el trabajo de los motores sin carga durante la producción.	6	3	4	3	4	4	5	29	-6	36
2	Lograr que exista proporcionalidad en la línea y flujo de producción para trabajar las maquinas a su máxima eficiencia.	9	7	6	7	8	9	8	54	19	361
3	Identificar las áreas y personal clave que respondan por la eficiencia energética.	6	6	7	8	6	7	8	48	13	169
4	Establecer para el personal que mayor relación tiene con el mayor consumo energético un sistema de atención diferenciada, capacitación y motivación a través de mecanismos de estimulación moral y material.	2	3	4	2	3	4	2	20	-15	225
5	Realizar estudio de factibilidad para la disminución de la energía reactiva por el Bajo Factor.	1	3	3	3	2	1	1	14	-21	441
6	Corrimientos de producciones fuera del pico evitando aumento de gastos por tarifas del pico	6	7	6	7	6	5	6	43	8	64
7	Planificar los volúmenes de producción óptimos teniendo en cuenta las capacidades de los equipos.	5	4	3	4	3	3	2	24	-11	121
8	Desarrollar un programa interno de concientización para todo el personal alrededor del ahorro de energía	3	2	4	3	2	4	5	23	-12	144
9	Perfeccionar el sistema de monitoreo y control energético de cada área logrando mejoramiento de los índices de consumos.	8	7	6	7	8	9	8	53	18	324

Con el resultado se procede a determinar la concordancia, para ello se utiliza siguiente expresión:

$$W = \frac{12 * \sum \Delta^2}{M^2 * (K^3 - K) - M \sum t}$$

**Donde:**

W: Coeficiente de concordancia de Kendall.

M: Número de expertos.

K: Número de prioridades o índice a evaluar.

Δ: Desviación del valor medio de los juicios emitidos. Valor que se determina a través de la expresión siguiente:

$$\Delta = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \tau$$

**Donde:**

$a_{ij}$ : Juicio de importancia del índice  $i$  dado por el experto  $j$ .

$\tau$  : Número de observaciones en un grupo ligado por un rango dado

Para el cálculo de  $T$  se utiliza la expresión:

$$T = \frac{\sum (t^3 - t)}{12}$$

$$T_{\text{exp1}} = 2$$

$$T_{\text{exp2}} = 4$$

$$T_{\text{exp3}} = 4,5$$

$$T_{\text{exp4}} = 4$$

$$T_{\text{exp5}} = 2$$

$$T_{\text{exp6}} = 2$$

$$T_{\text{exp7}} = 3$$

$$\sum t = 21,5$$

$W$  debe estar entre (0.1), hay autores que plantean que:

(1.00--0.5) es confiable.

(0.49--0.0) no es confiable.

Sustituyendo los resultados anteriormente obtenidos:

$$W = \frac{12 * 1885}{7^2 * (9^3 - 9) - 7(21,5)} = 0,64$$

Esto muestra que existe concordancia entre los expertos.

Para validarlo estadísticamente se utilizó el estadígrafo  $X^2$ , por ser la cantidad de elementos mayor que 7. El estadígrafo  $X^2$  se calcula mediante la expresión:

$$X^2 = M(N - 1)W$$

$$X^2 = 7 * (9 - 1) * 0,64 = 35,84$$

$$X^2 \delta; n-1$$

$$X^2_{0.05;8} = 15,51$$

$$RC: X^2 > X^2 \delta; n-1$$

$$35,84 > 15,51$$

$H_0$ : No hay concordancia entre los expertos.

$H_1$ : Si hay concordancia entre los expertos.

No existe evidencia estadística suficiente que implique falta de concordancia entre los expertos, por lo que rechazo  $H_0$ .

Además el orden de prioridad de las necesidades según los expertos es el siguiente:

1. Realizar estudio de factibilidad para la disminución de la energía reactiva por el Bajo Factor.
2. Lograr que exista proporcionalidad en la línea y flujo de producción para trabajar las maquinas a su máxima eficiencia.
3. Perfeccionar el sistema de monitoreo y control energético de cada área logrando mejoramiento de los índices de consumos.
4. Establecer para el personal que mayor relación tiene con el mayor consumo energético un sistema de atención diferenciada, capacitación y motivación a través de mecanismos de estimulación moral y material.
5. Identificar las áreas y personal clave que respondan por la eficiencia energética.
6. Desarrollar un programa interno de concientización para todo el personal alrededor del ahorro de energía.
7. Planificar los volúmenes de producción óptimos teniendo en cuenta las capacidades de los equipos.
8. Corrimientos de producciones fuera del pico evitando aumento de gastos por tarifas del pico.
9. Disminuir el trabajo de los motores sin carga durante la producción.

### **3.5 Evaluación técnico-económica del aprovechamiento de los principales potenciales de ahorro identificados en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano:**

De los Potenciales de ahorro que se cuantificaron en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano se realizó la valoración a uno de ellos por el aporte económico:

➤ Factor de Potencia.

En la UEB para una mayor evaluación del comportamiento del factor de potencia se conectó del 16 al 17 de noviembre un analizador de redes dando los resultados del comportamiento del factor de potencia con factores normales de producción, verificando que las lecturas dada por su metro contador reales

demostrando un factor de potencia por debajo de lo establecido 0.90 dando como consecuencia penalizaciones por la Empresa Eléctrica Provincial dando una oportunidad de ahorro de costos por facturación de 2 153,20 CUP promedio por concepto de penalizaciones representando 31,2 por ciento del pago, los cálculos y comportamiento se encuentran reflejados en el Anexo 13.

La UEB cuenta actualmente con un Banco de Capacitores para la compensación de la carga reactiva pero está fuera de servicio. El factor de potencia natural con que opera según facturación eléctrica es promedio 0.63, el factor de potencia medido por el analizador de redes es de 0,66 .como muestra el Anexo 14.

La demanda según el medidor de máxima demanda contador 111 kW mientras la máxima leída por el analizador es de 110 kW por lo que para el cálculo del banco de capacitores, se asumirá una demanda 115 kW a Factor de potencia 0.66.

La corrección del factor de potencia de la instalación puede ser llevada a cabo mediante la instalación de un banco capacitores de 120cKvar, 230V este equipamiento es capaz de suministrar el reactivo demandado por los receptores eléctricos existentes en las condiciones actuales de explotación.

Con esta opción se obtendrá los mayores beneficios económicos y que eliminara la penalización de las máximas bonificaciones.

- Evaluación económica de las posibles variantes para elevar el factor de potencia en la UEB, mediante el uso de un banco de capacitores.

#### Variante 1

La valoración económica de esta tarea es la siguiente:

La inversión a efectuar asciende a \$6408,90 CUC y \$1922,67 CUP para la adquisición de nuevo banco y el pago de los aranceles.

Teniendo en cuenta que se mantenga los niveles de consumo en el mismo orden del periodo analizado las penalizaciones por factor de potencia \$2153.00 CUP mensuales lo que representa un monto de \$25 836.00 CUP anuales por otra parte al operar todos los servicios con un registro de este indicador a 0.96 (máximo valor bonificable) la bonificación mensual será de \$300.00 CUP equivalente a \$3 600.00 CUP anuales el efecto de conjunto de penalizaciones, y la obtención de bonificación asciende a más de \$2 9436.00 CUP anuales por

lo que si igualamos ambas moneda el costo de la inversión requerida menor y 4 meses de ahí en adelante, el beneficio neto sería de \$300.00 mensuales. Debe significarse que la vida útil de los bancos capacitores promedio es de 20 años.

Cotización de Material Eléctrico y Montaje de los Bancos Capacitores:

Descripción del Producto	Cantidad	Precio	Importe	Moneda
Banco de Capacitores fijo 120cKVar, 230V	1	4725.00	4725.00	CUC
Interruptor 600 A, 3 polos, 230 V	1	1015.00	1015.00	CUC
Cable de Fuerza de 150mm 2(m)	60	9.40	564.00	CUC
Terminales para cable de 150mm 2	32	2.20	70.40	CUC
Tubería Flexible 2 " (m)	20	1.36	27.20	CUC
Cable Royal Cord 2x2.5mm 2 (m)	10	0.73	7.30	CUC
Aranceles de los materiales			1922.67	CUP
<b>Importe total de la inversión</b>			<b>6408.90</b>	<b>CUC</b>
			<b>1922.67</b>	<b>CUP</b>

Variante 2:

Rehabilitación del banco existente

El costo económico de la rehabilitación del banco es de \$1 197,90 CUC y \$359,37 CUP y su periodo de recuperación es en 1 mes siendo a su vez la más factible.

Descripción del Producto	Cantidad	Precio	Importe	Moneda
Contador Magnético 95 A, 220V	4	297.00	1188.00	CUC
Interruptor Modular 2P, 6 A	1	9.90	9.90	CUC
Aranceles de los Materiales			359.37	CUP
<b>Importe total de la rehabilitación</b>			<b>1197.90</b>	<b>CUC</b>
			<b>359.97</b>	<b>CUP</b>

**3.6 Definición del plan de acción:**

Plan de Acción para la proyección de la UEB hacia el mejoramiento energético, basados en las causas detectadas y graficadas en el diagrama causa efecto se confecciono el siguiente plan de acción:

No.	Acción	Participante	Responsable	Observaciones
1	Lograr que exista proporcionalidad en la línea y flujo de producción para trabajar las maquinas a su máxima eficiencia.	Operador	Jefe de mantenimiento.	Mantener un control sobre el factor de potencia comprobando su comportamiento
2	Perfeccionar el sistema de monitoreo y control energético de cada área logrando mejoramiento de los índices de consumos.	Trabajadores	Energético	Alternar a los trabajadores en los recorridos por cronogramas de inspección evaluados sistemáticamente en reuniones de masas
3	Establecer para el personal que mayor relación tiene con el mayor consumo energético un sistema de atención diferenciada, capacitación y motivación a través de mecanismos de estimulación moral y material.	Recursos Humanos.	Director	Debe existir un indicador justo para la evaluación del cumplimiento del mismo.
4	Identificar las áreas y personal clave que respondan por la eficiencia energética.	Trabajadores	Director	Tener en cuenta los puestos claves de la UEB
5	Corrimientos de producciones fuera del pico evitando aumento de gastos por tarifas del pico	Trabajadores	Director	Chequear el plan de producción mensual de la unidad y el tiempo estimado de realización.
6	Realizar estudio de factibilidad para la disminución de la energía reactiva por el Bajo Factor.	Trabajadores	Energético	Elaborar un plan de ejecución.
7	Planificar los volúmenes de producción óptimos teniendo en cuenta las capacidades de los equipos.	Jefe de Producción	Jefe de producción	Lograr que la planificación sea de acuerdo a las capacidades reales de los equipos.
8	Disminuir el trabajo de los motores sin carga durante la producción.	Operador	Jefe de Mantenimiento	Se recomienda trabajar con los motores de más potencias más activos en el Molino.
9	Desarrollar un programa interno de concientización para todo el personal alrededor del ahorro de energía	Trabajadores	Energético	Realizar encuentros con los trabajadores y brindar información sobre el tema del ahorro.



### **A modo de conclusión podemos afirmar que:**

- Se diagnosticó el estado actual de consumo del portador energético más representativo: la electricidad, representando el 87 % del consumo; el 13 % restante corresponde a los demás indicadores.
- Se demostró en el análisis del consumo de electricidad que existe correlación lineal exacta entre el consumo y el nivel de actividad (toneladas de arroz Molinadas), existen consumos elevados en ambos casos no asociados al nivel de actividad, por tanto la UEB requiere del mejoramiento de los índices de consumo.
- El diagnóstico de recorrido permitió determinar las principales dificultades energéticas como carencia de recursos materiales; deficientes sistemas de monitoreo y control utilizados; falta de atención al personal que labora en los puesto que definen el consumo de energía; bajo rendimiento y deficiencia en los motores eléctricos e incumplimientos en la periodicidad en los mantenimientos de las transmisiones ensambladas en los motores.
- Se determinaron y evaluaron las oportunidades de ahorro en la UEB comprobándose la necesidad de realizar estudio de factibilidad para la disminución de la energía reactiva por el bajo factor de potencia y trabajar los motores en sus cargas a su máxima eficiencia.
- Se confeccionó un plan de acción a partir de las deficiencias detectadas en el diagnóstico lo cual le permite a la UEB establecer sus proyecciones para lograr la reducción de los consumos de portadores energéticos mas significativo (Energía Eléctrica).

### **A modo de recomendación podemos incitar a:**

- Continuar el proceso de implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano, para que el empleo de los portadores energéticos sea racional y eficiente.
- Profundizar en el análisis y determinación de índices de consumo físico en la UEB Molino de Arroz Manolo Solano.
- Someter a discusión y aprobación en el consejo de dirección de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano el plan de acción propuesto con el objetivo de aplicarlo y lograr los resultados esperados.

### Bibliografía

1. Acosta, I y A. González (1989) “Importancia del trabajo colectivo en el ahorro de energía.” Área energética Poder Popular Cienfuegos, Revista Energía No 5.
2. Ahorro de Energía y Respeto Ambiental (2002). Base para un futuro sostenible. Editorial Política, La Habana.
3. Altshuler, J. *et al.* (2004) “Hacia una conciencia energética.” Editorial Academia, p.4, p 11
4. Amozarrain, M. (2005). Métodos para la Identificación de Procesos. Disponible en: <http://personales.jet.es/amozarrain/procedimientos.htm>
5. Apéndices Z. INC 49:1981. (1981). Control de la Calidad. Métodos de expertos.
6. Arrastra, M.A. (2008) “Generación distribuida en Cuba: cambio a un nuevo paradigma energético.” Especialista de divulgación CUBAENERGIA disponible en <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia11>. accedido 8 mayo 2009
7. Berríz, L. (2008) “Un fanático de la energía solar: Una anécdota del desarrollo energético sostenible.” Revista Energía y Tú. Cuba Solar No. 46 p.41
8. Borroto, A. y colaboradores. (2001). Gestión Energética Empresarial. Centro de estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos.
9. Borroto, A. y J. P. Monteagudo(2006) “Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios” Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, Cuba. p.9, 18, 21, 26 y 63.
10. Borroto, A. *et al.* (2002) “Gestión Energética Empresarial.” Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos, Cuba. ISBN 959-257-040-X. Editorial Universidad de Cienfuegos. Año 2002.

11. Borroto, A. y P. Viego. (2001) Gestión Energética Empresarial Diplomado en Gestión Eficiente de la Energía. Universidad Autónoma de Baja California, Tecate, B.C., México,
12. Borroto, A. y J. Borroto. (1999) “El Verdadero Costo de la Energía.” Revista Mundo Eléctrico Colombiano.
13. Borroto, A. y J. Borroto. (1998). “Evaluación Económica de Proyectos de Ahorro de Energía.” Universidad de Cienfuegos, Cuba.
14. Borroto, A. y P. Viego. (2001) “Diplomado en Gestión Total Eficiente de la Energía” Universidad Autónoma de Baja California, México.
15. Campos, J. *et al.* (1999) “La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial. Universidad de Cienfuegos
16. Campos Avella Juan.C., (et.al.), (1997) “La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial.” Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba, ISBN 959-257-018-3.
17. Campos. J. C. (2000) “Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.” Diplomado en Gestión Energética, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
18. Caraballo, L. (2006). Universidad para Todos. Curso Derecho y Medio Ambiente. Atmósfera, su estudio y vinculación con el derecho. Parte 1 y 2. Tabloide.
19. Castro, F. (2010). En el ahorro tenemos nuestras mayores posibilidades inmediatas. Fragmento del discurso del I Forum de Energía. 15 de Junio de 1984. Disponible en: <http://granma.co.cu>
20. CEEMA. (2006 a) Eficiencia Energética y Medio Ambiente. En. Gestión y Economía Energética. (p.3) Cienfuegos: Editorial Universo Sur.
21. CEEMA. (2006 b). Gestión energética en el sector productivo y los servicios. Cienfuegos. Editorial Universo Sur.
22. CEEMA (2006 c). Gestión Total Eficiente de la Energía en la Industria. En. Gestión y Economía Energética. (p.21-40) Cienfuegos: Editorial Universo Sur.

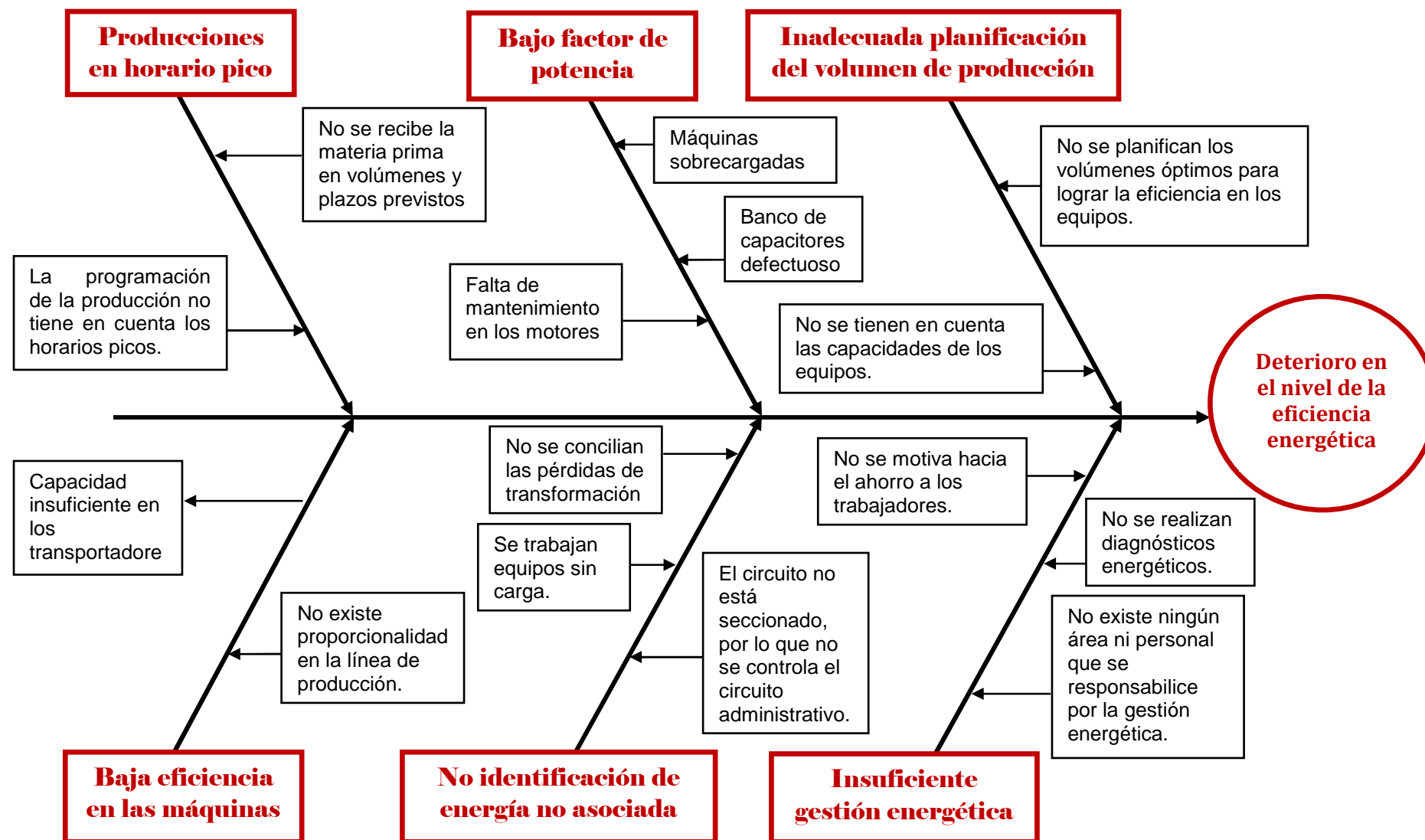
23. CEEMA. (2006 d). Gestión y Economía Energética. Cienfuegos: Editorial Universo Sur.
24. CEEMA. (2006 e). Manual de procedimiento para efectuar la prueba de la necesidad en una empresa. Universidad de Cienfuegos.
25. CEEMA. (2006 f). Puestos claves y gestión total eficiente de la energía en el sector productivo y de servicios. Cienfuegos: Editorial Universo Sur.
26. CEEMA. (2002). Gestión Energética Empresarial. Cienfuegos. Editorial Universo Sur.
27. CEEMIE. (1982) Colectivo de expertos del Centro de Estudio de la Energía del Ministerio de Industria y Energía. España. Técnicas de Conservación Energéticas en la Industria. Fundamento y Ahorro en operaciones. Reproducción en Cuba. Editorial Científico Técnica. Edición Revolucionaria. II Edición. La Habana.
28. CNE. (1990). Comisión Nacional de Energía. "Ahorro y uso racional de la energía. Medidas y sugerencias prácticas." La Habana:, 152 p.
29. CYTED. (2006) Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. "La integración de procesos en la producción de biocombustibles en condiciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatibles."
30. Colectivo de autores. (2002). Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos. "Gestión Energética en el sector productivo y de los servicios."
31. García, A. y colaboradores. (2000), "Diagnóstico de la economía energética nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía", INIE.
32. CONAE. (2004). Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de México. Cogeneración. Libro y Manual en formato digital.
33. Corp Linares, S. A. *et al.* (2008) "Laboratorio de ensayos de tecnologías energéticas, una herramienta educativa y de experiencia de diferentes equipos y sistemas para facilitar la adopción de políticas y estrategias energéticas bien fundamentadas." Revista energía y tú. Cuba Solar No. 41 p. 36 y 38.

34. Francisco, W.; E. López y J. P. Monteagudo. (2005) "Gestión y uso racional del agua." ISBN 978-959-257-179-2 Editorial UNIVERSO SUR Universidad de Cienfuegos Correo electrónico: Wfrancisco@ucf.edu.cu
35. ONUDI. (2007) Manual para la Gestión Eficiente de la Energía en la Industria Alimenticia Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA).
36. MEP. (1998), "Programa de desarrollo de las fuentes nacionales de energía."
37. Oficina Nacional de Estadística. Modelo 5073 -03. Balance de Consumo de Portadores Energéticos.
38. PAEC (2006) "La Revolución cubana, logros y desafíos del desarrollo económico." Programa de ahorro de electricidad en Cuba. Disponible en: <http://www.revolucioncubana.cip.cu/>
39. PCC. (2011). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución
40. Unión Eléctrica. (2001). Manual de aplicación de tarifas eléctricas. Ciudad de La Habana: UNE

**ANEXO 1 Tormenta de Ideas**



**ANEXO 2 Diagrama Causas - Efecto**





### **ANEXO 3 Metodología del Coeficiente de Kendall.**

Para calcular el número de expertos se utilizó la distribución binomial de probabilidad siguiente:

$$M = \frac{p*(1-p)*k}{i^2}$$

Donde:

M: número necesarios de expertos.

p: proporción estimada de errores de los expertos.

k: constante asociada al nivel de confianza.

i: nivel de precisión deseado.

A continuación se muestran los valores correspondientes a P y K:

<b>P(1- δ)</b>	<b>K</b>
0.90	2.6896
0.95	3.8416
0.99	6.6564

Para determinar si es o no confiable el juicio emitido por los expertos y para dar un orden de prioridad se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall.

Primeramente se realiza una ponderación de las necesidades otorgándole un valor del 1 a 10, asignándole 1 a la más importante y 10 al menos importante.

Con el resultado se procede a determinar la concordancia, para ello se utiliza siguiente expresión:

$$W = \frac{12 * \sum \Delta^2}{M^2 * (K^3 - K)}$$

Donde:

W: Coeficiente de concordancia de Kendall.

M: Número de expertos.

K: Número de prioridades o índice a evaluar.

Δ: Desviación del valor medio de los juicios emitidos. Valor que se determina a través de la expresión siguiente:

$$\Delta = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \tau$$

Donde:

$a_{ij}$ : Juicio de importancia del índice  $i$  dado por el experto  $j$ .

$\tau$ : Número de observaciones en un grupo ligado por un rango dado

Para el cálculo de  $\tau$  se utiliza la expresión:

$$\tau = 1/2 * M(K + 1)$$

$W$  debe estar entre (0-1), hay autores que plantean que:

(1.00--0.5) es confiable,

(0.49--0.0) no es confiable.

Para validarlo estadísticamente se utilizó el estadígrafo  $X^2$ , por ser la cantidad de elementos igual que 7. El estadígrafo  $X^2$  se calcula de la siguiente manera:

$$X^2 = M(N - 1)W$$

$X^2 \delta; n-1$

RC:  $X^2 > X^2 \delta; n-1$

$H_0$ : No hay concordancia entre los expertos.

$H_1$ : Si hay concordancia entre los expertos.

**ANEXO 4 Levantamiento de carga del Molino de Arroz**

<b>Equipos</b>	<b>Carga Conectada en Fuerza(kW)</b>	<b>% de carga</b>	<b>Puestos Claves (X)</b>	<b>Factor de Potencia</b>
Pulidor 1	30	17,3	X	0.59
Pulidor 2	37	21,3	X	0.65
Sinfín	2	1,2		
Elevador 1	3	1,7		
Descacadora	7,5	4,3	X	0.82
Vent. Descacadora	0,23	0,1		
Elevador 2	3,6	2,1	X	0.83
Cámara CC	3	1,7		
SMAZ-S2	3	1,7		
Bomba Pulidor	0,37	0,2		
Zaranda Cabecilla	1,5	0,9		
Elevador 6	0,8	0,5		
Clasificadores 1	0,55	0,3		
Clasificadores 2	0,55	0,3		
Clasificadores 3	0,55	0,3		
Clasificadores 4	0,55	0,3		
ventilador Clasificador	0,5	0,3		
Clasificador	3	1,7	X	0.58
Elevador 10	4	2,3	X	0.63
Cosedora	0,65	0,4		
Esterilla	1,5	0,9		
Válvula	0,65	0,4		
Sinfín 2	0,75	0,4		
Elevador 3	1,5	0,9		
Clasificador 1	3	1,7	X	0.75
Elevador 4	3	1,7	X	0.75
Ventilador Pulidor	1,5	0,9		
Elevador 5	1,4	0,8		
Elevador 7	0,89	0,5		
Elevador 8	2,2	1,3	X	0.76
Sinfín Mezclador	3	1,7	X	0.76
Elevador 9	1,4	0,8		
Ventilador de Polvo	9,2	5,3	X	0.85
Impulsor de Polvo	11	6,3	X	0.86
Ventilador de Polvillo	9,2	5,3	X	0.83
Compresor	15	8,6	X	0.68
Ventilador Cascarilla	3,7	2,1	X	0.64
Válvula Cascarilla	0,65	0,4		
Sinfín Polvillo	2	1,2	X	0.65
<b>TOTAL</b>	<b>170,89</b>			

***ANEXO 5 Incidencia de los gastos de los portadores***

Incidencia de los gastos de los portadores energéticos en el presupuesto de la UEB en el periodo marzo 2013 a enero 2014 UM: Miles de peso (MP).

<b>Acápites</b>	<b>Gastos (MP )</b>	<b>(%) del Total</b>
Materias Primas y Materiales	468.00	57.78
Gasto de Personal(Salario)	136	16.86
Gasto de energía	75.90	9.37
Servicios Productivos	6126	7.56
Seguridad Social	17.07	2.11
Amortización	15.58	1.92
Combustible	3.25	0.40
Otros Gastos	32.35	3.99
<b>Total</b>	<b>810.01</b>	<b>100</b>

**ANEXO 6 Resultados de la Encuesta**

No	Preguntas	% de respuesta afirmativo	% de respuesta negativa	Desconocimiento
1	Se analizan los índices de consumo energéticos por cada nivel de actividad	98	0	2
2	Se analizan los índices de consumo globales por cada portador energético	17	43	40
3	Existe en la UEB identificación de áreas o personal que decidan en la eficiencia energética	14	29	57
4	En las áreas determinativas al consumo, existe una instrumentación adecuada para el control energético	23	23	54
5	En la UEB existe algún mecanismo que motive a los trabajadores en el ahorro de energía eléctrica	0	96	4
6	Existe alguna área o personal que realice inspección para el control de la energía eléctrica de la UEB	16	72	12
7	El trabajo de la eficiencia energética está estructurado por áreas	58	19	23
8	Existe un alto conocimiento general de los obreros acerca de la importancia del ahorro de la energía eléctrica	9	16	76
9	Tienen una adecuada capacitación los obreros ,técnicos y directivos sobre la eficiencia energética	3	88	9
10	Los bancos de problema responden a la realización de diagnóstico energéticos	2	0	98
11	En los consejos de direcciones de la UEB se realizan análisis energéticos Todos los obreros combaten por una eficiencia energética adecuada	85	15	0
12	En la UEB existe alguna inversión para el ahorro de energía	11	63	26
13	Conocen los trabajadores el comportamiento de la energía eléctrica	15	45	40
14	Los especialistas y directivos tienen algún nivel de capacitación sobre la administración energética	10	61	39

**ANEXO 7 Diagrama de Flujo**

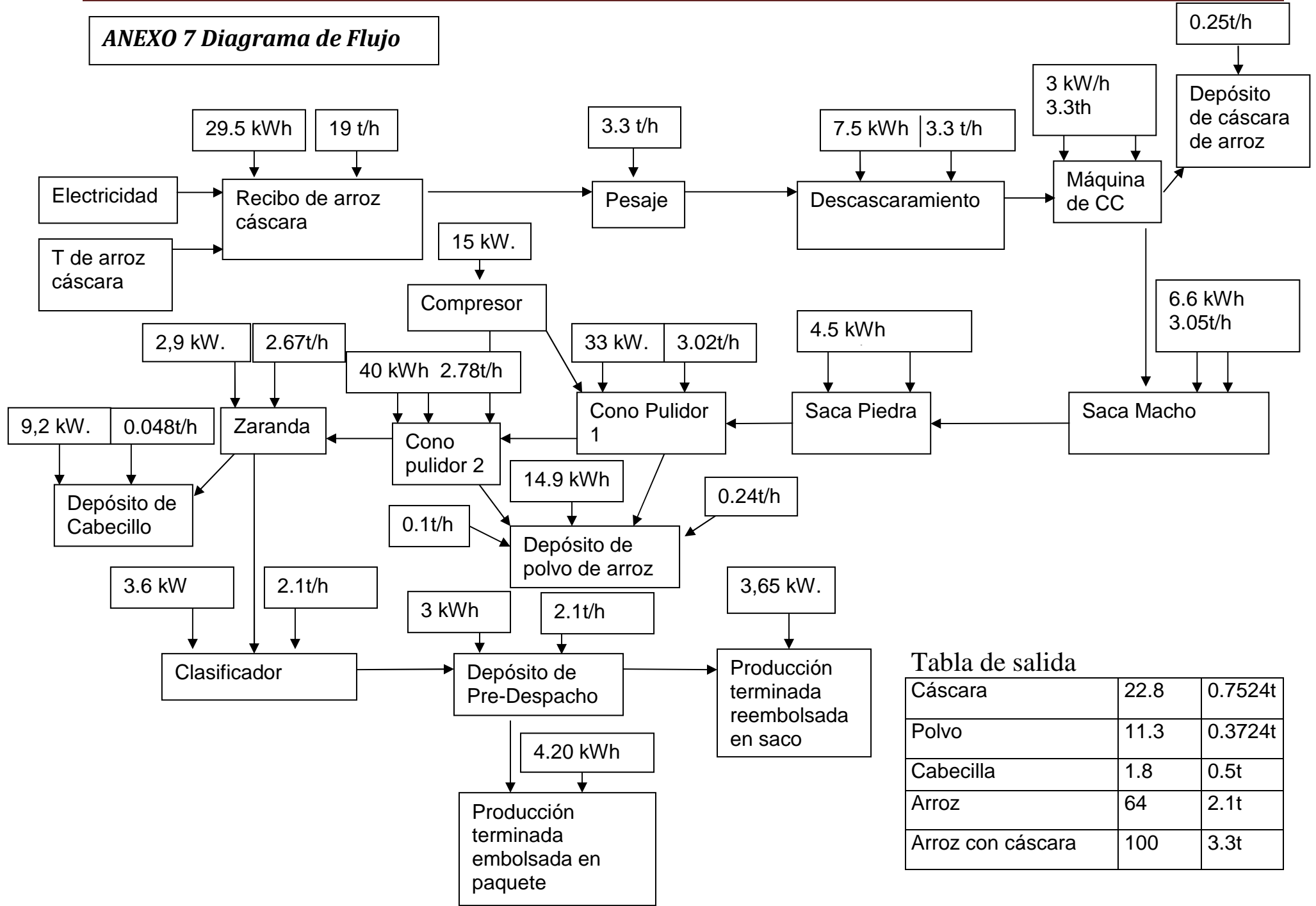


Tabla de salida

Cáscara	22.8	0.7524t
Polvo	11.3	0.3724t
Cabecilla	1.8	0.5t
Arroz	64	2.1t
Arroz con cáscara	100	3.3t

**ANEXO 8 Comportamiento del consumo eléctrico**

Comportamiento del consumo de electricidad periodo de marzo 2013 a enero 2014 UM: (MWh)

Meses	Año 2013 (MWh)	Año 2014 (MWh)	Total (MWh)
Marzo	3		3
Abril	9		9
Mayo	18		18
Junio	20		20
Julio	13		13
Agosto	46		46
Septiembre	46		46
Octubre	43		43
Noviembre	40		40
Diciembre	36		36
Enero		31	31
Total	274	31	305

Toneladas Molinadas de arroz con cáscara (nivel de actividad) en el periodo marzo 2013 enero 2014 UM (TON)

Meses	Año 2013 (TON)	Año 2014 (TON)
Marzo	161	
Abril	186	
Mayo	294	
Junio	340	
Julio	821	
Agosto	1101	
Septiembre	1410	
Octubre	1256	
Noviembre	1079	
Diciembre	1000	
Enero		754

**ANEXO 9 Coeficiente de Conocimiento**

Cálculo del coeficiente de Conocimiento de los Expertos

$$K_{cj} = n(0.1)$$

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n	Kc
1				X							0,1	0,4
2					X						0,1	0,5
3			X								0,1	0,3
4				X							0,1	0,4
5							X				0,1	0,7
6						X					0,1	0,6
7									X		0,1	0,9
8								X			0,1	0,8
9									X		0,1	0,9
10						X					0,1	0,6
11								X			0,1	0,8
12							X				0,1	0,7
13								X			0,1	0,8
14								X			0,1	0,8
15										X	0,1	1
16									X		0,1	0,9
17							X				0,1	0,7
18										X	0,1	1
19						X					0,1	0,6
20										X	0,1	1
21								X			0,1	0,8
22							X				0,1	0,7
23							X				0,1	0,7
24								X			0,1	0,8
25			X								0,1	0,3
26						X					0,1	0,6
27								X			0,1	0,8
28							X				0,1	0,7
29					X						0,1	0,5
30										X	0,1	1



**ANEXO 10 Coeficiente de Argumentación**

Preguntas que permiten valorar Grupo de aspectos para la Argumentación determinado su Coeficiente de argumentación (Ka)

Tabla de Patrón determinando mayor influencia por la propuesta de experto

Fuentes de Argumentación	Puntuación		
	ALTO	MEDIO	BAJO
Análisis Técnicos Realizados por Usted	0,5	0,3	0,1
Experiencia Obtenida	0,5	0,3	0,1
Trabajos Energéticos Defendidos en FORUM	0,5	0,4	0,3
Conocimiento de los INDICES Energéticos	0,5	0,1	0,1
Definición de los Puestos Claves	0,5	0,1	0,1

Expertos	Análisis teórico Realizado por Usted			Experiencia en reducciones de consumos			Ponencias en FORUM de Ahorro			Conocimiento de los índices			Importancia del Ahorro			KA
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
1	X				X				X		X			X		1,3
2		X		X					X	X					X	1,7
3	X			X			X					X			X	1,7
4			X		X				X			X		X		0,9
5		X				X		X			X			X		1
6	X				X		X			X					X	1,9
7		X		X				X			X		X			1,8
8	X				X			X			X			X		1,4
9		X			X		X			X			X			2,1
10			X			X			X			X			X	0,7
11		X			X			X			X			X		1,2
12	X				X				X	X				X		1,7
13			X		X		X				X			X		1,1
14		X			X				X	X			X			1,9
15		X		X				X				X		X		1,4
16	X				X				X		X				X	1,3
17		X				X	X			X			X			1,9
18	X			X				X			X				X	1,6
19		X			X		X			X			X			2,1
20	X			X				X			X			X		1,6
21		X		X					X		X			X		1,3
22	X			X			X					X			X	1,7
23			X		X				X			X		X		0,9
24		X				X		X			X			X		1
25	X				X		X			X					X	1,7
26		X		X				X			X		X			1,6
27	X				X			X			X			X		1,4
28		X			X		X			X			X			2,1
29			X			X			X			X			X	0,7
30		X			X			X			X			X		1,2

**ANEXO 11 Nivel de Competencia**

Escala para la evaluación del coeficiente (K):

Intervalos (K)	Coeficiente de Competencia
1,2 a 1,5	ALTO
0,8 a 1,2	MEDIO
K menor 0,8	BAJO

Calculo del nivel de competencia

Expertos	KC	KA	K	Nivel de competencia
1	0,4	1,3	0,85	MEDIO
2	0,5	1,7	1,1	MEDIO
3	0,3	1,7	1	MEDIO
4	0,4	0,9	0,65	BAJO
5	0,7	1	0,85	MEDIO
6	0,6	1,9	1,25	ALTO
7	0,9	1,8	1,35	ALTO
8	0,8	1,4	1,1	MEDIO
9	0,9	2,1	1,5	ALTO
10	0,6	0,7	0,65	BAJO
11	0,8	1,2	1	MEDIO
12	0,7	1,7	1,2	BAJO
13	0,8	1,1	0,95	MEDIO
14	0,8	1,9	1,35	ALTO
15	1	1,4	1,2	BAJO
16	0,9	1,3	1,1	MEDIO
17	0,7	1,9	1,3	ALTO
18	1	1,6	1,3	ALTO
19	0,6	2,1	1,35	ALTO
20	1	1,6	1,3	ALTO
21	0,8	1,3	1,05	MEDIO
22	0,7	1,7	1,2	BAJO
23	0,7	0,9	0,8	BAJO
24	0,8	1	0,9	MEDIO
25	0,3	1,7	1	MEDIO
26	0,6	1,6	1,1	MEDIO
27	0,8	1,4	1,1	MEDIO
28	0,7	2,1	1,4	ALTO
29	0,5	0,7	0,6	BAJO
30	1	1,2	1,1	MEDIO

## ANEXO 12 Coeficiente de Concordancia

A partir de la evaluación de los expertos será indispensable determinar su nivel de concordancia mediante la de hipótesis siguiente:

Ho: No es consistente el juicio de los expertos.

H1: Es consistente el juicio de los expertos.

Expertos	Factores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	7	5	2	3	4	1	6	8
2	6	4	3	5	2	8	1	7
3	5	4	8	3	1	2	6	7
4	7	3	2	5	1	4	6	8
5	8	4	2	5	1	3	6	7
6	5	3	2	1	4	7	8	6
7	8	5	3	4	6	1	7	2
$\sum R_j$	46	28	22	26	19	26	40	45
Prioridad	1	4	6	5	7	5	3	2

Para determinar el coeficiente de Kendall, se utilizó el SPSS, los resultados se muestran continuación:

### Kendall's W Test

Ranks		Test Statistics	
	Mean Rank	N	7
VAR00001	6,57	Kendall's W <sup>a</sup>	,381
VAR00002	4,00	Chi-Square	18,667
VAR00003	3,14	df	7
VAR00004	3,71	Asymp. Sig.	,009
VAR00005	2,71	a. Kendall's Coefficient of Concordance	
VAR00006	3,71		
VAR00007	5,71		
VAR00008	6,43		

Para muestras grandes  $K > 7$  se utiliza el estadígrafo  $X^2$ . Se compara el estadígrafo obtenido con la región crítica de manera tal que se pueda comprobar la hipótesis planteada anteriormente:

$\chi^2$  calculado  $>$   $\chi^2$  tabulado,  $\alpha, k - 1$  se cumple que  $18.667 > 18.5, \alpha = 0.01, k = 8$

Como se pudo apreciar se cumple la región crítica por lo que se asume que no existen evidencias estadísticas suficientes que indiquen la falta de concordancia en el juicio de los expertos.

**ANEXO 13 Factor Potencia**

Comportamiento del Factor de Potencia en el periodo marzo 2013 a enero 2014 con su costo por penalización:

<b>Periodo</b>	<b>Factor de potencia (cos Ø)</b>	<b>Penalización(\$)</b>
Marzo	0,6	360,23
Abril	0,72	421,7
Mayo	0,53	2228,45
Junio	0,56	3024,08
Julio	0,57	2246,62
Agosto	0,55	5894,54
Septiembre	0,77	1323.24
Octubre	0,76	1292.49
Noviembre	0,6	3756.42
Diciembre	0,7	2178.73
Enero	0,62	958.74
Promedio	0,63	2153.20

Significación en los gastos del portador energético (Energía Eléctrica) las penalizaciones del Factor de Potencia en el periodo evaluado:

<b>Gastos Totales MP</b>	<b>Costo total De penalizaciones(MP)</b>	<b>%</b>
75.9	23.685	31.2

**ANEXO 14 Carga**

Carga de la UEB Molino de Arroz Manolo Solano:

<b>Hora</b>	<b>P (kW)</b>	<b>F.P</b>	<b>Hora</b>	<b>P (kW)</b>	<b>F.P</b>
9:10	70	0.60	2:45	75	0.71
9:20	97	0.73	3:00	72	0.71
9:30	52	0.66	3:15	50	0.73
9:45	80	0.70	3:30	54	0.72
10:00	88	0.69	3:45	55	0.73
10:15	65	0.60	4:00	55	0.72
10:30	66	0.58	4:15	53	0.70
10:45	78	0.60	4:30	52	0.71
11:00	65	0.60	4:45	50	0.70
11:15	116	0.67	5:00	50	0.71
11:30	100	0.62	5:15	53	0.70
11:45	78	0.51	5:30	65	0.70
12:00	80	0.73			
12:15	69	0.75			
12:30	84	0.69			
12:45	81	0.67			
1:00	73	0.69			
1:15	50	0.71			
1:30	69	0.57			
1:45	100	0.73			
2:00	86	0.70			
2:15	69	0.63			
2:30	64	0.59			

		<b>Promedio</b>
<b>P (kW)</b>		<b>70.4</b>
<b>F.P</b>		<b>0.66</b>