

República de Cuba.



Facultad de Ingeniería Industrial.

Título: Estrategia metodológica dirigida a lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar en la empresa azucarera "Antonio Sánchez".

*TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL.*

AUTOR: Téc. Yoel García García.

TUTOR: Lic. Yaremis Días García.

Cuba. Año: 2010

PENSAMIENTO.

*Es preciso caminar hacia el futuro con pasos firmes y seguro,
porque sencillamente no tenemos derecho a equivocarnos...*

Raúl Castro Ruz.

AGRADECIMIENTOS.

A la revolución y a su máximo líder Fidel, por permitirnos estudiar y superarnos como ingenieros industriales.

A mi tutora, Yaremis Días: Licenciada en Química, por su apoyo constante y sus excelentes atenciones dirigidas al desarrollo de la investigación.

A mi familia, por la confianza depositada en mí y por los esfuerzos encaminados a la culminación de este proyecto.

A mis amigos a ellos muchas gracias

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a una persona muy especial, a la cual quiero y admiro mucho; un ser maravilloso que ha sabido guiarme por el mejor de los caminos y se ha esforzado sin límites para hacer realidad mis sueños.

Alguien que siempre ha confiado en mí y a quien nunca defraudaré: **MI MADRE.**

A quien con palabras y ejemplo me ha ayudado y guiado por los mejores caminos: **MI PADRE.**

A mi **HIJA**, por ser mi máximo inspirador, y la felicidad de mi vida.

A todos los profesores que contribuyeron al desarrollo y a la exitosa realización de este proyecto, en especial a la revolución que, guiada por Fidel, nos ha brindado la posibilidad de estudiar y formarnos como ingeniero industrial.

RESUMEN.

Las organizaciones son tan eficaces y eficientes como lo son sus procesos. En tal sentido es importante sentar las bases para la simplificación y optimización de aquellos procesos que mediante la mejora de su operación, contribuyan al logro de los objetivos de la organización.

La fábrica de azúcar Antonio Sánchez situada en el consejo popular de Cavadonga, con sus actuales condiciones de producción, existe un elevado consumo de energía eléctrica sin que se logren los índices de consumo de energía establecidos para este tipo de producción.

Es objetivo de este **proponer una estrategia de trabajo**, para lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar, con una reducción de los costos energéticos asociados y consigo mejorar la competitividad empresarial.

.La presente investigación cuenta con un capítulo inicial donde se analiza la literatura existente referida a las metodologías para minimizar el consumo de energía para diferentes procesos tecnológicos. Un segundo capítulo que incluye la caracterización del proceso tecnológico de la fábrica y la propuesta de una metodología para diagnosticar el proceso de fabricación de azúcar en la EADAS. **Finalmente se presenta la estrategia trazada como propuesta que permitirá confirmar la hipótesis** planteada, así como especificar los aportes concretos al conocimiento, tanto en el orden teórico como práctico, al que se llega como consecuencia del proceso de investigación abordado. Por último las conclusiones demuestran el alcance de los objetivos investigativos trazados. Las recomendaciones permitirán conocer la factibilidad de la continuación de estudios en esta temática.

ÍNDICE.

Introducción.....	1
Capítulo I.....	6
1.1 El sistema energético mundial. Comportamiento de las fuentes comerciales de energía.....	6
1.2 <i>Situación de los mercados y precios. Factores que los condicionan.</i>	13
1.3 <i>Situación energética en Cuba.</i>	15
1.4 Tendencia en los modelos de gestión energética.....	16
1.5 Diagnósticos o auditorias energéticas.....	20
Capítulo II.....	25
2.1 Generalidades.....	25
2.2 Impacto de los energéticos en el presupuesto de la industria.....	27
2.3 Propuesta metodológica para la realización del diagnóstico.....	35
2.4 Etapas para el diagnóstico.....	36
Capítulo III. propuesta de estrategia metodológica para lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar de la empresa azucarera de Antonio Sánchez.....	45
3.1 Diagnóstico del proceso de consumo energético en la fábrica de azúcar en Antonio Sánchez.....	45
3.2 Primera etapa: Identificación.....	46
3.3 Segunda etapa: análisis de la información.....	47
3.4 Tercera etapa: Presentación del informe y Toma de decisiones.....	60
3.5 Estrategia para solucionar deficiencias detectadas según sus prioridades.....	63
Conclusiones.....	67
Recomendaciones.....	68
Bibliografía.....	69
Anexos.....	70

INTRODUCCIÓN.

Históricamente, el desarrollo de la humanidad se ha basado en el aprovechamiento de fuentes energéticas primarias del tipo fósil: carbón, petróleo y gas natural. Producto de su uso indiscriminado se ha generado un deterioro ambiental en todos los ámbitos que puede llegar a niveles inadmisibles si no se toman correctivos oportunos. El deterioro ambiental global, el agotamiento de sus fuentes y los conflictos geopolíticos producto de su desigual distribución mundial, son los principales aspectos negativos del sistema energético actual basado en la utilización intensiva de los combustibles fósiles.¹

Poco a poco la humanidad va tomando conciencia de que la relación que ha venido manteniendo con la naturaleza durante los últimos ciento cincuenta años es equivocada. Esto se debe fundamentalmente, a que las fuentes de energía que ha escogido para su desarrollo socioeconómico, producen impactos ambientales de carácter local, regional y global que están amenazando con poner en peligro su propia existencia.² La salida a esta dramática situación, agravada por el eventual agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y nucleares, es el cambio hacia un paradigma basado en el uso eficiente de los recursos energéticos disponibles y el empleo cada vez más amplio de las fuentes renovables de energía. En tal sentido es preciso transitar hacia el uso de energías alternativas, más livianas y menos impactantes, en el marco de la construcción de sociedades sustentables. De lo contrario, la vida de todo el planeta estará cada vez más amenazada.³

En América Latina y el Caribe se dan pasos para transitar hacia un futuro energético sostenible. Con respecto a las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, la contribución de América Latina y el Caribe al total mundial es poco relevante: su porte se ubica en un 5,2 %.⁴ En esta región, el nivel medio de emisiones de CO₂ per cápita

¹Posso, F. Energía y Ambiente: pasado, presente y futuro. Parte tres: Sistema Energético basado en el hidrógeno. Universidad de Los Andes-Táchira. P.49-66

² Kapitsa, P. "Problemas globales y la energía", en Experimento, teoría y práctica, Editorial Mir, Moscú, 1985.

³ Roa Avendaño T.: "El cambio climático otra deuda ecológica". Colombia: CENSAT Agua Viva, F o E, 2002.

⁴ Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD): Informe sobre el desarrollo humano, Nueva York, 2000.

se ubica alrededor del 60 % del promedio mundial y del 20 % del valor relativo al conjunto de países de alto índice de desarrollo humano.⁵

Los nuevos conceptos sobre el desarrollo sostenible⁶ y sustentable, establecen relaciones fundamentales entre la energía y el medio ambiente en un contexto de equidad y justicia social no solo para la sociedad actual sino también para la población futura, lo cual ha generado nuevos paradigmas en el manejo y aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y energéticos, en un enfoque preventivo que contribuye en lograr mayor eficiencia en la producción con el objetivo de alcanzar un ritmo sostenido y equitativo del crecimiento económico.

Investigaciones realizadas por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de la universidad de Cienfuegos durante los últimos 10 años en numerosas empresas, en los que se ha caracterizado la capacidad técnico - organizativa existente en las mismas para controlar e incrementar la eficiencia energética, arrojaron los siguientes resultados.⁷

- La capacidad técnico - organizativa de las empresas no es similar, pero las que han avanzado en este sentido constituyen minoría respecto al resto.
- Existe interés y preocupación por la eficiencia energética, pero la gestión empresarial para lograrla ocupa un lugar secundario en las prioridades de las empresas industriales y de servicios y se limita generalmente a lo que le exigen sus organismos nacionales y provinciales. Posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro, para la conservación de la energía.
- Las eventuales necesidades prácticas de aumento de la eficiencia energética, determinadas por la propia empresa, aparecen generalmente por motivos diversos, tales como: ampliar la producción, la reducción del gasto de combustible o la electricidad asignado, modernizar la tecnología, mantener la disponibilidad o el funcionamiento de la industria, etc.
- La puesta en práctica de medidas de ahorro de energía, detectadas por las

⁵ OLADE – GTZ.: Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Guía para la formulación políticas energéticas. Primera Edición, Naciones Unidas. Santiago de Chile, 2003.

⁶ Brundtland, G.H. “Nuestro futuro común”, 1987.

⁷ Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. Propuesta Presentada en Opción al Premio de Innovación Tecnológica 2005. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos.

capacidades técnicas de la propia empresa o por la inspección Estatal Energética, depende de las prioridades que tenga la empresa o el ministerio a que pertenecen al decidir el uso del pequeño capital disponible.

Existe un alto potencial de incremento de la eficiencia energética a partir de la capacitación del personal en prácticas eficientes del consumo y técnicas de administración eficiente de la energía, la implantación de sistemas técnico - organizativos de gestión, el uso de programas de concientización, motivación (estimulación) y capacitación del personal involucrado en los índices de consumo y de eficiencia, el desarrollo de auditorias energéticas sistemáticas de diferentes grados, y otras que requieren de pequeñas inversiones y responden a cortos períodos de recuperación de la inversión.

Los estudios realizados en la fábrica Azúcar de Antonio Sánchez de la localidad de Covadonga, arrojó insuficiencias en inspecciones estatales que controlaban la eficiencia energética con la que se trabaja en empresas con estas características y déficit de impuestos por su uso incorrecto, lo que provocó que los directivos no tomaran conciencia de la importancia para el país al respecto y del beneficio que esta generaría para su propio negocio. Todos estos inconvenientes a superar formaron parte de la etapa inicial en que la gestión energética se encontraba, basándose en el cambio de la mentalidad de ahorro de los usuarios.

Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada en la fábrica de Azúcar, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y los sistemas de planeación y control de la administración de energía que se aplican hoy en la mayor parte de las empresas en Cuba. Lo planteado con anterioridad permite afirmar que en la fábrica de Azúcar existen deficiencias en la planificación y el control económico a partir del perfeccionamiento de la economía, lo que ha exigido mayor monitoreo y control.

Todo lo anterior permite afirmar que existen grandes posibilidades de reducir los consumos y costos energéticos mediante la creación en las empresas de las

capacidades técnico organizativo para administrar eficientemente la energía, y que es ese el camino a seguir para que los resultados sean perdurables en el tiempo.

Por las razones anteriores, se hace necesario lograr en forma creciente la utilización de técnicas de administración de energía, con vistas a impulsar un uso más eficiente de los portadores energéticos para lograr un desarrollo armónico con el medio ambiente.

Sin embargo, la fábrica objeto de estudio con sus actuales sistemas de administración y control de la energía, presentan un conjunto de insuficiencias que no permiten lograr un uso eficiente de la misma, ni reducir los costos energéticos mediante la ejecución de procesos de mejora continua de la eficiencia energética.

Lo anteriormente planteado, evidencia la necesidad de dar solución al siguiente **problema científico**: ¿cómo disminuir el consumo de energía eléctrica en la fábrica de azúcar “Antonio Sánchez”?

Es **objetivo general** de este trabajo: Elaborar una estrategia metodológica dirigida a lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”.

Además, como **objetivos específicos** será necesario tomar en cuenta los siguientes:

1. Diagnosticar el comportamiento de los principales indicadores de energía durante el período de estudio.
2. Proponer una metodología que permita realizar un adecuado diagnóstico del consumo de energía en el proceso.

Hipótesis: si se elabora una estrategia metodológica dirigida a lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”, entonces se disminuirán los índices de consumo energéticos y por consiguiente los costos de producción.

Variables:

- **Dependiente**: índices de consumo energéticos, costos de producción

Independiente: estrategia metodológica dirigida a lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”.

Tareas de investigación:

1. Valorar críticamente las principales teorías y concepciones existentes acerca del uso eficiente de la energía.
2. Sistematizar los conocimientos teóricos sobre las especificidades del consumo energético.
3. Análisis de las posibles relaciones existentes entre consumo energético y eficiencia de fabricación de azúcar en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”.
4. Elaboración de una estrategia metodológica para lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”.
5. Validación de la estrategia metodológica para lograr un uso racional de la energía en el proceso de fabricación de azúcar en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”.

La presente investigación cuenta con un capítulo inicial donde se analiza la literatura existente referida a las metodologías para minimizar el consumo de energía para diferentes procesos tecnológicos. Un segundo capítulo que incluye la caracterización del proceso tecnológico de la fábrica y la propuesta de una metodología para diagnosticar un uso racional y eficiente del recurso energía. Finalmente se presenta la estrategia trazada como propuesta que permitirá confirmar la hipótesis planteada, así como especificar los aportes concretos al conocimiento, tanto en el orden teórico como práctico, al que se llega como consecuencia del proceso de investigación abordado. Por último las conclusiones demuestran el alcance de los objetivos investigativos trazados. Las recomendaciones permitirán conocer la factibilidad de la continuación de estudios en esta temática del conocimiento. Se han incluido varios anexos para complementar la lectura y el análisis de los datos.

CAPÍTULO I.

Estado actual de la energía en el Mundo y en Cuba.

- El concepto de energía como la capacidad de un sistema físico para realizar trabajo. Esta es una concepción relacionada solamente con el trabajo mecánico.
- También el concepto de energía Caracteriza la capacidad de los sistemas para cambiar las propiedades de otros sistemas o las suyas propias.

1.1 El sistema energético mundial. Comportamiento de las fuentes comerciales de energía.

Las fuentes de energía se dividen en renovables y no renovables. Las renovables (suministradas por el sol de forma directa e indirecta) fueron las que predominaron durante todo el período preindustrial (antes de la Revolución Industrial en Inglaterra) y bajo condiciones de uso sostenible están llamadas a desempeñar un papel fundamental en los sistemas energéticos futuros.

Las no renovables (como los combustibles fósiles: carbón mineral, petróleo y gas natural) irrumpieron con fuerza dominante al calor de la Revolución Industrial y todavía aportan la mayor parte de la energía comercial que se utiliza globalmente.

Entre las fuentes comerciales de energía, los combustibles fósiles mantienen su dominio en la composición del balance energético mundial, sobre todo el petróleo, a pesar del proceso de sustitución petrolera por otras fuentes de energía, que alcanzó su máxima expresión en el período de altos precios entre 1973 y 1985.

En la siguiente tabla aparece reflejado el comportamiento del balance de energía comercial en diferentes períodos según datos reportados por **La British Petroleum, 2005**.

Tabla 1.1 Dinámica del balance de energía comercial a nivel mundial entre 1973-2004 (en % del Total).

Fuentes	1973	1985	2000	2004
Petróleo	48	39	39	37
Gas Natural	18	21	24	24
Carbón	28	29	24	27
Hidroelectricidad	5	6	7	6
Nuclear	1	5	6	6
Total	100	100	100	100

Como puede apreciarse durante el período de 1973-1985, caracterizado por los altos precios del petróleo:

- La participación de petróleo en el balance mundial de energía se redujo de 48 % a 39 %, como resultado de la sustitución de petróleo por fuentes alternativas.
- El resto de las fuentes aumentaron su participación, pero las más dinámicas fueron la energía nuclear y el gas natural.

En el período 1985 – 2000 en que predominaron niveles de precios relativamente estables y moderados:

- Se estancó la sustitución petrolera.
- El gas natural fue la fuente más dinámica.
- El carbón fue la fuente que más retrocedió.

El período de altos precios 2000 – 2004 se destaca:

- Un retroceso del petróleo, principalmente en el Tercer Mundo.
- Una recuperación del carbón, sobre todo en países subdesarrollados de Asia (China).

En general los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) representan el 88 % de la energía comercial que se consume en el mundo.

Aunque esta fuente bibliográfica no incluye los recursos de la biomasa, ni otras fuentes renovables diferentes a la hidroelectricidad, hay otras fuentes como la **World Resources Institute, 2005**. en datos correspondientes al 2002, que refiere un 11 % de biomasa y 1 % de otras fuentes renovables.

El petróleo como principal componente del sistema energético mundial: oferta y principales productores.

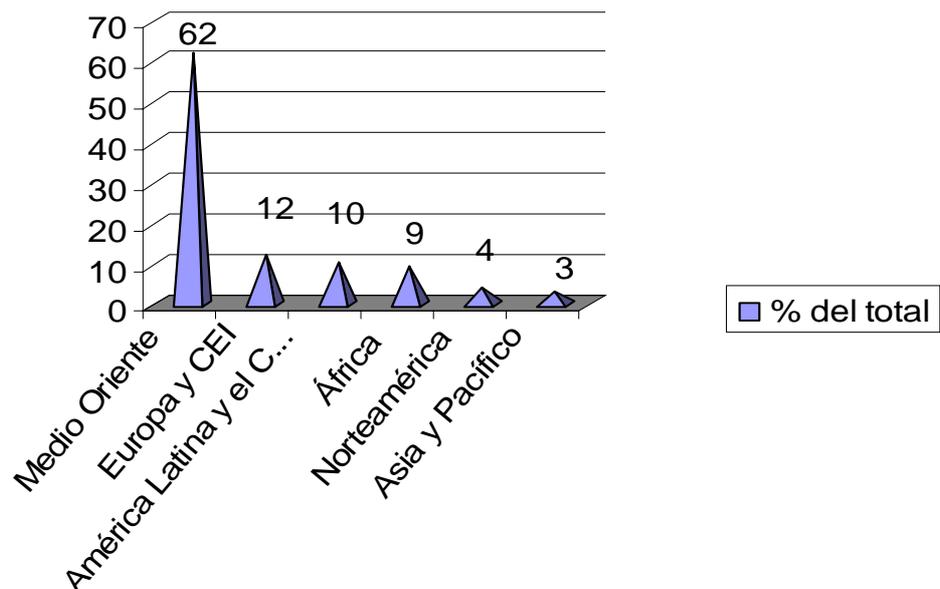
El petróleo sigue siendo el producto más comercializado a nivel internacional, tanto en término de volumen (cantidad física), como en término de valor (valorado en dólares). El 60 % del petróleo que se produce se comercializa internacionalmente, a diferencia del carbón (del que solo se comercializa el 17 %) y del gas natural (25 %).

Además, continúa siendo el principal componente del consumo de energía comercial mundial con alrededor de 37 % de dicho consumo, de acuerdo con las cifras del 2004. A pesar de conocerse que el petróleo es un recurso no renovable, que desde finales del siglo XIX se ha utilizado de forma irracional.

Las reservas probadas de petróleo, al igual que las de otros recursos energéticos, están desigualmente distribuidas ente regiones y países. La mayor parte se encuentra en los países subdesarrollados. Como se observa en el gráfico 1.1 en el Medio Oriente se ubican cerca de las dos terceras partes de las reservas petroleras mundiales. Y América Latina y el Caribe, con alrededor del 10 % de las reservas probadas, es considerada como una de las principales cuencas petroleras del mundo.

Gráfico 1.1 Reservas probadas de petróleo, 2008

(% del total mundial).



El análisis de la distribución de las reservas petroleras por países revela, ante todo, la supremacía de Arabia Saudita con algo más del 22 % de las reservas mundiales. Fuera de Medio Oriente, despunta Venezuela con alrededor del 7 % de la reserva.

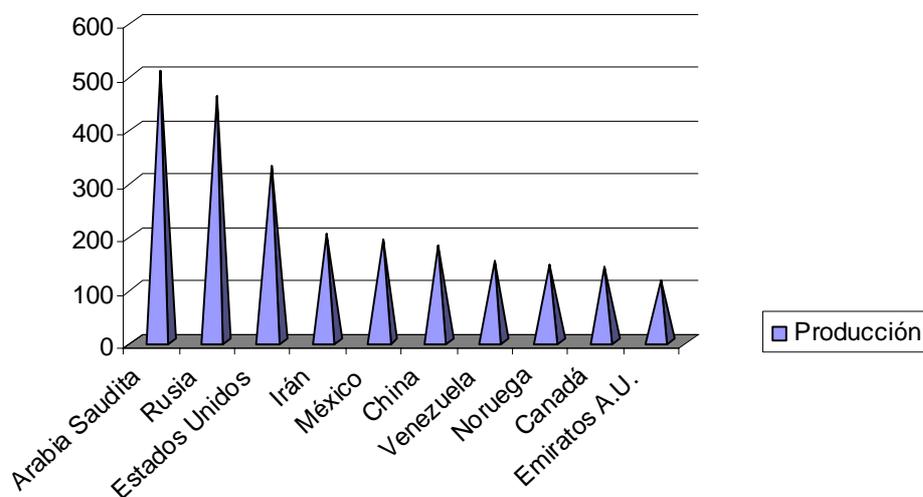
(Ver anexo I, tabla 1.2).

Estas cifras, reportadas por La **British Petroleum, 2008**, las correspondientes a Venezuela, están incluidos los 276 mil millones de barriles de reservas de la franja del Orinoco. De acuerdo con fuentes especializadas, la mayor parte de las cuencas petroleras fuera del Golfo Árabe Pérsico ya han alcanzado sus niveles máximo de producción, como son los casos de Estados Unidos y Canadá (a comienzo del decenio 1970), territorios de la antigua URSS (década del 1980) y el Mar del Norte – Reino Unido y Noruega a finales del decenio de 1990). (X₁) En opinión de algunos autores no podrá desplazarse ya por muchos años el punto de máxima producción mundial de petróleo- aún con nuevas y mejores tecnologías- y se avizora por tanto el agotamiento del petróleo. (X₄).

La mayor parte de los principales productores de petróleo son países subdesarrollados como Arabia Saudita, Irán, México, China, Venezuela y los Emiratos Árabes Unidos; pero algunos de los grandes productores son países desarrollados como Rusia, Estados Unidos, Noruega y Canadá.

Gráfico 1.2 Principales productores de petróleo, 2 008

(millones de toneladas)



Según la **Agencia Internacional de Energía** (AIE), la producción fuera de la OPEP alcanzaría su nivel máximo hacia el 2010. En estas condiciones cabría esperar una mayor dependencia futura de la producción procedente de los países de la OPEP sobre todo en aquellos situados en la cuenca del Golfo Árabe Pérsico.

Los principales exportadores de petróleo se encuentran básicamente en el área subdesarrollada (solo dos países desarrollados – Rusia y Noruega – se ubican entre los diez primeros exportadores). Las regiones subdesarrolladas aportan alrededor de 80 % del crudo que se comercializa en el mundo; estas exportaciones se dirigen sobre todo hacia los países industrializados, mientras que los países subdesarrollados importadores netos de hidrocarburos solo reciben el 20 % restante.

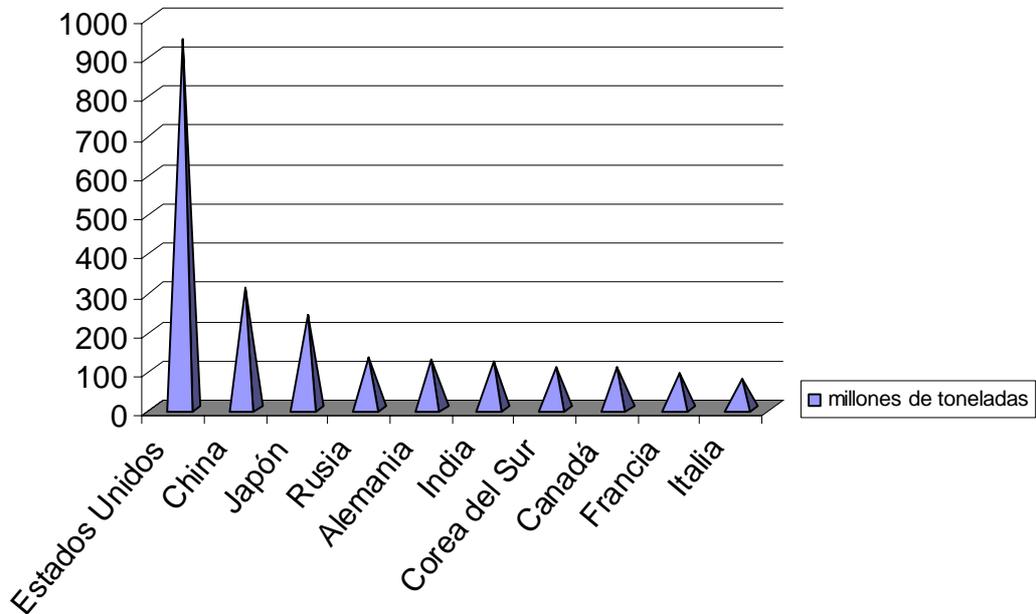
Las principales regiones exportadoras del mundo subdesarrollado en el 2004 fueron el Medio Oriente, que aportó el 41 % del total, África (15 %) y América Latina y el Caribe (11 %) fuera del área subdesarrollada se destacan en particular, las exportaciones procedentes de los territorios de la antigua URSS, que en 2004 generaron el 13 % de las ventas mundiales de petróleo. (x).

Principales consumidores e importadores de petróleo.

La mayoría de los principales consumidores de petróleo del mundo son países desarrollados como Estados Unidos, Japón, Rusia, Alemania, Corea del Sur, Canadá, Francia e Italia. Solo dos países subdesarrollados se ubicaron en el 2004 entre los principales consumidores de petróleo del mundo: China e India.

Gráfico 1.3 Principales consumidores de petróleo, 2 008.

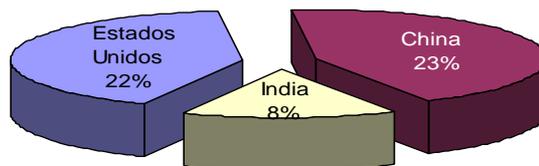
(Millones de toneladas).



Es meritorio señalar el rápido crecimiento del consumo petrolero en los últimos años en grandes consumidores como Estado Unidos, China e India. China recibió el 23 % del incremento del consumo petrolero entre 1984 y 2004, pasando a ocupar el segundo lugar entre los grandes consumidores, mientras que Estados Unidos absorbió el 22 % de dicho incremento y la India el 8 %.

Gráfico 1.4 Incremento acumulado de la demanda de petróleo entre 1 984 y 2 004 en China, India y Estados Unidos.

(En % del total mundial).



Por otra parte analizando gráficos y tablas anteriores se puede comprobar como la **British Petroleum, 2005** hace referencia a las tendencias mundiales de la producción y el consumo de gas natural en las últimas tres décadas, como la fuente más dinámica del periodo.

Al igual que en el caso de petróleo, las reservas probadas de gas natural se encuentran muy concentradas, con 69 % ubicado en siete países (Rusia, Irán, Qatar, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos y Nigeria).

Más de la mitad de la producción y el consumo de gas natural tiene lugar en Estados Unidos, Rusia y la Unión Europea. De mantenerse la tasa actual de utilización de este combustible, las reservas probadas al cierre de 2004 alcanzarían para unos 67 años.

Tabla 1.2 Principales productores de gas natural en el 2008.
(Millones de toneladas de petróleo equivalente)

Nº	Países	Producción	% total mundial
1	Rusia	530.2	21.9
2	Estados Unidos	488.6	20.2
3	Canadá	164.5	6.8
4	Reino Unido	86.3	3.6
5	Irán	77.0	3.2

El gas natural ha sido uno de los segmentos más dinámicos en el consumo mundial de energía comercial en los últimos 30 años y se esperan un crecimiento aún mayor en las próximas décadas. Según estimados de la **Agencia Internacional de Energía (AIE)**, el aumento de la demanda de gas natural podría incrementarse en un 89 % en el 2030

Tabla 1.3 Principales consumidores de gas natural en el 2008.
(Millones de toneladas de petróleo equivalente).

Nº	Países	Consumo	% del total
1	Estados Unidos	582.0	24.0
2	Rusia	361.8	15.0
3	Reino Unido	88.2	3.6
4	Canadá	80.5	3.3
5	Irán	78.4	3.2

A diferencia del petróleo la mayor parte del gas se consume localmente y solo se comercializa internacionalmente el 25 %. La mayor parte del comercio internacional de gas natural se lleva a cabo regionalmente, sobre todo en Norteamérica y Europa.

El 38 % del consumo mundial de gas natural va dirigido a la generación de electricidad, el 27 % a la industria y 27 % al sector residencial/comercial. El transporte apenas recibe el 3 % y el 5% restante se destina a otros usos.

De los tres combustibles fósiles antes mencionados, el gas natural es el menos contaminante en cuanto a emisiones de carbono. Mientras el carbón mineral y el petróleo generan el 26,8 y 20 toneladas de carbonos por Tera Jule (TJ) de energía respectivamente; el gas natural emite 15,3 toneladas de carbono por Tera Jule (TJ) de energía.

1.2 Situación de los mercados y precios. Factores que los condicionan.

Los precios del petróleo constituyen una variable fundamental en la dinámica de la economía mundial, debido a la importancia de este recurso natural no renovable en el mercado mundial y su papel en el sistema energético mundial.

En las últimas tres décadas, pueden identificarse tres períodos en función de la dinámica de los precios petroleros en el mercado mundial:

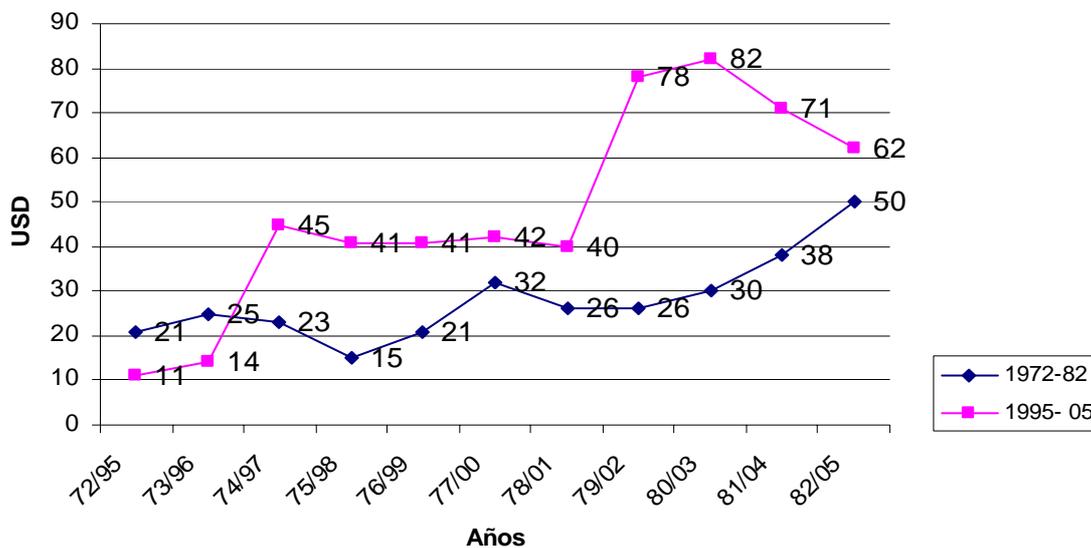
- 1973 – 1985: Período de altos precios, al calor de las alzas de precios de 1973 – 1974 y 1979 – 1981.
- 1986 – 1998: Período que se inicia con una marcada caída de precios de más de un 50 % y cierra con otra caída de precio superior al 30 %.
- 1999 – 2006: Nueva tendencia alcista de los precios petroleros.

En enero de 1999, cuando nació la moneda única en Europa, el precio del crudo de referencia, el Brent, estaba en torno a los 10 dólares por barril, casi su nivel más bajo desde el primer gran choque del petróleo en 1973-1974. A mediados de octubre de 2000, el barril de Brent estaba por encima de los 33 dólares. Sin embargo, en junio de 2005, el Brent volvió a los 55 dólares por barril y parece que va a seguir una trayectoria alcista. Para otros tipos de petróleo como el de referencia en EE: UU (el West Texas Intermediate), las cotizaciones llegaron a superar los 70 dólares el barril a finales de agosto de 2005. En solo un año –desde junio de 2004– el precio del crudo subió unos 20 dólares por barril, o casi un 50 %.

La última vez que los precios subieron tanto en tan poco tiempo fue durante el período comprendido entre los dos grandes choques petroleros de 1973-1974 y 1979-1980, cuando pasaron de 3 dólares por barril en 1973 a casi 36 dólares por barril en 1980 (14 y 82 dólares, respectivamente, medidos en dólares de 2004). De todas formas, los últimos años de presión alcista en el precio del petróleo están lejos de ser un choque semejante al de los años 70. En términos reales, el precio actual tendría que subir más de un 30 % para llegar a los niveles de 1980 (véase el Gráfico 1.5). El Fondo Monetario Internacional (FMI) calcula que el precio real del petróleo subió un 74 % entre junio de 2003 y marzo de 2005, comparado con un aumento del precio real del 185 % durante el año 1974 y con un aumento del precio real del 158 % entre junio de 1978 y noviembre de 1979. Todos los datos aportados respecto a los precios del petróleo provienen del **British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2005**.

Gráfico 1.5 El precio del petróleo.

(Precios reales en dólares de 2004).



Sobre el período 1999 – 2006, cabe señalar que después de una caída superior al 30 % en 1998, los precios internacionales del petróleo ha registrado una tendencia alcista provocado por un creciente frenesí especulativo en ese mercado, reforzado sobre todo después de la invasión y ocupación de Irak por los Estados Unidos y sus aliados. La ola de violencia e inseguridad desatada tanto en Irak como en otros países de Medio

Oriente después de la ocupación iraquí ha alimentado la escalada de precios del petróleo experimentada en los últimos años.

Otros factores básicos que inciden en las altas cotizaciones del crudo están relacionados con las limitaciones de la oferta, la creciente demanda de los países industrializados y algunos países con rápido crecimiento como China, y los cuellos de botellas creados por el déficit de capacidades de refinación en países industrializados. Además de las razones antes apuntadas, en le 2005 también fue significativo el impacto de las afectaciones a la infraestructura petrolera en le Golfo de México y la Costa Sur Estadounidense, debido al paso de los Huracanes Katrina y Rita.

1.3 Situación energética en Cuba.

ASCENDENTE ACTIVIDAD PETROLERA.

La producción nacional de petróleo equivalente (crudo más gas) llegó en el 2006 a casi cuatro millones de toneladas. Ello representa un crecimiento de 5,15 veces en relación con lo que se obtenía en 1989, antes de iniciarse el periodo especial.

Por otro lado, es sabido que la generación eléctrica más eficiente y conveniente para Cuba es la que tiene lugar a partir del gas acompañante del crudo, esto ha propiciado que actualmente haya 405 MW de potencia instalada para generar electricidad con ese recurso. De la cifra mencionada, 305 MW se producen en las plantas de Energías y 100 en la termoeléctrica de Santa Cruz del Norte, preparada tecnológicamente para la quema simultánea de gas y crudo.

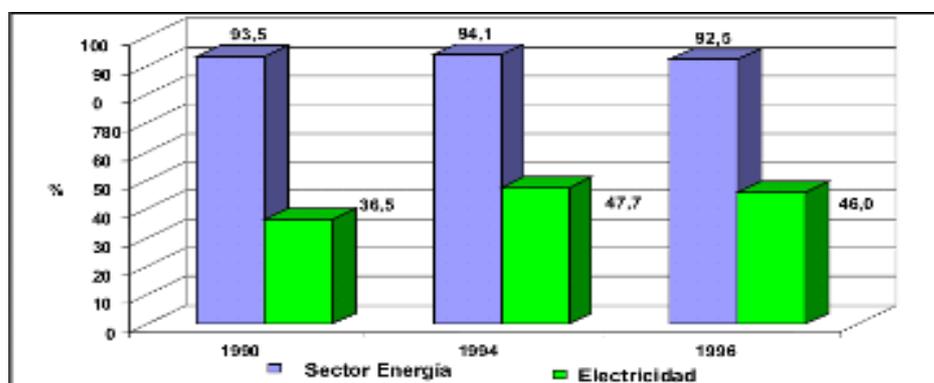
Durante el 2006 fueron terminadas las inversiones correspondientes a 140 MW de potencia para asimilar la producción de gas. En el 2007 se debe crecer en unos 70 MW y continuar ese ritmo ascendente durante el 2008 en correspondencia con la extracción. El Anuario Estadístico Cubano (AEC) 2004 muestra algunos resultados y datos económicos que por su importancia se muestran íntegramente en el anexo N° 2.

No obstante estos resultados, en Cuba se dio la máxima prioridad también, por supuesto, al incremento de la eficiencia energética, a la aplicación de cuanta medida de ahorro que resultara posible en todos los centros de trabajo y actividades sociales, y a la búsqueda y aprovechamiento de fuentes nacionales de energía. A las que, genéricamente, se les llama en Cuba: Fuentes Alternativas de Energía, (FAE).

El beneficio ambiental del actual programa energético cubano, basado esencialmente en el incremento de la eficiencia y el desarrollo de las FAE, dentro de las cuales tienen un peso significativo las renovables, es considerable y además, evidente. Las limitaciones en la importación de hidrocarburos han compulsado al país en un camino energético racional y ambientalmente sano que, por supuesto, ha de ser permanente.

A continuación se muestran los resultados del inventario nacional realizado en Cuba en el 2004 sobre las emisiones emanadas a la atmósfera.

Gráfico 1.6 Inventario Nacional medioambiental.



- Emisiones CO₂ (dióxido de carbono) del sector energía en totales del país.
- Emisiones CO₂ (dióxido de carbono) por la generación de electricidad en el sector energía.

Por tal motivo, y atendiendo a lo antes expuesto es prioridad del presente trabajo la búsqueda y aplicación de soluciones y métodos de uso eficiente de la energía que contribuyan a reducir los índices de consumo energéticos en las empresas y entidades del Municipio de Aguada de Pasajeros, para lo cual se hará un análisis de las diferentes técnicas y metodologías de eficiencia energética que se reportan en la literatura mundial.

1.4 TENDENCIA EN LOS MODELOS DE GESTIÓN ENERGÉTICA.

Con el objetivo de establecer el estado del arte en la temática de Gestión de la Energía, y de encontrar aspectos comunes en los modelos de Gestión relacionados con la eficiencia energética, se toma una muestra representativa con ocho modelos de diferentes países (Cuba, España, USA, México, Colombia) para determinar las tendencias actuales en el Mundo sobre la gestión y administración de energía.

Sistemas de Gestión Energética (CEEMA).

El Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente – CEEMA de la Universidad de Cienfuegos, Cuba, define un sistema de Gestión Empresarial que incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización y que las ponen en práctica a través de la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización (Borroto 2001).⁸

La Gestión Energética o Administración de Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. Entendido por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

Un sistema de gestión energética se compone de la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación. Ver gráfico 1.7.

Etapas en la implementación de un sistema de Gestión Energética.

En general, en todos los sistemas de gestión energética o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales:

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción).
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

Para el CEEMA la administración de energía no se debe limitar solamente a un plan de medidas de ahorro de energía, sino por el contrario debe garantizar el mejoramiento continuo.

Análisis preliminar de los consumos energéticos.

Para establecer un sistema de gestión energética, un primer paso es llevar a cabo el análisis de los consumos energéticos, caracterizar energéticamente la empresa y establecer una estrategia de arranque. Esta etapa tiene como objetivo conocer el

⁸ Borroto, Anibal, Colectivo de Autores CEEMA. Gestión Energética Empresarial. Cienfuegos, Editorial Universidad de Cienfuegos, 2001. P 21.

impacto en la empresa al implantar un sistema de gestión energética que le permitirá abatir costos por sus consumos de energía, alcanzar una mayor protección ante los problemas de suministro de la energía, reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de sus productos o servicios, y de esta forma elevar sus beneficios.

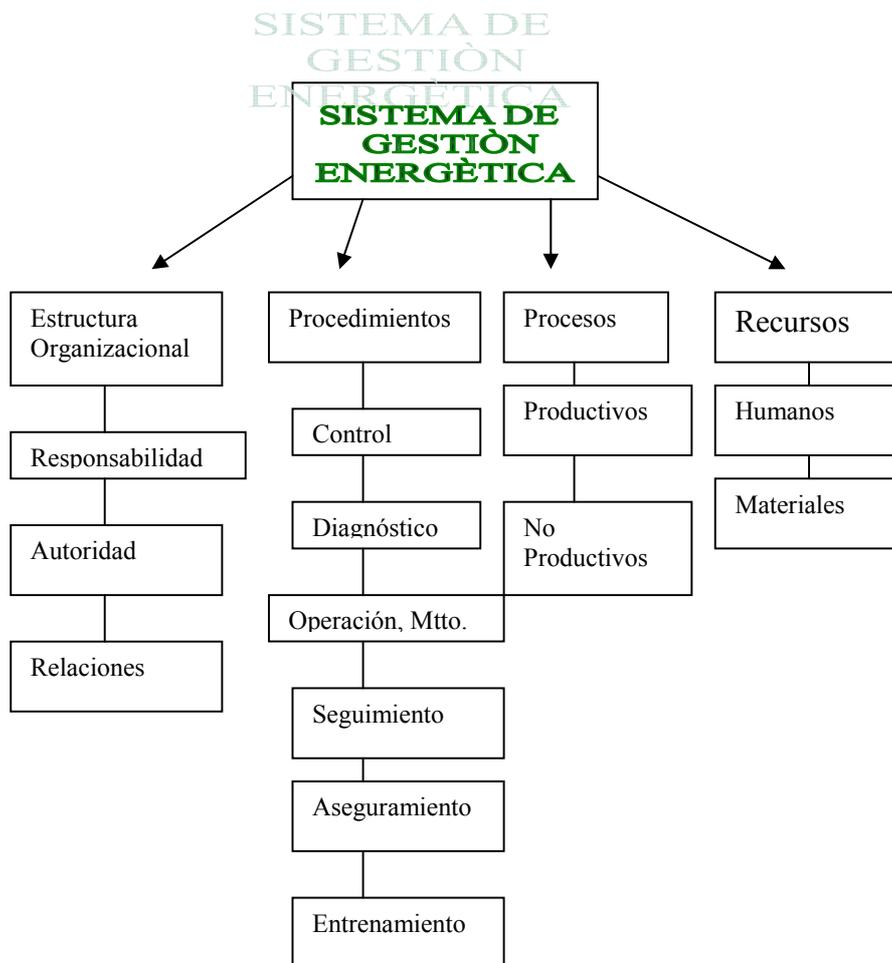


Gráfico 1.7 Sistema gestión energética CEEMA Fuente: Borroto 2001

El análisis preliminar abarca la información de las fuentes y consumos de portadores energéticos, como también de los relacionados con el proceso productivo, la distribución general de costos, la definición de indicadores globales de eficiencia y productividad, etc.; y posibilita la conformación de la estrategia para la implantación del sistema de gestión energética en la empresa considerando los siguientes factores:

- La estrategia general de desarrollo de la empresa.

- Las previsiones sobre el entorno de la empresa (factores sociales, económicos, tecnológicos y políticos).
- La capacidad de la empresa para el establecimiento de un sistema de gestión energética, que incluye: Recursos materiales y financieros, nivel de desarrollo tecnológico, capacidad del personal, experiencias anteriores.

Organización Estructural del Sistema.

En función de las características, política interna, proyecciones y necesidades específicas de la empresa, la dirección tendrá el mayor compromiso para con esa administración y decidirá sobre la mejor forma, desde el punto de vista estructural, para establecer su sistema de gestión energética. Existen diferentes posibilidades, dentro de los cuales podrían mencionarse tres alternativas básicas:

- a) Creación de una unidad o departamento de ahorro de energía.
- b) Constitución de un comité de ahorro de energía.
- c) Contratación de un grupo asesor.

La creación de una **Unidad o Departamento de Ahorro de Energía** requiere en primero lugar, de una evaluación de factibilidad económica. Esta unidad es la encargada de la coordinación de la implantación y funcionamiento del sistema.

Constituye un enlace entre los niveles ejecutivos y operativos y es responsable de la aplicación de medidas y del logro de metas.

Los Comités de Ahorro de Energía están formados por personal de todas las áreas involucradas, y tienen como funciones promover, asistir técnicamente y controlar todo lo referente a la gestión energética. De acuerdo con las funciones que se le asignen puede tener un carácter consultivo o ejecutivo y puede ser temporal o permanente.

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

Establecimiento de metas.

Una de las acciones iniciales para el establecimiento de un programa de ahorro de energía es el establecimiento de metas. Es importante, que al establecer estas metas por la alta gerencia, se cuente con el consenso del personal involucrado en la coordinación e implementación de las acciones. Las metas que se establezcan pueden ser a corto, mediano y largo plazo y deben ser retadoras, concretas y orientadas a resultados, con fechas específicas de inicio y terminación, acordadas con el personal involucrado para lograr compromiso de todos y finalmente deben ser evaluables, con claros y definidos criterios de medida.

1.5 Diagnósticos o auditorías energéticas.

Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas que permiten evaluar grados de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

Los objetivos del diagnóstico energético se orientan hacia la Evaluación cuantitativa y cualitativa del consumo de energía y Determinación de la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos. Como también hacia la Identificación de los potenciales de ahorro energético y económico que permita establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento y finalmente definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

Para obtener los resultados deseados en el diagnóstico energético es necesario realizar las siguientes acciones y tareas:

1. Estratificación de los consumos energéticos por portadores y elaboración de la estructura de consumos por áreas y equipos mayores consumidores, los cuales nos permiten identificar los factores que afectan el consumo de los portadores energéticos y determinación de los índices de correlación de consumo y de eficiencia energética principales de la Empresa.

2. Determinación de los tipos de normas a establecer (pico, específica, global, relativa, mensual etc.) y fundamentación técnica de la norma y establecimiento de los documentos necesarios para la formación (datos nominales, de diseño, prueba de control).

3. Establecimiento de la información y flujo del sistema de contabilidad energética de la empresa y elaboración de los documentos de ordenamiento del sistema de contabilidad energética.

4. Diagnóstico energético de equipos y áreas mayores consumidoras. Cálculo de las pérdidas energéticas por equipos y áreas mayores consumidoras. Valoración económica de las mismas y finalmente la selección del Banco de Problemas Energéticos de la empresa (métodos, equipos, materiales, recursos humanos, régimen). Encontrar una salida al problema energético constituye hoy un reto colosal. La solución a mediano plazo está cifrada en el aprovechamiento a gran escala de las fuentes renovables de energía. No obstante existen soluciones a corto plazo menos costosas como el uso racional, suficiente y eficiente de los recursos energéticos disponibles.

La demanda energética es el resultado de la interacción de contextos sociales, culturales y tecnológicos.

Según Wilhite,⁹ el consumo energético no está definido tanto por el comportamiento individual del consumidor, como por patrones de estilos de vida más bien colectivos. Sin embargo, una consecuencia de las modificaciones en estos estilos de vida es el comportamiento cada vez más creciente de la demanda para aparatos electrodomésticos, casas, automóviles, etc., no solamente en términos cuantitativos sino también cualitativos.

En el año 2000, América Latina y el Caribe presentaron un panorama de recuperación y expansión en su economía, así como en el desempeño del sector energético.¹⁰

La recuperación económica de América Latina y el Caribe en el año 2000 significó un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) regional del 4,1 % frente al 0,3 % observado en 1999, en tanto que la oferta y demanda de energía presentaron un crecimiento positivo en el año 2000 aunque no en la magnitud del PIB.

⁹ Wilhite, H., E. Shove, L. Lutzenhiser, W. Kempton: "After twenty years of "demand side management", 2003.

¹⁰ Informe Energético, 2000.

Teniendo en cuenta el crecimiento del producto de la región y de la demanda de energía, la **elasticidad demanda – PIB** para el año 2000 fue de 0,43, valor que se encuentra fuertemente influenciado por las grandes economías de la región que mostraron crecimientos positivos en su producto interno y demanda de energía. Países como Colombia y Costa Rica presentaron disminución en la demanda de energía y crecimientos en su producto interno, indicando una baja relación funcional entre el comportamiento de las dos variables. Por otro lado, está el caso del Uruguay, que disminuyó el crecimiento de su producto interno y de la demanda y presentó una elasticidad positiva de 6,34 %.

Las políticas de desarrollo de las fuentes energéticas en América Latina se han orientado, en lo fundamental, a aprovechar los recursos naturales existentes en abundancia y baratos, con una explotación intensiva, antes que a promover el ahorro y el uso eficiente de la energía. Tal es el caso que Argentina, Brasil, México y Venezuela representan el 73.75 % del consumo total de Energía en América Latina y el Caribe.¹¹

En términos generales, el consumo de energía en el sector industrial de la región se ha caracterizado en los últimos 10 años por un crecimiento de la participación de la electricidad, una reducción en la participación de los combustibles líquidos y la biomasa y una participación constante del gas natural.

Con respecto a las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, la contribución de América Latina y el Caribe al total mundial es poco relevante: su aporte se ubica en un 5,2 %.¹² En esta región, el nivel medio de emisiones de CO₂ per. Cápita se ubica alrededor del 60 % del promedio mundial y del 20 % del valor relativo al conjunto de países de alto índice de desarrollo humano.¹³

Es preciso transitar hacia el uso de energías alternativas, más livianas y menos impactantes, en el marco de la construcción de sociedades sustentables. De lo contrario, la vida de todo el planeta estará cada vez más amenazada.¹⁴

¹¹ British Petroleum. Loc. cit.

¹² Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD): Informe sobre el desarrollo humano, Nueva York, 2000.

¹³ OLADE – GTZ.: Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Guía para la formulación políticas energéticas. Primera Edición, Naciones Unidas. Santiago de Chile, 2003.

¹⁴ Roa Avendaño T.: “El cambio climático otra deuda ecológica”. __Colombia: CENSAT Agua Viva, F o E, 2002.

El debate sobre el cambio climático tiene de fondo la discusión sobre el modelo de desarrollo imperante, altamente dependiente del uso de combustibles fósiles.

Las negociaciones deberían estar hablando de la adopción de energías descentralizadas, renovables, limpias y de bajo impacto, de reducir las emisiones de carbono, de los derechos igualitarios a la atmósfera y a las nuevas tecnologías. El asunto es: cortamos las emisiones o seguimos en el juego de los tecnócratas, propiciado por las Empresas Transnacionales (ETN) del petróleo, mientras el sur sigue sufriendo los impactos. Actualmente, los países industrializados, llamados del Norte, consumen casi el 50 % de la energía en el planeta y sólo los Estados Unidos produce el 25 % de los gases invernadero del mundo y apenas un cuarto de la población mundial correspondiente a esos países y consume aproximadamente el 70 % del total de energéticos fósiles.¹⁵

Es decir, los países del Norte queman la mayor parte del petróleo, gas y carbón, desprendiendo una gran cantidad de gases a la atmósfera. Por esta razón por la cual son los principales responsables del calentamiento global, y por ende, las alteraciones climáticas constituyen una deuda ecológica de los países del Norte con los del Sur. Mientras el Norte devora insaciablemente gas y petróleo, el Sur sufre de manera inclemente el cambio climático,¹⁶ “Para la mayoría de los países empobrecidos, el cambio climático no es un riesgo, sino una realidad con la que tenemos que convivir. El cambio climático es el causante de la degradación de la salud humana, del ambiente y de la infraestructura”¹⁷

Definitivamente, la salud del planeta está en manos del hombre y solo una concepción sostenible del uso y explotación de los recursos energéticos permitirá el desarrollo global sin arriesgar la propia existencia de la especie.

En Cuba, a partir de los difíciles años de período especial, se ha emprendido un fructífero camino de educación, solidaridad energética y cuidado del medio ambiente. En estos años, se ha desarrollado un programa de ahorro de energía que abarca todas

¹⁵ Roa Avendaño T.: “Combustibles fósiles y Cambio Climático”. __Colombia: CENSAT Agua Viva, Ruiría el Grito del Petróleo. Colombia, p 54, 2000.

¹⁶ Roa Avendaño T.: Loc. cit.

¹⁷ OILWATCH.: Declaración a la COP7 en Marrakech, noviembre, 2001.

las esferas de la sociedad y que demanda de todos los ciudadanos una conducta más responsable respecto al uso de la misma.

Sin embargo, según el Anuario Estadístico de Cuba ¹⁸ de la Oficina Nacional de Estadísticas del año 2005, el beneficio ambiental del actual programa energético cubano es considerable y evidente. Dicho programa se basa esencialmente en el incremento de la eficiencia y el desarrollo de las fuentes alternativas de energía (FAE), dentro de las que tienen un peso significativo las renovables.

En el futuro, las empresas de éxito serán aquellas que lleven a cabo de forma radical las mejoras y modificaciones necesarias para lograr la coeficiencia, en otras palabras, producir de forma creciente bienes y servicios útiles mientras reducen sus niveles de consumo y contaminación. ¹⁹

En tal sentido, la agroindustria azucarera representa un sector muy importante para la economía cubana por el peso que representa en el producto interno bruto, además de ser el motor que activa otros sectores de la economía. Esta tiene la particularidad que al diversificarse para la obtención de derivados produce residuos secundarios, a los que hay que darle tratamiento o un adecuado uso para evitar la contaminación del medio ambiente.

Se conoce que el desarrollo de las producciones de derivados, inducen un incremento en el nivel de contaminación que para su eliminación o atenuación requiere de adecuadas soluciones tecnológicas como el uso y rehúso de flujos de los procesos y la aplicación de los diferentes tratamientos que protejan al medio ambiente.

En Cuba, se han desarrollado algunas producciones para alimento animal a partir de la fermentación aeróbica de los residuales de la producción alcohólica (vinazas) para producir proteínas unicelulares (levadura forrajera). La alternativa del uso de las vinazas de destilería o mostos presenta las mayores ventajas económicas al revalorizar este residual como complemento de sustrato, consumiendo menos o ninguna miel final para producir levadura, y evitando a la vez su vertimiento. Por lo tanto, estos desechos originados se han convertido en subproductos con un considerable valor económico.

¹⁸ Cuba. Anuario Estadístico. La Habana. 2004.

¹⁹ Kapitsa P.: "Problemas globales y la energía", en Experimento, teoría y práctica. __Moscú: Editorial MIR, 1985.

CAPÍTULO II.

Caracterización energética de la fábrica de azúcar de Antonio Sánchez.

En este capítulo se recoge los rasgos que caracterizan la fábrica de azúcar de la Empresa Azucarera Antonio Sánchez. Además se muestran datos del funcionamiento de la fábrica de Azúcar que posibilitan una mejor interpretación del comportamiento de los portadores energéticos de cada área, Investigando las posibles causas que incidan en el incremento de los consumos energéticos, se aplicarán algunas herramientas de la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía que permitirá identificar las áreas y equipos mayores consumidores y así conocer en qué medida la operación en la fábrica influye en el alto consumo de energía.

2.1. Generalidades.

La fábrica de azúcar pertenece a la Empresa Azucarera “Antonio Sánchez” del municipio de “Aguada de Pasajeros”. Esta Empresa geográficamente limita al sur con la Ciénega de Zapata, al norte con la Empresa Agropecuaria “Primero de Mayo”, al este con el plan de cultivos varios de Horquita y al oeste con el plan arrocero del sur, provincia de Matanzas y el poblado de Aguada de Pasajeros, cabecera del municipio. .

La Fábrica de azúcar tiene una capacidad de molienda de 320 000 arrobas diarias, la caña es preparada por dos juegos de cuchillas los cuales necesitan un alto consumo de potencia para realizar su trabajo, la molienda se realiza por un tandem formado por cinco molinos fultón inclinado, un sistema de bombas intupibles y colador rotatorio, lo cual garantiza la separación de los residuos de bagazo disueltos en el guarapo.

La generación de vapor se produce en 2 calderas Retal de 60tn/h cada una, con un índice de consumo de bagazo teórico de 26.5 ton bagazo/ton vapor, que utilizan el bagazo como combustible para producir el vapor que demanda la generación eléctrica la cual se realiza en dos turbos generadores, uno de 4000 KW y otro de 2500 KW con un índice de consumo de vapor teórico de 10.62 y 11.32 Kg./Kwh. respectivamente para un total de 6500 KW que satisface las necesidades de la Industria, con posibilidades de entregar el excedente al SEN. La estación de purificación está formada por una batería de 5 calentadores y un clarificador. La concentración del jugo se realiza en dos pre-

evaporadores que utilizan el vapor de escape de los turbogeneradores para producir el vapor que demanda el cuádruple efecto y los tachos.

El proceso de producción de azúcar demanda de un alto consumo de portadores energéticos fundamentalmente del bagazo para la producción de vapor, energía eléctrica directamente dentro del proceso productivo de la fábrica y el diesel en las actividades de aseguramiento y mantenimiento.

Durante la realización de este trabajo se efectuara el estudio de cómo explotar los portadores energéticos con eficiencia en la industria del azúcar, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas. Lo más importante para lograr la eficiencia energética, no es sólo que exista medidas de ahorro de energía, sino contar con un metodología que garantice que este plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para forjar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumos en función de la eficiencia, que consolide hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivos o de servicios que se realiza.

De los resultados de esta prueba dependen que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación y dedicar recursos materiales y humanos a esta actividad.

La Prueba de Necesidad en sí, constituye un resultado importante, al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general. Para realizar el proceso productivo, en la fábrica de azúcar se incurre en una serie de gastos que influyen en el costo de producción, en tal sentido los energéticos influyen directamente sobre ellos.

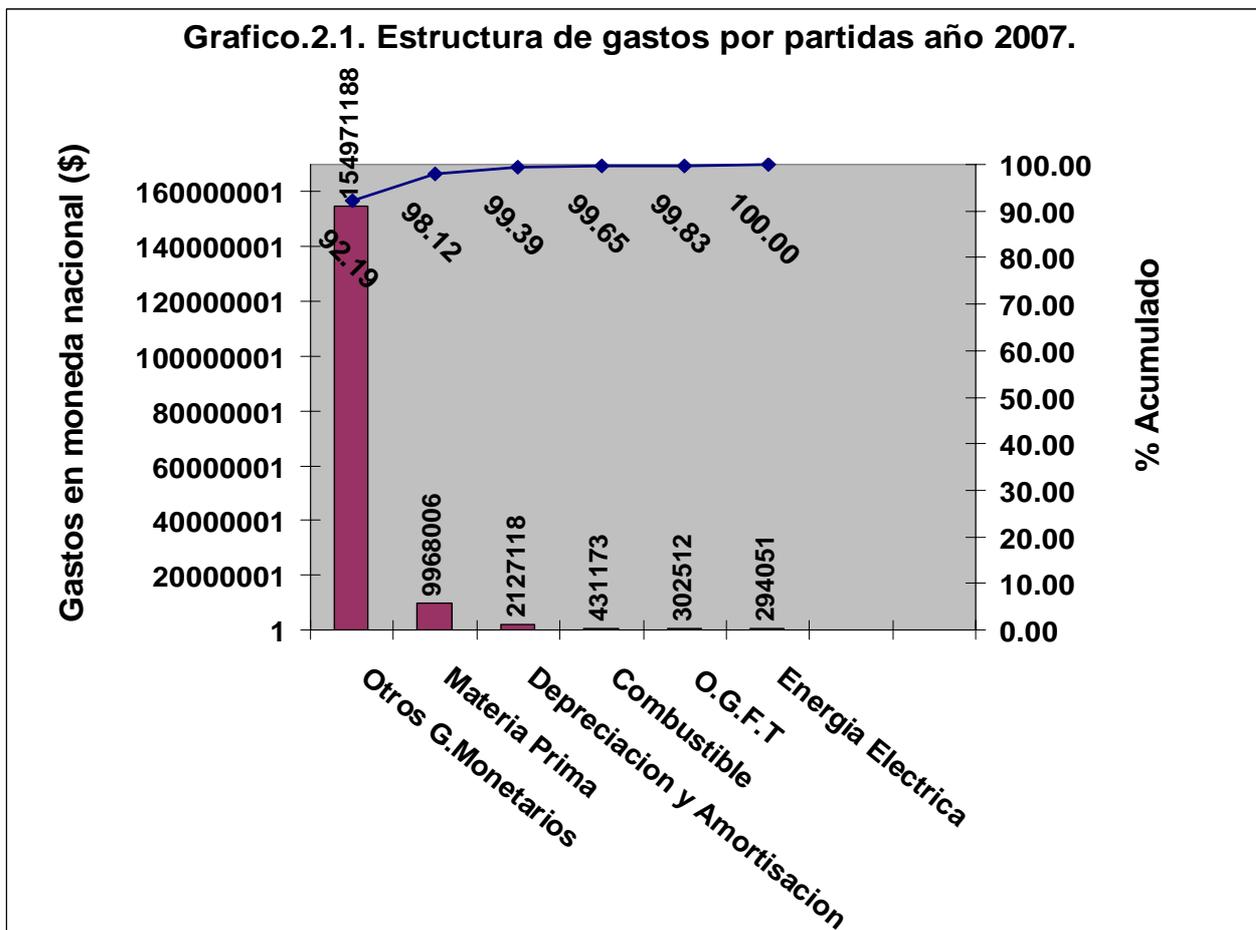
El epígrafe que se muestra a continuación relaciona el impacto de los energéticos en los gastos anuales por partidas de la industria.

2.2. Impacto de los energéticos en el presupuesto de la industria.

Tabla # 2.1. Estructura de Gastos Generales Anuales por Partidas en el año 2007.

Partidas	Valor(\$)
Otros G. Monetarios	15497188.80
Materia prima	9968006.29
Depreciación y Amortización	2127718.47
Combustibles	431173.21
O. G. F T	302511.92
Energía eléctrica	294050.89
Salario	10135.35
Total	29952940.09

Grafico.2.1.Estructura de gastos por partida año 2007.



Como se puede apreciar en el gráfico 2.1 los energéticos no tienen un gran peso sobre las partidas, ya que los mismos representan el 2.42 % de los gastos totales, debido a que en los gastos por energía eléctrica solo se tiene en cuenta el consumo de la empresa eléctrica, pero esto no quiere decir que no se trabaje en función de cómo mejorar el aprovechamiento y uso racional de los mismos ya que todos sabemos la situación que presenta el país con los energéticos, y a nivel global el problema ambiental debido a la emisión de los gases producto de la combustión de los combustibles fósiles, es por ello que nuestro foco de concentración se dirige sobre estos por su vital importancia.

Estructura de consumo de portadores energéticos.

A continuación se hace un análisis del consumo de portadores energéticos, donde solo tiene en cuenta los consumos del SEN. Con el objetivo de mostrar la influencia de cada portador energético en cuanto al consumo se realiza la estratificación de ellos basados en los beneficios que nos brindan los diagramas de Pareto al lograr identificar el 20% de los portadores energéticos que producen el 80% del consumo total lo que permite hacer énfasis en aquellos

Para la realización de las estructuras de consumo se recopilaron todos los consumos de los mismos en toneladas métricas, se aplicaron los factores de conversión correspondientes a los últimos años para convertirlos a toneladas de combustible convencional equivalente.

Tabla # 2.2. Estructura de consumo de consumo de portadores energéticos no renovables del 2007

Portador	U/M	Factor de conversión	Consumo H/F	Consumo (TEP)	%	% acum.
E. Eléctrica	Mw./h.	0.352	2331.19	857.48	93.3638783	93.3638783
Diesel	TM	1.0534	522.64	550.54	4.19608287	97.5599612
Lubricantes	TM	1	22.1	22.1	2.40628552	99.9662467
Nafta	TM	0.3592	0.29	0.31	0.03375333	100
Gasolina	TM	0.3563	0	0	0	100
TOTAL				918.428	100	

Grafico # 2.2. Estructura de consumo portadores energético año 2007.

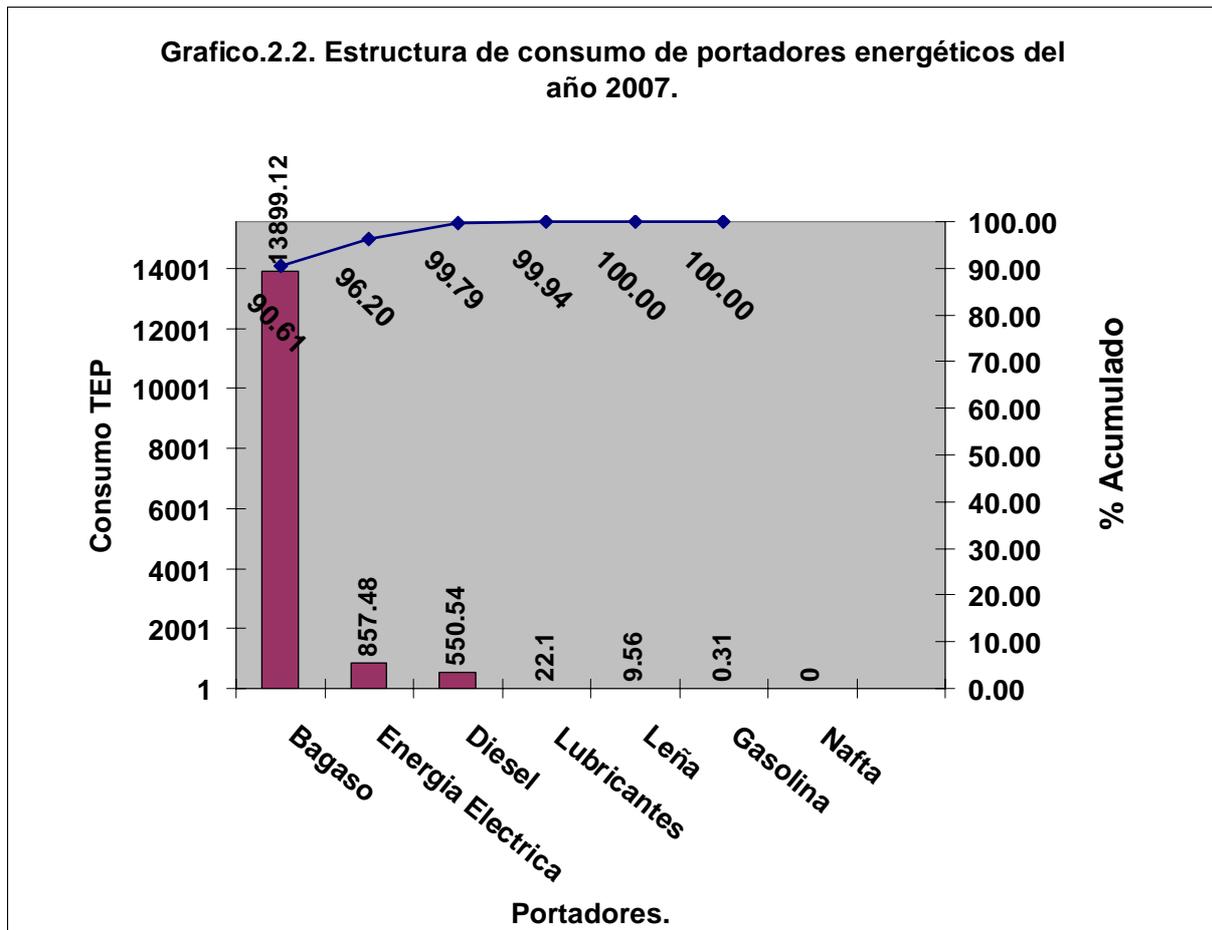


Grafico # 2.3. Estructura de consumo portadores energéticos no renovables año 2007.

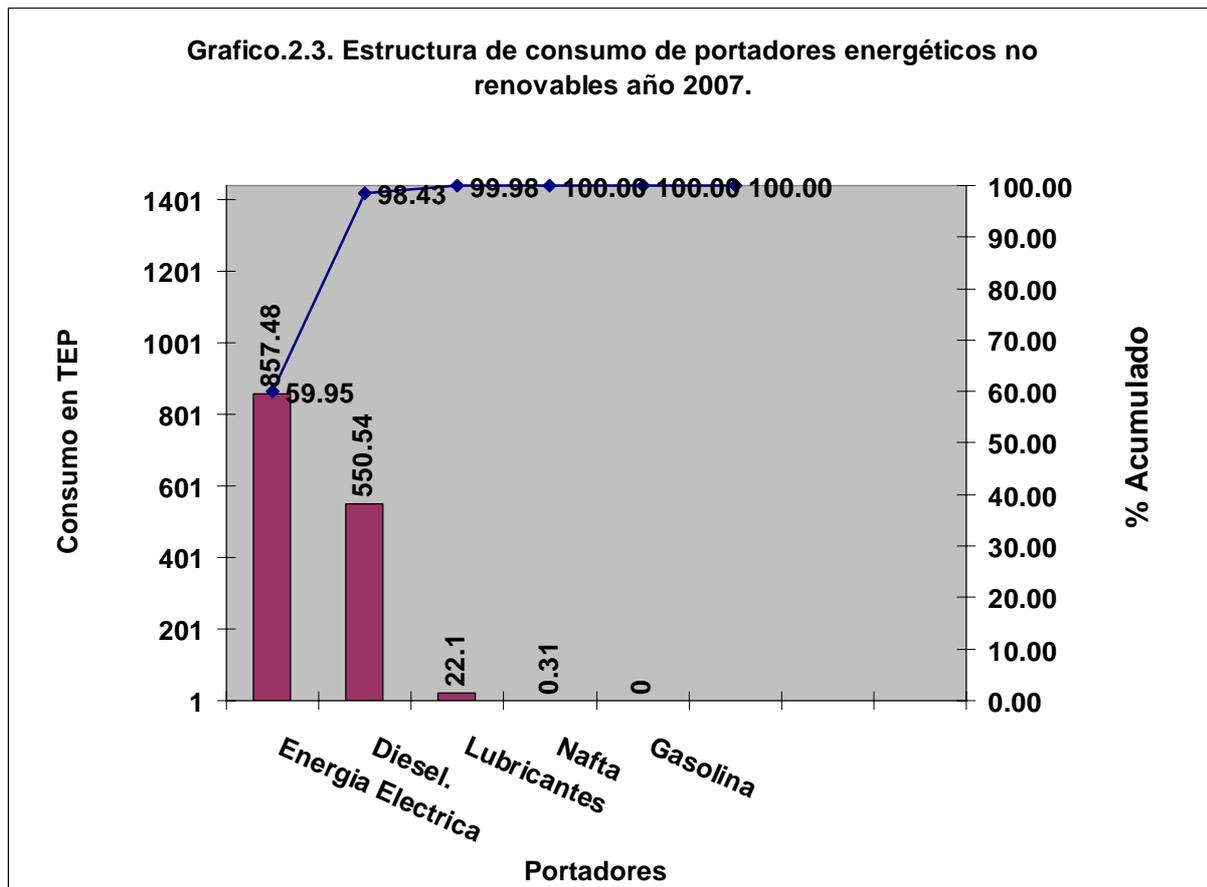


Tabla # 2.3. Estructura de Consumo Portadores Energéticos Año 2008.

Portador	U/M	Factor de conversión	Consumo H/F	Consumo (TEP)	%	% acum.
Bagazo	TM	0.24	72706	17449.44	87.4185019	87.4185019
E. Eléctrica	Mw./h	0.352	6931.91	2440.0323	12.2241154	99.6426173
Diesel	TM	1.0534	186.98	196.98	0.16148644	99.8041037
Leña	TM	0.3592	55.61	19.975	0.1000711	99.9041748
Lubricantes	TM	1	17.78	17.78	0.08907455	99.9932494
Gasolina	TM	1.0971	1.18	1.294578	0.0064856	99.999735
Nafta	TM	0.23	0.23	0.0529	0.00026502	100
Total				19966.149	100	19960.809

Grafico # 2.4. Estructura de consumo portadores energéticos año 2008.

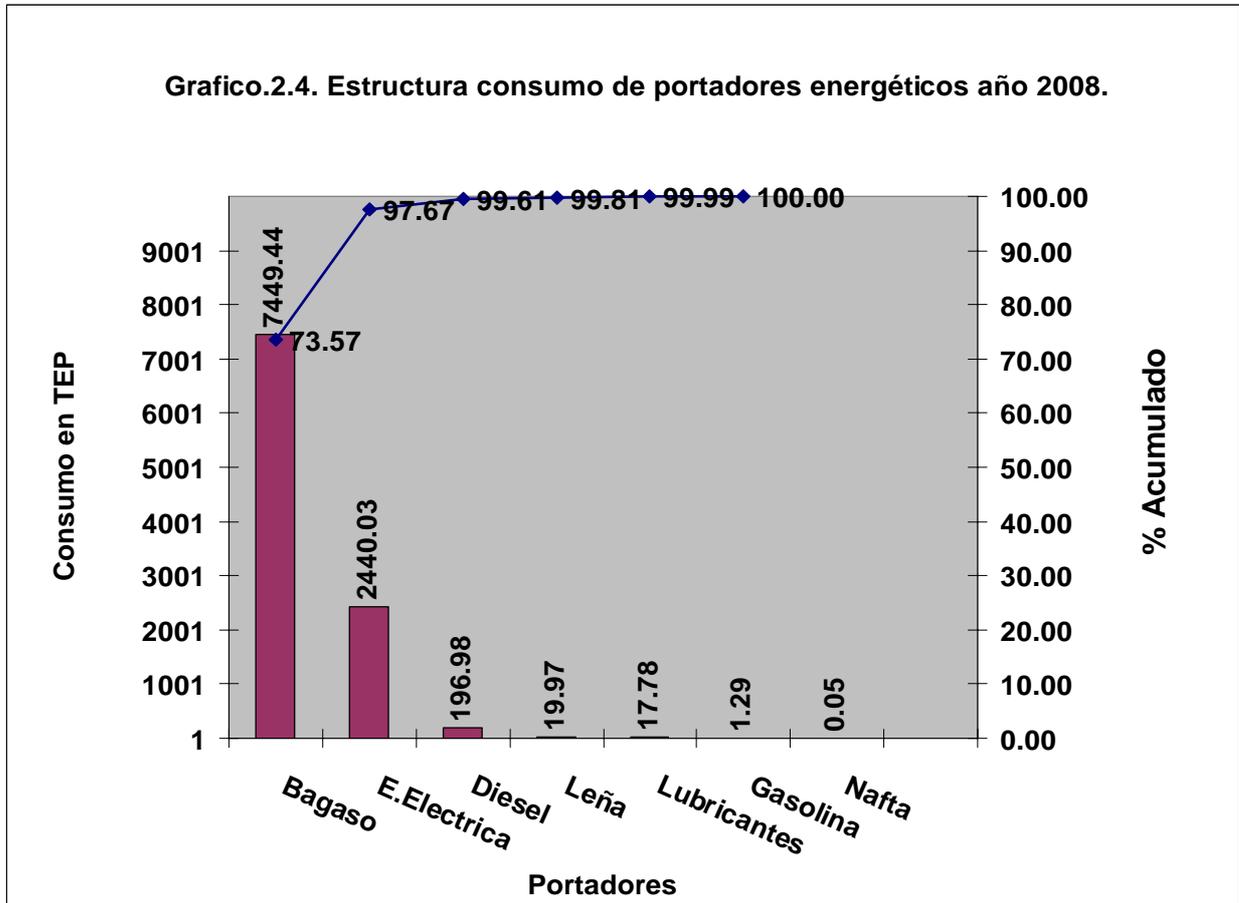


Tabla # 2.4. Estructura de Consumo Portadores Energéticos No Renovables Año 2008.

Portador	U/M	Factor de conversión	Consumo H/F	Consumo (TEP)	%	% acum.
E. Eléctrica	Mw./h.	0.352	6931.91	2617.63	97.8619122	97.8619122
Diesel	TM	1.0534	186.98	196.98	1.4045805	99.2664927
Lubricantes	TM	1	17.78	17.78	0.66471763	99.9312103
Nafta	TM	0.3592	1.18	1.59	0.05944325	99.9906536
Gasolina	TM	0.3563	0.23	0.25	0.00934642	100
TOTAL				2674.82	100	

Grafico # 2.5. Estructura de consumo portadores energéticos no renovables año 2008.

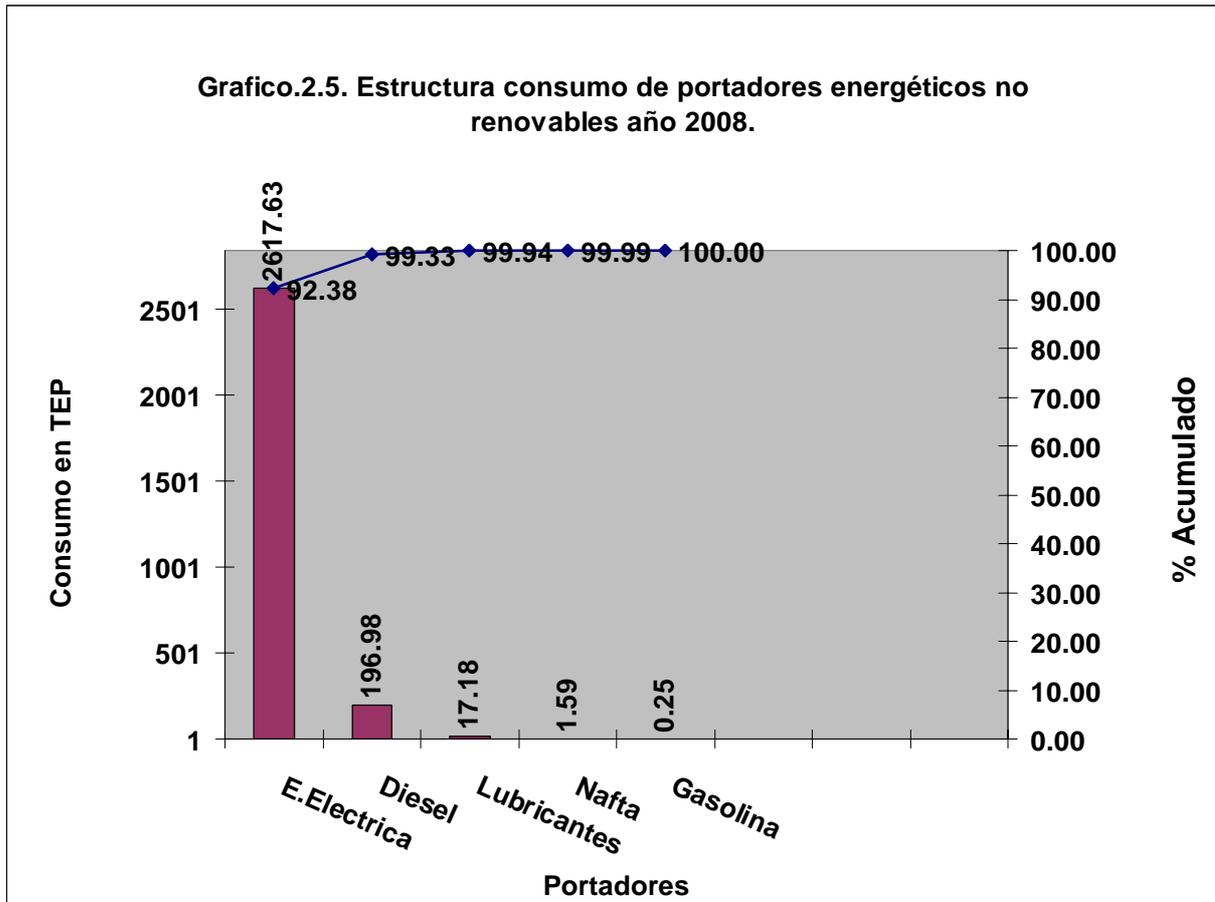


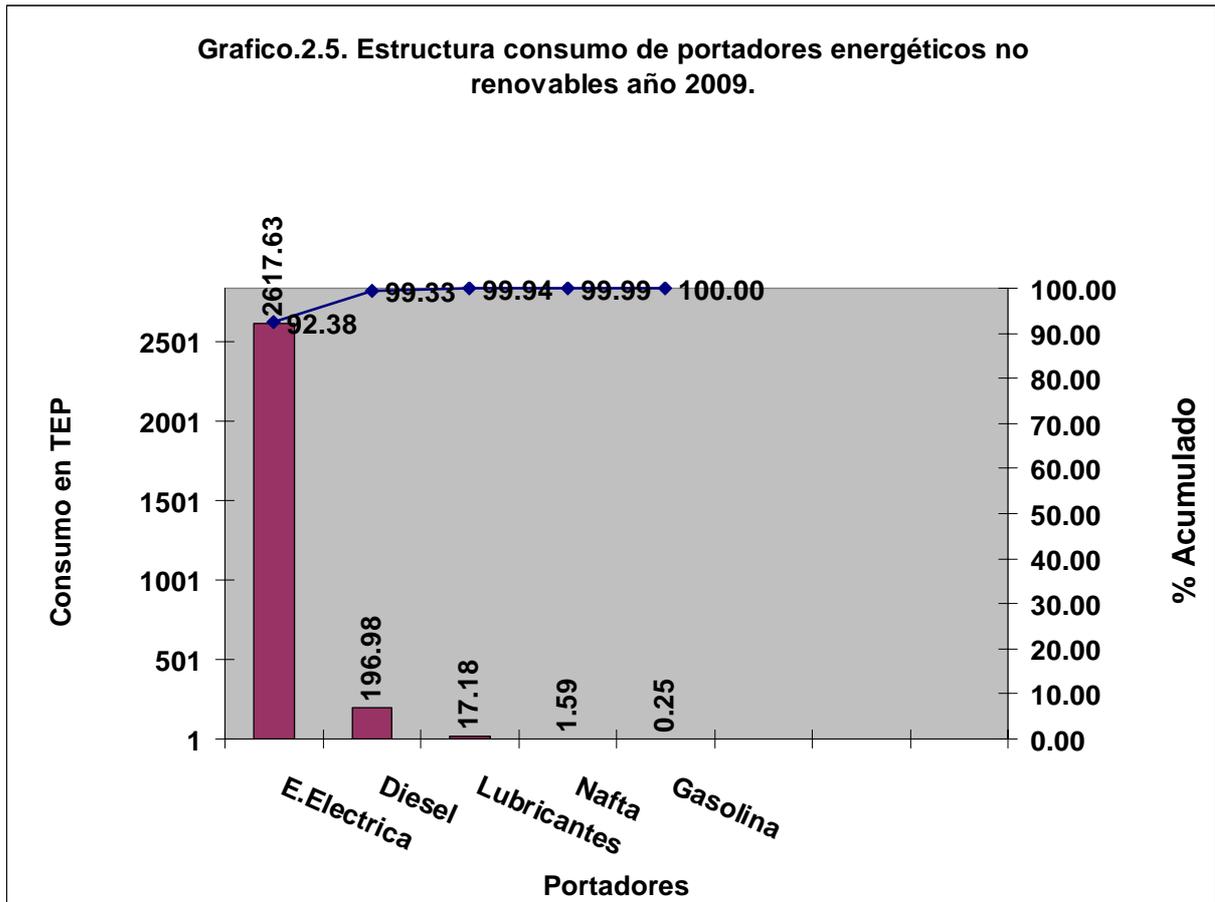
Tabla # 2.5. Estructura de Consumo Portadores Energéticos Año 2009.

Portador	U/M	Factor de conversión	Consumo H/F	Consumo (TEP)	%	% acum.
Bagazo	TM	0.24	69436	289316.67	92.1026711	92.1026711
E. Eléctrica	Mw./h	0.352	8680.89	24661.619	7.85091656	99.9535877
Diesel	TM	1.0534	36.03	37.95	0.02034546	99.9739332
Leña	TM	0.3592	23.11	64.337417	0.02048153	99.9944147
Lubricantes	TM	1	15.09	15.09	0.00480383	99.9992185
Gasolina	TM	1.0971	1.93	1.7591833	0.00056003	99.9997785
Nafta	TM	0.23	0.16	0.6956522	0.00022146	100
Total				314124.08	100	

Tabla # 2.6. Estructura de Consumo Portadores Energéticos No Renovables Año 2009.

Portador	U/M	Factor de conversión	Consumo H/F	Consumo (TEP)	%	% acum.
E. Eléctrica	Mw.	0.352	7604.56	2617.63	96.9076249	96.9076249
Diesel	TM	1.0534	36.03	37.95	2.36602052	99.2736454
Lubricantes	TM	1	13.14	17.78	0.65823572	99.9318811
Nafta	TM	0.3592	0.86	1.59	0.0588636	99.9907447
Gasolina	TM	0.3563	0.17	0.25	0.00925528	100
TOTAL				2701.16	100	

Grafico # 2.6. Estructura de consumos de portadores energéticos no renovables año 2008.



El diagrama de Pareto es un gráfico especializado en barras que representa la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades de porcinito.

En este diagrama se pueden determinar las áreas y los puestos claves que inciden sobre el consumo de energía.

Como queda demostrado en los gráficos de consumo, el bagazo representa entre el 85-95% del consumo y en los gráficos de consumo de los no renovables el renglón más

importante lo constituye la electricidad con más del 90% de influencia y debido a la gran demanda de la misma en el proceso de producción de azúcar y la baja disponibilidad que hay en el país de este portador, se trabajara sobre los portadores antes mencionados además de los daños que ocasiona al medio ambiente la producción de la misma a través de los combustibles convencionales.

Con el objetivo de evaluar la eficiencia con que se transforma la energía en el centro, se realiza un diagnóstico energético apoyado en los jefes de áreas y personal técnico de la unidad por cada puesto de trabajo, lo que permitió obtener una panorámica del estado energético y una idea de las potencialidades de ahorro energético.

El consumo de potencia dentro de la industria azucarera es muy elevado; la energía eléctrica constituye la base de funcionamiento de todos los equipos roto dinámicos en la industria azucarera distribuidos en las diferentes áreas por lo que para realizar un análisis del comportamiento energético es indispensable el estudio independiente de cada una de ellas.

2.3 Propuesta metodológica para la realización del diagnóstico.

Las organizaciones son tan eficaces y eficientes como lo son sus procesos. La mayoría han tomado conciencia de esto y por las normas ISO y EFQM se plantean cómo mejorar los procesos y evitar algunos males habituales como: bajo rendimiento de los procesos, poco enfoque al cliente, barreras departamentales, subprocesos inútiles debido a la falta de visión global del proceso, excesivas inspecciones entre otras. En tal sentido es importante sentar las bases para la simplificación y optimización de aquellos procesos que mediante la mejora de su operación, contribuyan al logro de los objetivos de la organización.

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido. En otras palabras, es la manera en la que se hacen las cosas en la organización.

El mejoramiento de un proceso se realiza con el propósito de incidir de manera significativa en la reorientación y/o mejora del mismo, hacia un mejor y más eficiente

esquema de trabajo con resultados trascendentes que permitan iniciar un cambio en la forma de administrar los recursos.

Al analizar un proceso tecnológico se atienden las áreas de oportunidades vitales y las acciones de mejora que se generan a partir de este análisis, están encaminadas a modificar los métodos y procedimientos de trabajo actuales, con las que se obtendrán el mayor beneficio, al menor costo para la organización, con impactos significativos en la mejora del medio ambiente y en la seguridad de los trabajadores.

La entidad objeto de estudio define el consumo de energía como uno de sus procesos logísticos, en tal sentido es objetivo del presente trabajo diseñar una metodología que permita desarrollar un adecuado diagnóstico del mencionado proceso.

La propuesta de la metodología para ejecutar el diagnóstico del proceso del consumo de energía en la empresa Antonio Sánchez descrito en el epígrafe anterior toma como base de referencia los aspectos teóricos acerca del desempeño de un proceso así como, resultados de investigaciones precedentes. La metodología plantea tres etapas cada una con un objetivo específico, sus pasos y las técnicas a utilizar para desarrollar esta metodología. Como se presenta en la tabla 2.1, para obtener la información se aplicaran simultáneamente y de manera combinada las técnicas referenciadas a los trabajadores seleccionados de manera aleatoria.

2.4 Etapas para el diagnóstico.

Etapas I: Identificación.

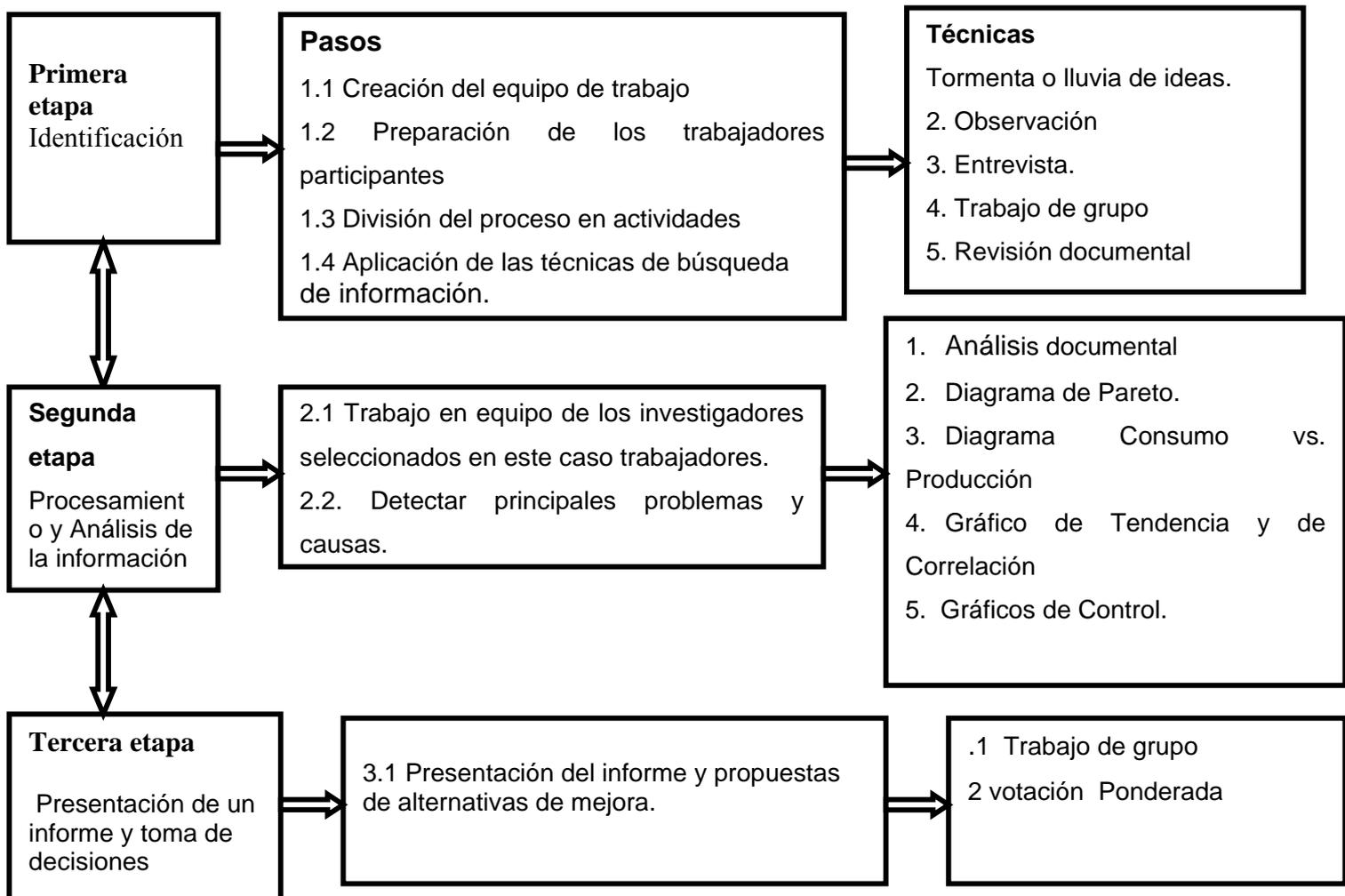
Esta etapa tiene el objetivo la creación del equipo de trabajo, su preparación y obtener toda la información necesaria para la ejecución de la investigación y cumplir adecuadamente con los objetivos previstos. La base del trabajo está en dividir el proceso en actividades y a partir de ahí buscar las insuficiencias y eliminar las que no agregan valor al proceso.

La capacitación está dirigida en lo fundamental a la aplicación correcta de las técnicas de búsqueda y análisis de información así como la búsqueda de soluciones.

El proceso de instrucción se desarrolla de manera individual con cada trabajador, con una explicación detallada de los objetivos que se persiguen con el trabajo y se aclaran

todas las dudas que se presenten prestando especial atención al empleo de las herramientas seleccionadas.

Tabla 2.7 Etapas, pasos y técnicas de la estrategia metodológica.



El número de expertos a trabajar como miembros del equipo es de cinco, para esto no se tuvieron en cuenta los métodos estadísticos matemáticos conocidos ya que se utilizó expertos de la propia organización y fueron invitados todos los que reunían los requisitos de conocimiento sobre el tema.

Los trabajadores encuestados fueron 26 que representan el 60 % de la población A continuación se describen los objetivos de cada técnica y su algoritmo de aplicación

Herramientas para el diagnóstico.

Para el desarrollo del diagnóstico serán utilizadas las herramientas que a continuación se detallan.

Tormenta de Ideas (Brainstorming).

La tormenta de Ideas (Brainstorming) es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta fue creada en el año 1941 por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado de "lluvia de ideas" que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente.

Algoritmo para su utilización:

Cuándo se utiliza:

Se deberá utilizar la lluvia de Ideas cuando exista la necesidad de:

- Liberar la creatividad de los equipos.
- Generar un número extenso de ideas.
- Involucrar a todos en el proceso.
- Identificar oportunidades para mejorar.

Cómo se utiliza:

No estructurada (flujo libre).

- Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.
- Escribir en un rota folio o en un tablero una frase que represente el problema y el asunto de discusión.
- Escribir cada idea en el menor número de palabras posible. Verificar con la persona que hizo la contribución cuando se esté repitiendo la idea. No interpretar o cambiar las ideas.

- Fomentar la creatividad. Construir sobre las ideas de otros. Los miembros del grupo de Lluvia de Ideas y el facilitador nunca deben criticar las ideas.
- Revisar la lista para verificar su comprensión.
- Eliminar las duplicaciones, problemas no importantes y aspectos no negociables. Llegar a un consenso sobre los problemas que parecen redundantes o no importantes.

Estructurada (en círculo): tiene las mismas metas que la lluvia de Ideas no estructurada. La diferencia consiste en que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado, ejemplo: de izquierda a derecha, no hay problema si un miembro del equipo cede su turno si no tiene una idea en ese instante.

Cómo se utiliza:

Silenciosa (lluvia de ideas escritas): es similar a la lluvia de Ideas, los participantes piensan las ideas pero registran en papel sus ideas en silencio. Cada participante pone su hoja en la mesa y la cambia por otra hoja de papel. Este proceso continúa por cerca de 30 minutos y permite a los participantes construir sobre las ideas de otros y evitar conflictos o intimidaciones por parte de los miembros dominantes.

Etapas II: procesamiento y análisis de la información.

El objetivo de la etapa es el análisis de toda la información recopilada de manera tal que se puedan detectar las causas fundamentales que provocan el desvío de los indicadores del proceso, apoyado en las técnicas previstas. En esta metodología el autor del trabajo propone las siguientes herramientas generales y algunas herramientas específicas.

Herramientas generales.

Esta herramienta representa de una forma ordenada todos los factores causales que pueden originar un efecto específico. Para su desarrollo deben realizarse los cinco pasos requeridos para el análisis de la causa.

1. Definir el efecto. Este debe ser claro, preciso y medible.
2. Identificar las causas. Mediante una lluvia de ideas con el personal que puede aportarlas.
3. Definir las principales familias de causas. Agrupar las causas y subcausas.

4. Trazar el diagrama. Se traza la línea central y las que representan las causas principales.
5. Seleccionar la causa. Concluido el diagrama se obtienen todas las posibles causas y mediante una selección ponderada se determinan las de mayor importancia.

Después de trazar la línea central y agrupar las causas y subcausas, entonces se aplica la selección ponderada descrita anteriormente para seleccionar la causa fundamental que impide un mejor aprovechamiento de este recurso.

Diagrama de pareto. Esta herramienta se selecciona porque permite observar de forma muy clara donde se encuentran las potencialidades de mayor eficiencia y predice o determina la efectividad de una mejora. Está basado en el principio de los pocos vitales y muchos útiles, o sea que permitirá conocer cuál es el 20 % de las causas que producen el 80 % o más de los efectos.

La utilidad del diagrama de pareto es:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos claves de un problema o fenómeno como puede ser los mayores consumidores de electricidad, las mayores pérdidas o los mayores costos del recurso energía.
- 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.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.
- Para poder identificar los dispositivos de mayor consumo del recurso se recomienda hacerlo de la siguiente forma:
 1. Pareto general de los gastos del recurso electricidad y otros insumos energéticos de la industria.
 2. Pareto de los consumos del recurso electricidad por departamento o área de la industria.
 3. Pareto por dispositivos consumidores del recurso electricidad.

Diagrama de consumo vs. Producción.

Con la aplicación de esta herramienta al proceso se podrá analizar el comportamiento del consumo de electricidad respecto a la producción de alcohol en el tiempo, para lo cual se trazará un gráfico de consumo contra producción en el período analizado.

Diagrama de Dispersión: este diagrama permite relacionar los consumos de electricidad referidos a la producción, en ellos se puede determinar la tendencia de ambos parámetros y determinar además su correlación. Además se podrá hacer un análisis de dicho comportamiento referido a la norma nacional.

Los gráficos de tendencia y de correlación pueden acercar el análisis a las condiciones reales de operación de la fábrica.

Gráfico de control de parámetros: Los gráficos de control de parámetro son diagramas lineales que dan la posibilidad de observar el comportamiento del parámetro seleccionado, permitiendo determinar si el parámetro está controlado o no.

La utilidad de los gráficos de Control es:

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

Herramientas específicas.

Para hacer una adecuada gestión de la energía en la industria se debe considerar un conjunto de herramientas más particulares a cada industria. A continuación se muestra una de las que más utilidad tiene para la gestión de la energía.

- **Balance de energía en la instalación:** esta herramienta es fundamental para hacer el diagnóstico, y análisis de datos. Ya que suministra los datos de consumo de energía por sección o si es necesario por equipo. No está de más decir que es de vital importancia tener tantos medidores como sea necesario, y aún más, tenerlos en los lugares correctos.

Etapa III: presentación de informe y toma de decisiones.

En esta etapa, una vez detectadas las causas que provocan el excesivo consumo de energía, mediante la técnica de votación ponderada se procede a la determinación de la causa fundamental que genera dicha ineficiencia y sobre ella se podrán generar varias alternativas de solución que puedan contribuir a la mejora del funcionamiento del proceso.

El objetivo de esta etapa es permitir que el equipo tome las decisiones que tributen de forma más directa a minimizar el consumo de energía, o sea mejorar el proceso energético y para esto se hará un análisis de las diferentes propuestas de posibles ahorros, tomando como base fundamental los conocimientos, las experiencias de los operadores y especialistas, siempre teniendo en cuenta la filosofía del mejoramiento continuo.

A continuación se explica el procedimiento para aplicar la técnica de selección ponderada.

Selección Ponderada (Multivoting).

La selección ponderada es una herramienta utilizada para la toma de decisión en base a factores cualitativos o a múltiples factores no homogéneos que intervienen en un suceso.

Cómo se utiliza: Algoritmo.

Paso 1: listar el conjunto de factores sobre el que ha de tomarse la decisión.

- Escribir a la vista de todos los participantes la decisión a tomar.
- Listar todos los factores o hechos entre los que se quiere encontrar un factor o conjunto de factores prioritarios, atendiendo a la decisión a tomar.

Paso 2: identificar el criterio de priorización o selección.

- Definir el criterio básico que todos los participantes deben utilizar para evaluar cada factor.
- Escribir el criterio a la vista de todos los participantes

Paso 3: definir el sistema de puntuación a utilizar.

Se tendrán en cuenta dos aspectos:

- Número de factores a puntuar del total.

-
- Puntos a dar a cada factor.
 - Priorización simple: Se evalúan correlativamente desde el 1 al número de factores a puntuar.
 - Priorización destacada: Se evalúan de forma no correlativa los diferentes factores para destacar los más valorados.

Paso 4: puntuar los factores de forma personal.

- Cada participante debe evaluar de forma personal, sin conocer las puntuaciones del resto del grupo.

Paso 5: construir la tabla de puntuación e incluir las puntuaciones personales.

- Dibujar la tabla de puntuación a la vista de todos los participantes.
- Incluir las puntuaciones de cada participante.

Paso 6: determinar los valores cuantitativos para la toma de decisión.

- Sumar las puntuaciones otorgadas a cada factor (casilla suma).
- Obtener el número de personas que ha puntuado a cada factor (casilla frecuencia puntuación).

Paso 7: determinar el orden de prioridad.

- Criterio principal: el factor más importante es el que obtiene una puntuación más alta.
- Criterio secundario: En caso de que dos factores obtengan igual puntuación, el factor más importante es el que haya sido puntuado por más participantes (frecuencia de puntuación mayor).

Posibles problemas y deficiencias en la interpretación:

- Las herramientas de selección proporcionan pautas para tomar decisiones. La bondad de dichas decisiones dependerá de la capacidad de valoración de los componentes del grupo y del seguimiento de la metodología propuesta.
- La priorización o selección no será adecuada cuando los componentes del grupo no dispongan de la información necesaria para evaluar los factores o priorizar según el criterio seleccionado.

-
- Así mismo, la priorización o selección estará sesgada cuando alguno de los componentes del grupo evalúe los factores atendiendo a criterios diferentes de los seleccionados.

Finalmente el equipo de trabajo presentará el informe a la dirección de la fábrica de objeto de estudio y este deberá ser discutido y aprobado por todos los trabajadores, con el fin de que todos sean partícipes del proceso de uso racional de la energía, que ganen en cultura de ahorro y de ser posible se podrá establecer un sistema de estimulación por brigadas, que contribuya a lograr los objetivos trazados.

Capítulo III.

CAPÍTULO III. PROPUESTA DE ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LOGRAR UN USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR DE LA EMPRESA AZUCARERA DE ANTONIO SÁNCHEZ.

3.1 Diagnóstico del proceso de consumo energético en la fábrica de azúcar en Antonio Sánchez.

La utilización de la energía en el proceso de fabricación de azúcar como se describió en el capítulo anterior desempeña un papel fundamental en el logro de los objetivos del esquema tecnológico de la organización; en tal sentido es importante encontrar reservas que permitan su mejoramiento continuo. Para ello se realiza un diagnóstico general del proceso que incluye un conjunto de herramientas que facilitan detectar aquellas insuficiencias e irregularidades que existen en el proceso que limitan su buen desempeño.

Para la realización del diagnóstico el autor de este trabajo dedicó un período de su tiempo a su preparación in situ para enfrentar la tarea, lo cual consistió en conocer detalladamente el proceso, los parámetros de diseño, estándares y su funcionamiento real.

Para comenzar el estudio sobre el consumo energético en la fábrica de azúcar de Antonio Sánchez, primero se realizó una reunión con el Consejo de Dirección de la empresa para explicarles los objetivos del estudio a realizar y recabar del gerente su autorización para el desarrollo del mismo y el acceso a la información. Además se explicó la metodología diseñada para realizar el diagnóstico, cuya propuesta fue aprobada como documento rector del mismo. De esta reunión salió como acuerdo participar en una reunión de producción con todos los trabajadores, donde se les explicaría la necesidad del estudio, los objetivos que se persiguen, importancia del trabajo, necesidad de cooperación y participación de todos. A propuesta de la gerencia se seleccionaron dos trabajadores por brigada, que junto al autor del trabajo conformarían el equipo de investigación.

Como fue descrita en el capítulo anterior la metodología presentada comprende tres etapas para su ejecución, por lo que a continuación se describen las diferentes etapas, los pasos y principales técnicas aplicadas en cada una de ellas.

3.2 Primera etapa: Identificación.

Tormenta de ideas: Como acuerdo de la reunión con el Consejo de Dirección, la reunión de producción con todos los trabajadores se realizó el día martes 2 de mayo de 2010, donde se informó que el estudio se prolongaría por 45 días y en ella después de la rendición del informe de producción y su respectivo análisis, se llevó a cabo la tormenta o lluvia de ideas referidas al proceso energético en esta tormenta participaron 36 trabajadores que representan el 84 % del total.

Como resultado de esta técnica se recogen un grupo de ideas que son valoradas por el equipo de investigación, siendo seleccionadas las más viables e incorporándose al cuerpo del informe final de este estudio ver **Anexo N° 1**.

Observación: El período de observación fue acotado por el equipo de investigación para 21 días y en la reunión antes mencionada se explicó cómo se desarrollaría esa técnica y se estableció una guía de observación que aparece en el **Anexo N° 2**.

Como resultado de esta técnica se pudo determinar en qué forma, cómo y dónde se consume la energía por las diferentes áreas del proceso, en consecuencia en el siguiente listado se relacionan dichas áreas:

Áreas:

Planta moledora

Generación de vapor

Inyección y vacío.

Basculador.

Centrifuga.

Purificación y concentración.

Como resultado de esta técnica se detectaron además varios problemas o deficiencias que son reflejadas en el cuerpo de informe final del diagnóstico.

Entrevista: para la realización de esta técnica se elaboró un modelo de entrevista que aparece reflejado en el **Anexo N° 3**. La misma se desarrolló de forma verbal y se hizo una selección aleatoria del personal que sería entrevistado, a cada uno individualmente se le explicaron los objetivos de la misma y la necesidad de la veracidad de la información. Para la selección se tuvo en cuenta que ese personal tuviera una relación con el proceso tecnológico para garantizar la calidad de las respuestas.

Como resultado de la aplicación de esta técnica se pudo conocer un grupo de valores positivos que demuestran la eficiencia del proceso de la fábrica, pero también un grupo de deficiencias que inciden en el exceso del consumo de energía y por consiguiente impiden que la fábrica sea más eficiente. En el informe final del diagnóstico aparecen los resultados de esta técnica.

Después de recogida toda la información por las técnicas antes señaladas el equipo de investigación se dedicó al análisis de los mismos para tener una clara visión de los principales problemas detectados y poder proponer alguna medida que contribuya a la solución de los mismos. Para este análisis se desarrolló la segunda etapa de la metodología propuesta.

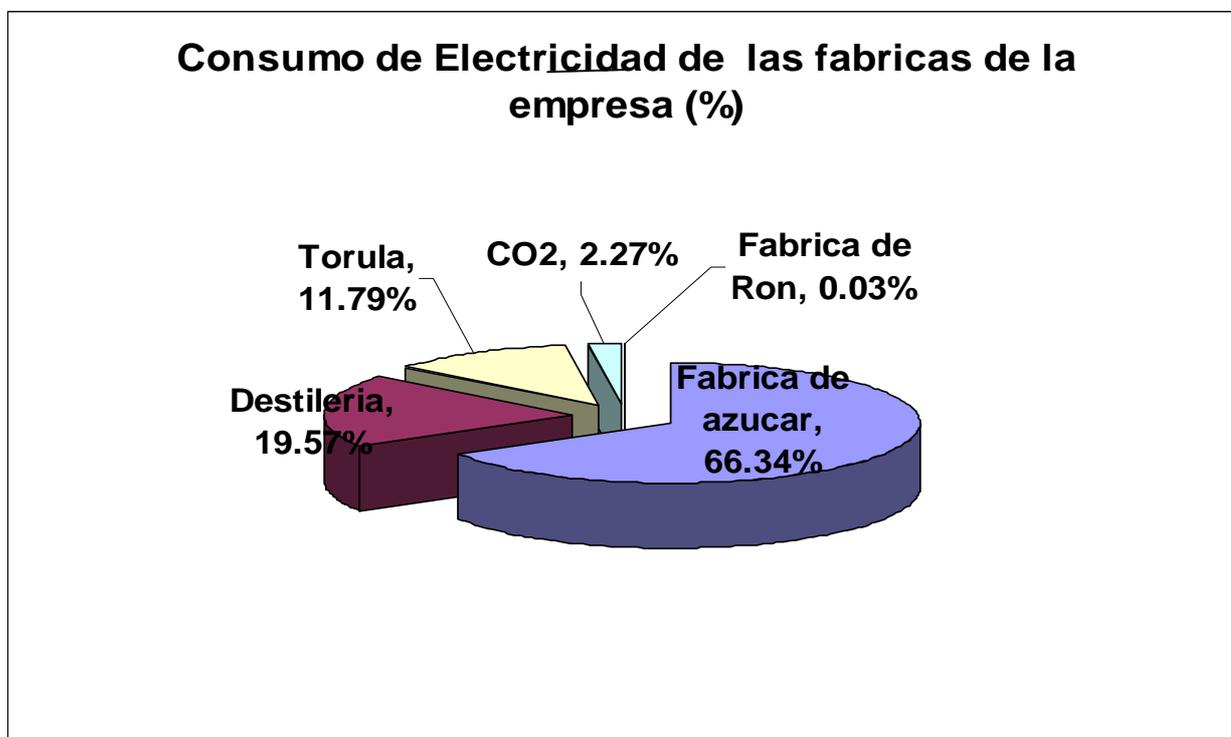
3.3 Segunda etapa: análisis de la información.

Con la información recogida en la etapa anterior y la búsqueda de datos estadísticos de la empresa se realiza un profundo análisis del proceso, que debe conducir a la mejor toma de decisiones. En la metodología propuesta se relacionan varias herramientas generales y el resultado de su aplicación se presenta a continuación:

En el desarrollo de esta herramienta aparecen reflejadas las causas que provocan los excesos en el consumo de energía. Pero para un adecuado análisis y para poder buscar posibles vías de solución se hace necesario conocer el comportamiento de dicho consumo por áreas y equipos a fin de establecer prioridades de solución.

Diagrama de Pareto: para determinar dónde deben recaer esas prioridades se recomendó establecer el diagrama de Pareto, comenzando el análisis por los costos totales de la organización, de esta forma se podrá conocer como inciden los costos de los portadores energéticos para la economía de la misma, o lo que es lo mismo como influye en su competitividad.

Gráfico 3.1 Estructuras de consumo de electricidad de las fabricas de la empresa.



Como se muestra en el grafico anterior la fabrica objeto de estudio es la de mayor consumo eléctrico de la empresa esta tiene una caldera que se utiliza para la energía del generador de vapor con el que se trabaja en el proceso de la fabricación de azúcar fue diseñada para consumir bagazo de caña, pero por problemas coyunturales de la fabrica se hace necesario aprovechar al máximo este portador energético no renovable , la disponibilidad del mismo y los precios de ese producto se elevaron considerablemente mientras se mantuvo el precio del azúcar, por consiguiente la rentabilidad y la competitividad de la fábrica se vio afectada durante el período. Todo esto motivó a realizar algunos ajustes técnicos en la caldera para consumir el bagazo, que si bien es cierto tiene menor poder calórico, también es cierto que su precio es más asequible, en consecuencia desde entonces este se convirtió en el principal portador energético de la fabrica. En aras de disminuir los costos se han realizado varias acciones que conducen al menor consumo de ese portador, pero ya los resultados no son notables. Esta situación justifica la propuesta de mejora que se propone en el tercer capítulo de este trabajo.

La electricidad representa dentro de los costos totales de la fábrica, tabla 3.1 un valor significativo y esto se debe al incremento constante y progresivo del precio del petróleo el cual no es la materia prima que se utiliza para producir la electricidad, pero tiene alto precio en el mercado exterior. A pesar de la sustitución de la caldera vieja por una mas eficiente y por consiguiente moderna los costos del mismo siguen siendo muy superiores al resto de los portadores, pero no se puede prescindir del mismo y no existen posibilidades de mejora que permitan reducir su consumo. Sin embargo cuando analizamos su incidencia respecto a los costos de los portadores energéticos esta representa el segundo portador de mayor repercusión como se muestra en la tabla.

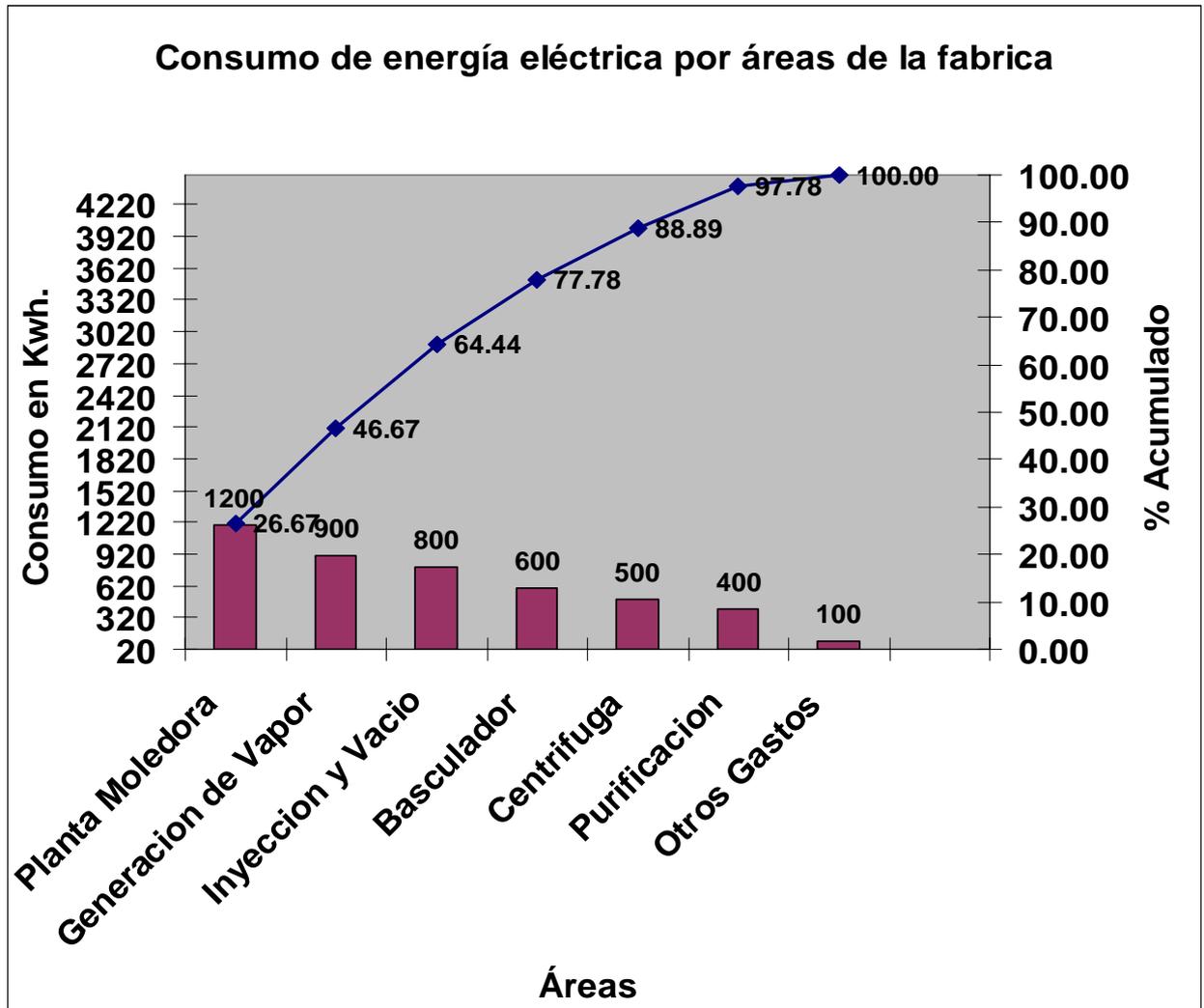
Tabla 3.1 Por cientos de costos energéticos, 2008.

Portadores	% que representa
Bagazo	43.209102
E. Eléctrica	39.962722
Diesel	10.960291
Leña	0.4570705
Lubricantes	5.4108143
Gasolina	0
Total	100

Se debe significar que el costo de la electricidad, a que se hace referencia, está relacionado con la información estadística de la empresa, lo cual no incluye el consumo total y real de dicho portador, porque parte de la electricidad que se consume, se produce en la fábrica por cogeneración. Sin embargo el consumo real es mayor a lo reportado, lo que demuestra cuanto más necesario es trabajar sobre ese portador, que por demás tiene incidencia en todas las áreas de la fábrica.

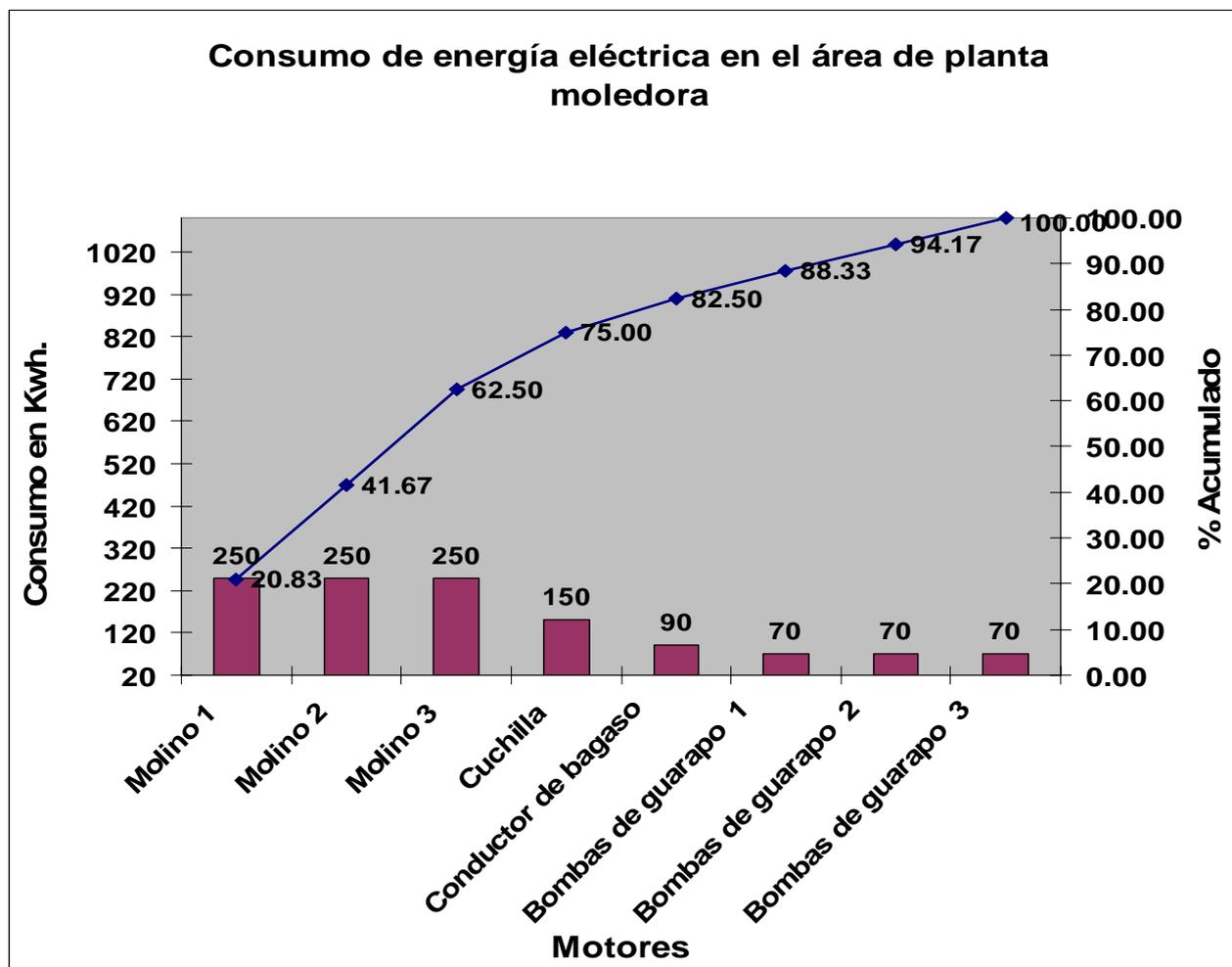
No obstante esta observación, se realiza el análisis de los consumos de energía eléctrica, cómo recurso independiente y se tendrá en cuenta su incidencia por áreas a fin de determinar aquellas áreas mayores consumidoras, lo cual aparece representado en el siguiente gráfico:

Gráfico 3.2 Estructura de consumo de energía eléctrica por áreas.



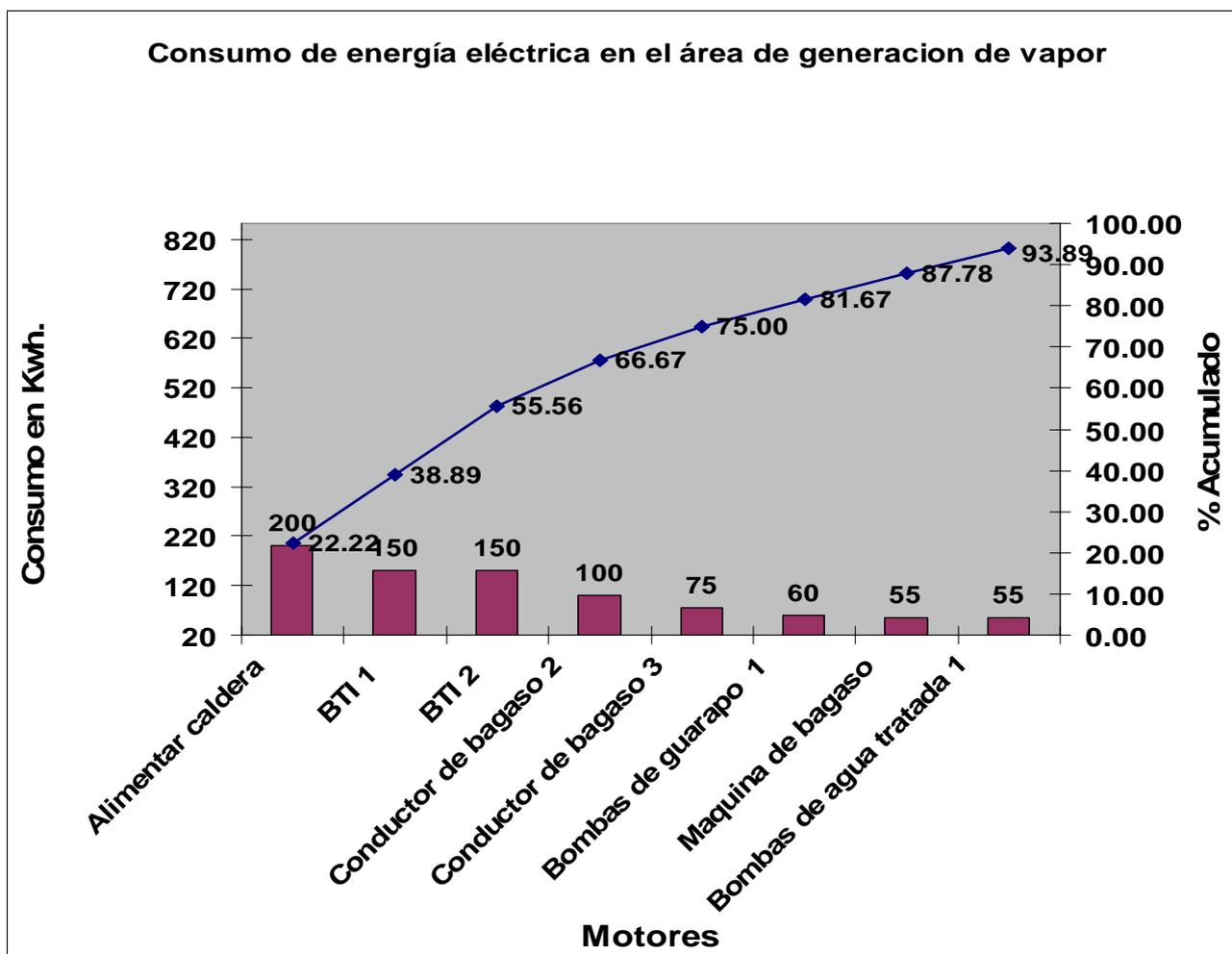
Con el análisis de este gráfico se puede comprobar que las cuatro primeras áreas suman el 81,2 % del total, sin embargo aún no están definidas las causas del cuánto, cómo y dónde se produce ese consumo, por lo tanto se hace necesario realizar una estratificación de esas áreas para conocer cuáles son los equipos que realmente son responsables de dicho consumo. Para este análisis se presenta el siguiente gráfico, con la estratificación por áreas.

Gráfico 3.3 Estratificación del consumo de energía eléctrica en planta moledora



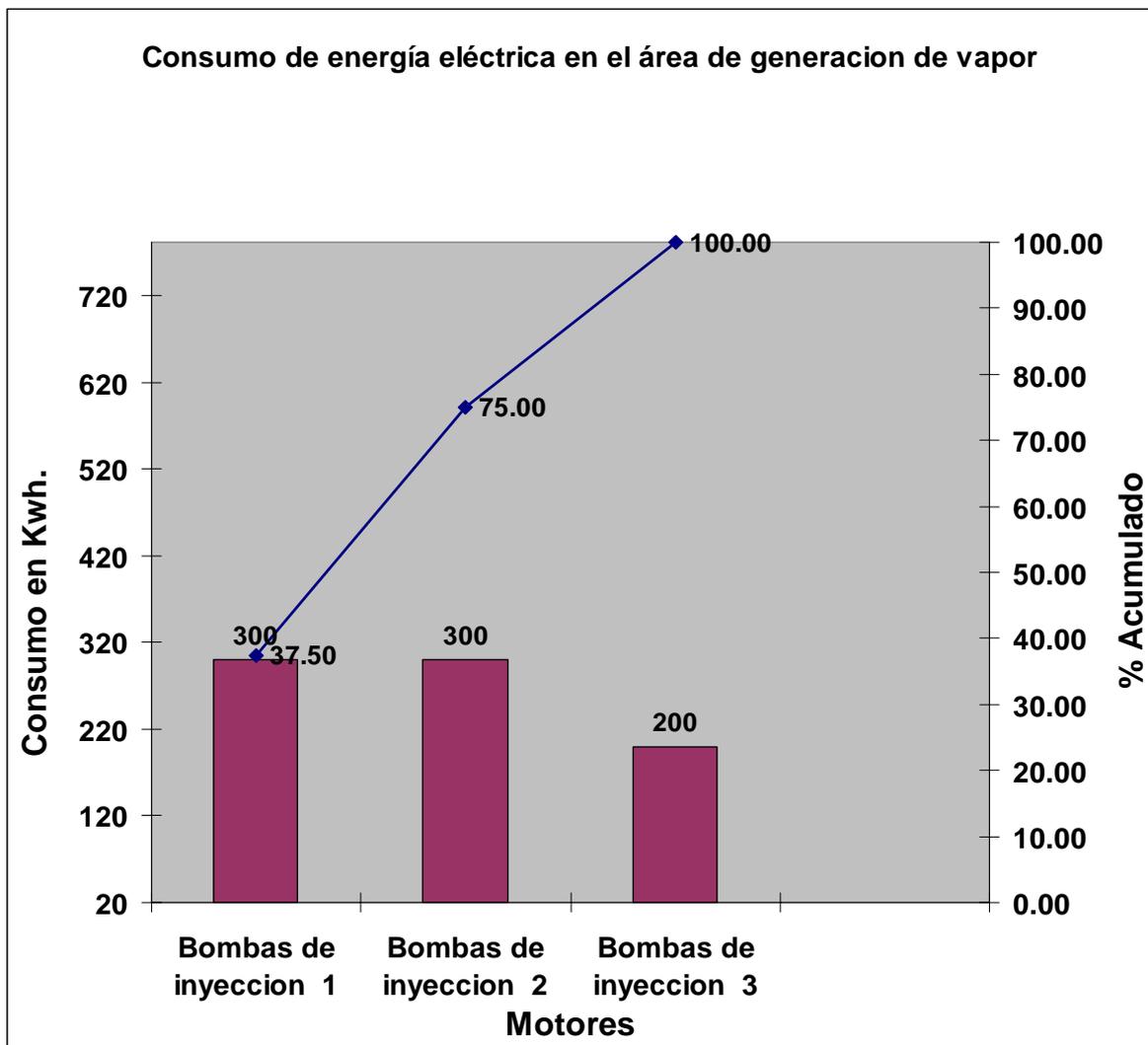
Del gráfico de consumo de energía eléctrica en el área de planta moledora se conoce que los primeros cuatro motores consumen aproximadamente el 75.00 % del total de la electricidad, por lo que es evidente que en ellos se deben buscar las mayores oportunidades de ahorro.

Gráfico 3.4 Estratificación del consumo de energía eléctrica en el área de generación de vapor



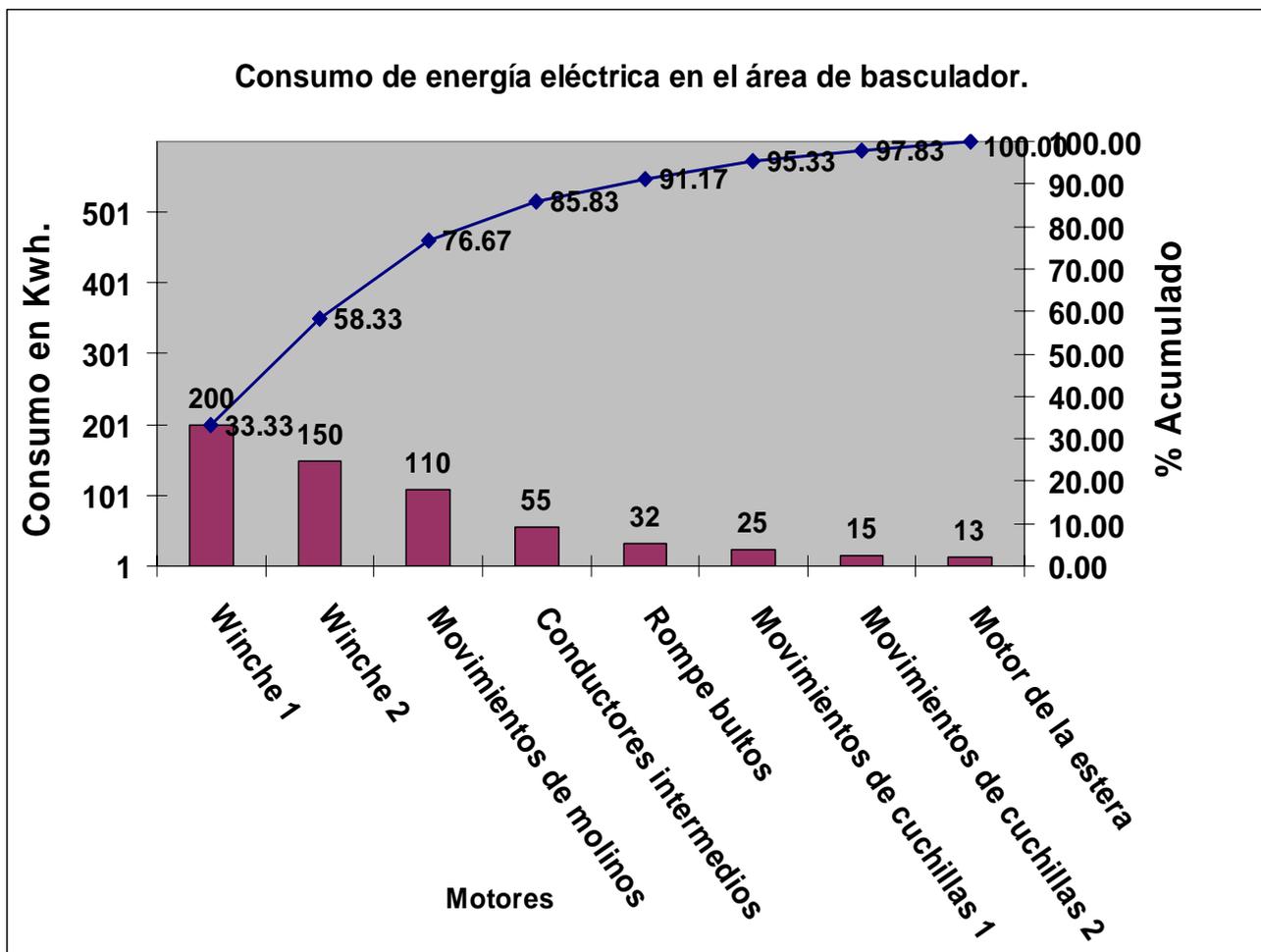
Del análisis de este gráfico se puede conocer que en el área de generación de vapor consumo es más balanceado, pero en la estratificación de la misma se aprecia que en los primeros cuatro motores se consume el 66.67 % de la energía del área. Esto nos da la oportunidad de buscar en ellos las mayores oportunidades de ahorro. Así poder centrar el trabajo en los motores que realmente son altos consumidores.

Gráfico 3.5 Estratificación del consumo de energía eléctrica en el área de inyección y vació.



En el gráfico anterior de consumo de la energía se puede comprobar, que las bombas de inyección uno y dos representan el 75.00 % del consumo del área por lo que en ella recae las mayores oportunidades de ahorro, de las áreas es evidente los elevados consumos de esos equipos, que no responden incluso a lo que indican sus chapillas, estas mediciones se realizaron puntualmente por equipos, para poder buscar los consumos reales.

Gráfico 3.6 Estratificación del consumo de energía eléctrica en el área basculador



En el gráfico se aprecia el área de basculador es la cuarta en consumo de energía eléctrica de la fábrica donde las mayores oportunidades de ahorro están en los primeros cuatro motores los cuales representan el 85.83 % del total de esta área. Después de analizar la estratificación de las áreas es evidente los elevados consumos de esos equipos, que no responden incluso a lo que indican sus chapillas, estas mediciones se realizaron puntualmente por equipos, para poder buscar los consumos reales, por lo tanto esa debe ser la primera búsqueda técnica que se desarrollará para una mejora rápida y eficiente.

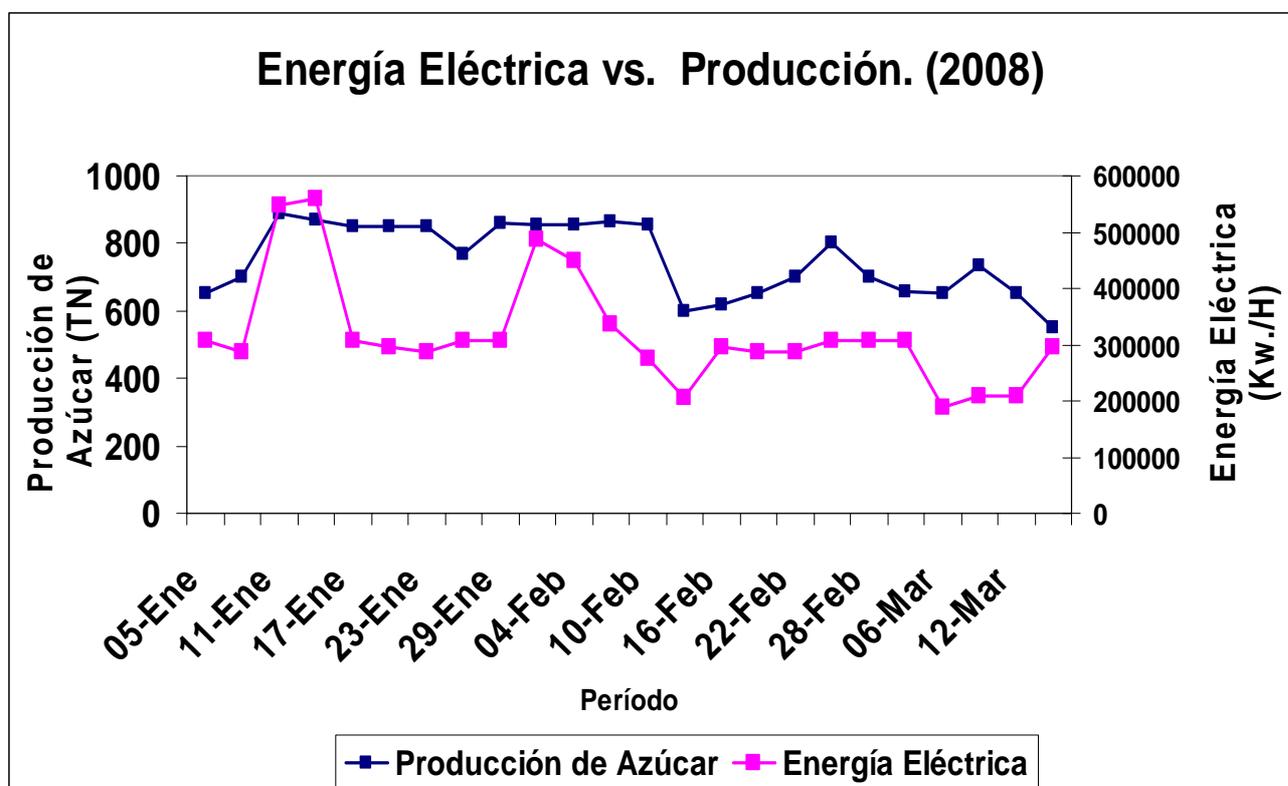
A pesar de estos resultados aún no se sabe si esos consumos guardan relación con la producción, o si existen otros consumos no asociados a la

misma que lo justifiquen, por consiguiente se aplicarán otras herramientas de análisis estadísticos, descritas en el capítulo anterior, que permitirán una mejor toma de decisiones por parte del equipo de trabajo. Para este análisis se abre el diagrama de consumo vs. Producción.

Diagrama de consumo vs. producción: a pesar de los resultados anteriores no se conoce como se comportan los índices de consumo de energía con respecto a la producción y estos están establecidos como norma y no como consecuencia de un estudio energético realizado con anterioridad, por lo que se propone realizar un diagrama de consumo vs. Producción para estudiar su comportamiento en el tiempo y poder determinar en qué medida se corresponden ambas variables. En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de esas variables en los años 2008,2009 y 2010 ver

Anexo N° 5.

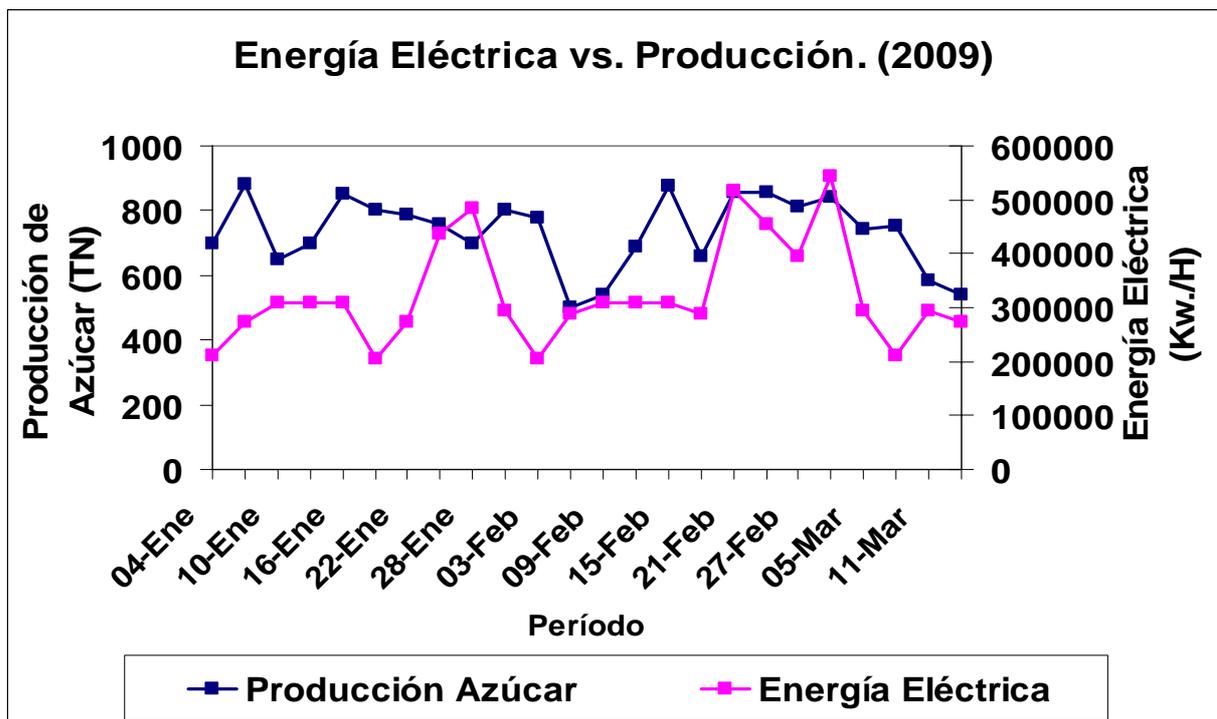
Diagrama N° 3.1 comportamiento del consumo de energía eléctrica vs. Producción de azúcar.



Al comenzar el análisis por el año 2008 se puede observar que en el decimoprimer día de enero la fabrica aumento sustancialmente su consumo al

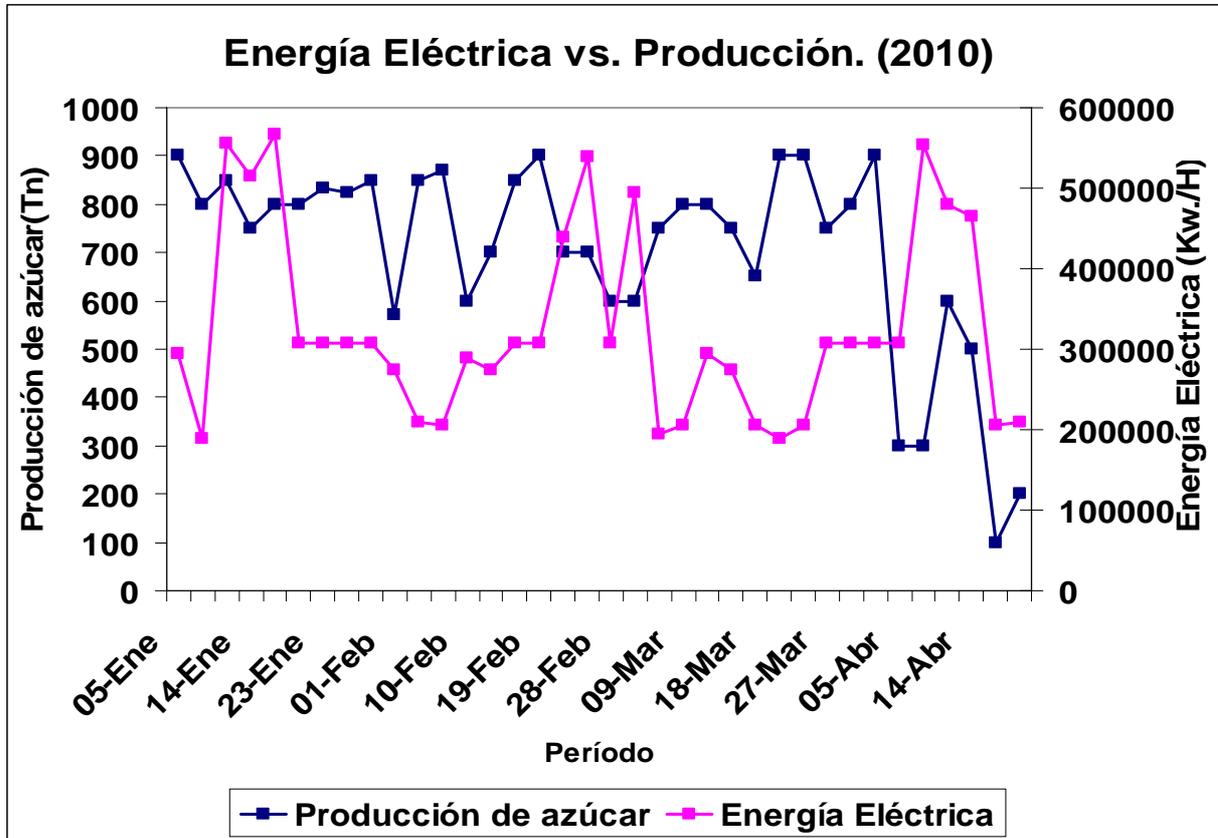
encontrarse consumiendo plenamente de la red nacional por encontrarse el turbo generador fuera de servicio por problemas mecánicos. Este periodo duro hasta el vigésimo segundo día de enero, la producción se mantuvo relativamente constante, en el vigésimo noveno vuelve a salir de línea el turbo por volver a presentar problemas mecánicos luego de solucionarse el problema no presento mas problemas por ese año.

Diagrama N° 3.2



En el 2009 fue un año donde el consumo de energía en la primera quincena de enero se mantuvo constante al igual que la producción no siendo así afínales de enero donde la planta empezó consumir de la red nacional este periodo duro aproximadamente hasta el quinto día del mes de febrero donde se normalizo todo al entrar en línea , finalizando el mes de febrero presenta problemas nuevamente lo cual duro hasta principios de marzo manteniéndose la producción constante esto trae como consiguiente que se encarezcan los costos de producción y la eficiencia industrial se vea seriamente afectada.

Diagrama N° 3.3

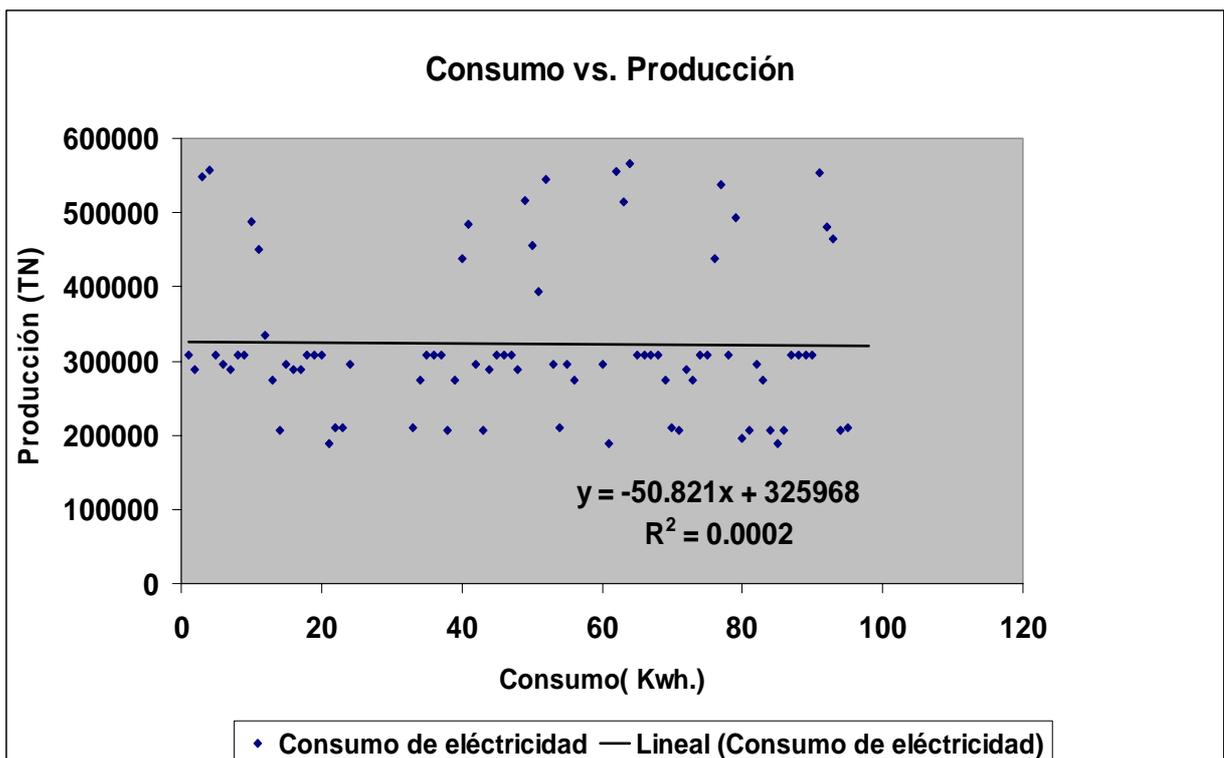


En el 2010 al igual que años anteriores el generador presento problemas mecánicos, este tiene una tecnología que esta muy lejos de los actuales técnicas de generación lo cual lo hace poco eficiente y nos obliga a trabajar seriamente en pos de lograr una necesaria disminución del consumo de energía eléctrica. En el grafico se aprecia que en la primera quincena de enero el consumo de energía se elevo considerablemente manteniéndose la producción relativamente constante esto fue hasta el vigésimo tercer día de enero donde el generador entro en línea, en febrero volvió presentar problemas en el servicio lo cual demoro hasta marzo en abril ocurre la misma situación la cual se extendió por casi todo un mes. Esto nos demuestra cuanto mas debemos trabajar por la eficiencia energética, y cuanto tenemos que lograr, un ahorro adecuado y a sus ves un uso racional de la energía. Por lo antes visto nos demuestra que la fabrica es una alta consumidora de energía eléctrica y lo

importante que se vuelve implementar medidas de ahorro para lograr un menor consumo y una mayor eficiencia.

Diagrama de dispersión, tendencia y correlación: para conocer el comportamiento de las variables involucradas es necesario hacer un gráfico de dispersión donde se pueda observar el comportamiento de ambos parámetros, seguir su línea de tendencia y comprobar con una fórmula matemática cuan acertada está la correlación entre ambas variables. El siguiente gráfico muestra el comportamiento correlacionar entre las variables consumo/producción durante los años 2008, 2009y 2010.

Diagrama N° 3.4 Dispersión, tendencia y correlación entre los parámetros de consumo de energía eléctrica vs. Producción de azúcar.



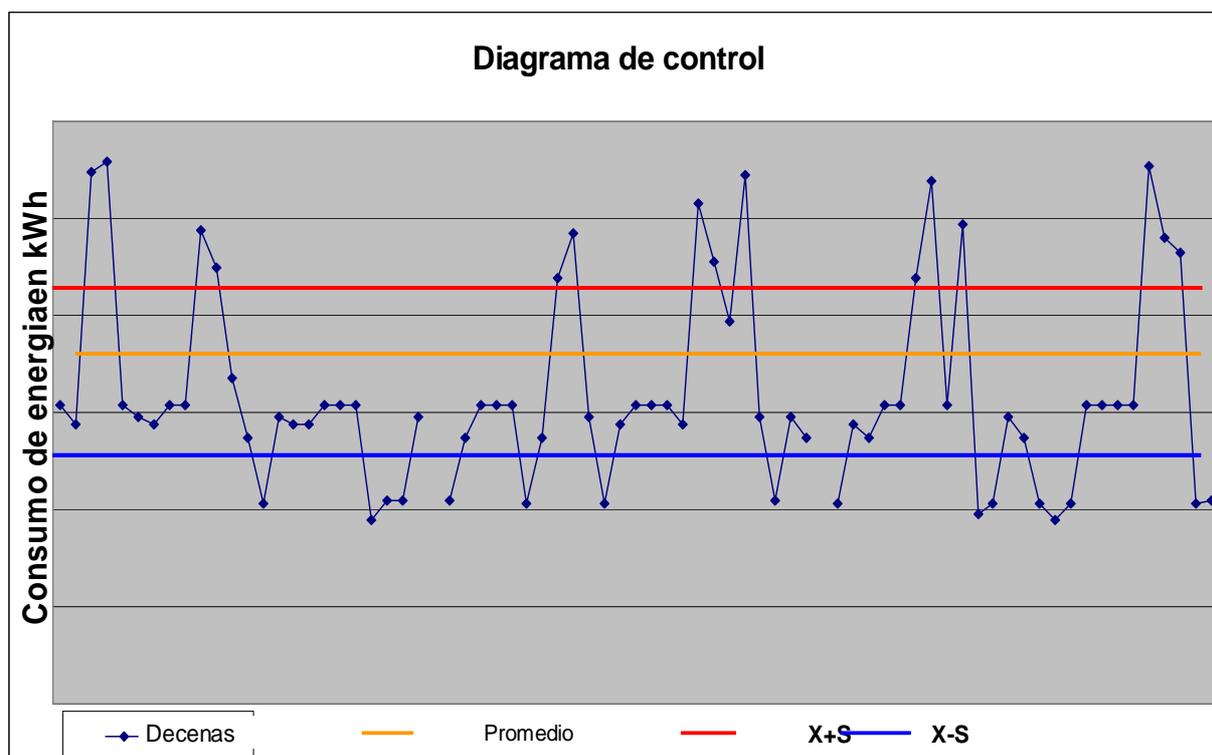
Con el análisis de este gráfico se puede comprobar cuan desacertada está la correlación entre el consumo de energía eléctrica y la producción de azúcar de la fábrica objeto de estudio. El gráfico muestra una gran dispersión en los puntos que representan la producción, mientras la línea de tendencia muestra que aparecen puntos lógicos para este tipo de proceso, sobre todo para una fábrica vieja y deficiente, con tecnología obsoleta. La bibliografía consultada

durante este estudio permitió conocer que una correlación cuadrática entre dos parámetros de producción es mala cuando oscila en un rango menor de 0.5 %. Se considera aceptable cuando oscila entre 0.5 a 0.7 y es considerada buena correlación cuando sobrepasa el valor de 0.7 %. De este análisis se puede concluir que apenas existe correlación entre estas variables, como indica la relación cuadrática $R^2 = 0.0002$ que responde a la fórmula matemática $y = -ax + b$. Por lo antes expuesto esta fabrica objeto de estudio no tiene correlación entre el consumo de energía y la producción por lo tanto los parámetros de eficiencia se ven seriamente afectados.

Diagrama de control: es necesario comprobar en qué medida se mantiene control del parámetro de consumo de energía y su oscilación dentro del proceso, para lo cual se recomienda la realización del gráfico de control de esa variable, tomando como datos de referencia los consumos y las producciones de los años 2007, 2008 y 2009.

Diagrama N° 3.5 Diagrama de control del consumo de energía.

Los gráficos de control de parámetro son diagramas lineales que dan la posibilidad de saber si el índice de consumo o el consumo analizado está o no bajo control.



Del diagrama de control para el consumo de energía se observa que:

Como nos muestra anteriormente el diagrama el consumo de energía es extremadamente alto el cual sobre pasa el límite de control superior en los tres años de análisis. Lo cual nos demuestra cuan desacertado están los indicadores de control y cuanto más debemos trabajar en función de mejorar estos parámetros ver **Anexo N° 4.**

3.4 Tercera etapa: Presentación del informe y Toma de decisiones.

Con todas las condiciones creadas se realizó el referido diagnóstico y después de aplicar los diferentes instrumentos, el equipo investigador analizó la información recogida en los mismos y rindió un informe a la dirección de la empresa, los resultados se resumen a continuación:

En la empresa no existe un metro contador donde se mida realmente la corriente que se cogenera en la fábrica, por lo que no evidencia toda la energía consumida.

Mediante la observación se detectaron varios salideros de agua, con su respectivo consumo de energía, sin que estos sean contabilizados.

Por la observación se pudo detectar además que existen motores sobre dimensionados.

Por el grupo de expertos se conoció que la empresa tiene un plan de contingencia energética, que se chequea habitualmente, que además son estimuladas las brigadas que proporcionan mayores ahorros. Sin embargo no existen estrategias para uso y rehúso de la energía, por lo que su explotación resulta irracional.

Los trabajadores no tienen conocimiento de indicadores de eficiencia que relacionen el consumo de energía con la producción, aunque conocen de otros indicadores que reflejan cumplimiento o no de algunos renglones productivos, así como de los consumos de portadores energéticos.

En la empresa se conoce del cumplimiento de los planes de producción y se discuten los incumplimientos y se comparan los índices con las normas ramales, pero no se conocen ni se discuten los que guardan relación con el consumo de energía.

No se conoce de incentivos que propicien un uso racional de la energía eléctrica, como en el caso de la emulación referida al los ahorros energéticos.

Existen salideros de vapor en el proceso lo cual incide directamente en el consumo de agua y además se acentúan las perdidas energéticas.

Las entrevistas arrojaron que los indicadores que miden la eficiencia y eficacia del proceso no están identificados y no son del conocimiento de los trabajadores, no pudiéndose encontrar evidencias de su medición.

Por consultas con los operadores se supo que persisten malos hábitos en el consumo de la energía eléctrica, y no se controla por la administración.

La calificación y capacitación de los trabajadores y operarios no es adecuada y eso influye directamente en que no puedan asimilar nuevas formas de gestionar el uso de la energía eléctrica.

El estado técnico del sistema en general tiene numerosas deficiencias y no existe un buen programa de mantenimiento.

Se comprobó que no existe un documento que explique de manera general el proceso y su funcionamiento y de igual modo algunos subprocesos no están explícitamente documentados por lo que existen operaciones que se realizan de manera empírica.

Del total de deficiencias detectadas se realiza un detallado análisis para definir las de mayor impacto para la producción, por lo que se considera realizar una reducción de las causas a fin de aplicar la votación ponderada para determinar sobre cuales se debe trabajar con vistas a reducir los consumos de energía eléctrica. El listado de causas seleccionadas se presenta a continuación:

- **No existe un gráfico de control, que permita analizar por áreas los respectivos usos de la energía.**
- **No existen estrategias que contribuyan a la aplicación de técnicas novedosas sobre el uso racional de la energía.**
- **Sustituir el turbogenerador de 2.5 Mw. por otro de 4 Mw. Que permitiría un incremento en la capacidad de generación en $1.5\text{Mw} / \text{h} = 1056$ toneladas equivalentes a petróleo.**
- **Se realizan los bombeos de agua en los horarios picos.**

- **Desconectar los transformadores y máquinas de soldar que no se estén utilizando.**
- **En la zafra no arrancar el central en horario pico para evitar el sobre consumo en la demanda contratada en ese horario.**
- **Programar los Mantenimientos planificados a partir de las 3 AM, hora de bajo consumo, permitiendo reiniciar antes del horario pico.**
- **No existe un control riguroso sobre los equipos más consumidores.**
- **Insuficiente capacitación del personal que trabaja con el recurso energía.**

Una vez conocidos los principales problemas causales del uso ineficiente de la energía se necesita determinar cuáles de aquellos, representan los de mayor impacto, para de esta forma establecer una estrategia de posibles soluciones, que permitan además identificar y proponer medidas de mejoras para el proceso. Con la técnica de votación ponderada que se muestra en la siguiente tabla se pueden establecer prioridades en el tratamiento posterior de las causas más relevantes. Para el desarrollo de esta técnica se realizó la votación de forma individual y secreta, asignándosele valores del 1 al 5 a aquellas causas que presentan mayor importancia, siempre dándole la mayor puntuación de 5 puntos a la que se estime tenga la mayor incidencia y de forma decreciente al resto por orden de prioridades. Para la selección final se sumaron las puntuaciones y se organizaron en orden decreciente, en el caso que hubo empate se definió por la cantidad de veces que se puntuó por los expertos.

Tabla 3.2 Votación Ponderada.

Deficiencias detectadas.									
Participantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Votante 1	1	5	4	4	4	2	1		
Votante 2		4	5	3	1	2	2	2	1
Votante 3	3	5	4	3	3	1	4		
Votante 4	1	3	3	2	2	2	3	2	1
Votante 5		5	2	1		1	2		
Suma	5	22	18	13	10	8	12	4	2
Frecuencia de puntuación	1	5	4	3	3	2	2	2	1
Orden de prioridad	7	1	2	3	5	6	4	8	9

Como puede observarse en la tabla anterior las causas 2,3 y 4 recibieron las puntuaciones más elevadas, por ese orden, le siguen las causas 7 y 5 el resto de las causas presentan menor puntuación y totales, por consiguiente la selección se plantea según el orden siguiente:

Según los resultados que se muestran en la tabla anterior los problemas prioritarios a tratar son:

- No existen estrategias que contribuyan a la aplicación de técnicas novedosas sobre el uso racional de la energía.
- Sustituir el turbogenerador de 2.5 Mw. por otro de 4 Mw. Que permitiría un incremento en la capacidad de generación en 1.5Mw /h = 1056 toneladas equivalentes a petróleo.
- Se realizan los bombeos de agua en los horarios picos.
- No existe un control riguroso sobre los equipos más consumidores.

3.5 Estrategia para solucionar deficiencias detectadas según sus prioridades.

Problema N° 1: no existen estrategias que contribuyan a la aplicación de técnicas novedosas sobre el uso racional de la energía.

Propuesta de estrategia: aprovechar de forma consecuente las posibilidades de aplicar nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia energética.

Acciones Nº 1: el área técnica en coordinación con la dirección de la empresa deberán garantizar la aplicación de la estrategia propuesta para lograr un uso racional del recurso energía.

Responsable: jefe de área técnica, director de la fábrica.

Fecha de cumplimiento: septiembre del año 2010.

Accione Nº 2: el área técnica deberá continuar el estudio para identificar nuevas propuestas de mejora, que garanticen el continuo decrecimiento del consumo de energía.

Responsable: jefe de área técnica y jefe de producción.

Fecha de cumplimiento: septiembre del año 2010.

Acciones Nº 3: la dirección deberá incluir dentro de sus prioridades todo lo relacionado con la energía.

Responsable: jefe de área técnica y director de la fábrica.

Fecha de cumplimiento: cuarto trimestre del 2010.

Problema Nº 2: Sustituir el turbogenerador de 2.5 Mw. por otro de 4 Mw. Que permitiría un incremento en la capacidad de generación en 1.5Mw /h = 1056 toneladas equivalentes a petróleo.

Propuesta de estrategia: aprovechar de forma consecuente la disponibilidad de generación instalada.

Acciones: Nº 1: La dirección de la fabrica en conjunto con especialistas de la provincia deberán garantizar la inversión.

Responsable: Director de la fabrica, jefe de planta eléctrica.

Fecha de cumplimiento: septiembre de 2011.

Acciones: Nº 2: el área técnica en coordinación con capacitación diseñarán un curso para el personal de operaciones, que permita elevar los conocimientos teórico- prácticos en el uso de la generación.

Responsable: jefe de área técnica y director de la empresa.

Fecha de cumplimiento: cuarto trimestre del año 2011.

Acciones Nº 3: se creara una comisión con el objeto de adquirir experiencia sobre la reproducción con estos generadores de mayor capacidad.

Responsable: jefe de área técnica, capacitador y jefes de planta.

Fecha de cumplimiento: septiembre del año 2011.

Problema N° 3: Se realizan los bombeos de agua en el horario pico lo cual aumenta el consumo eléctrico.

Propuesta de estrategia: elaborar y aplicar indicadores que posibiliten reducir los consumos de energía eléctrica en el horario pico.

Acciones N° 1: determinar cuales son las bombas de agua de mayor consumo energético dentro de la fábrica de acuerdo a la clasificación de los equipos.

Responsable: jefe de área técnica y jefe de brigada.

Fecha de cumplimiento: marzo del año 2011.

Acciones N° 2: lograr la menor cantidad de bombas en funcionamiento en el horario pico.

Fecha de cumplimiento: cuarto trimestre del año 2011.

Acciones: N° 3: la dirección deberá incluir dentro de sus prioridades todo lo relacionado con la solución de salideros, para con esto lograr un menor tiempo de trabajo en ese horario.

Responsable: director de la fábrica, jefe de mantenimiento.

Fecha de cumplimiento: cuarto trimestre del año 2011.

Problema N° 4 No existe un control riguroso sobre los equipos más consumidores.

Propuesta de estrategia: instalar medios de medición y control para verificar el consumo energía.

Accione N° 1: instalar dispositivos de medición para el control del consumo de energía.

Responsable: jefe de área técnica y director de la fábrica.

Fecha de cumplimiento: cuarto trimestre del año 2011.

Acciones N° 2: el área técnica en coordinación con la dirección deberán consultar o contratar asesoría técnica externa para la adecuación de nuevas tecnologías de medición y control.

Responsable: jefe de área técnica, económico y gerente.

Fecha de cumplimiento: cuarto trimestre del año 2010.

Accione N° 3: el área de recursos humanos en coordinación con los técnicos deberán establecer normas o indicadores de eficiencia y eficacia para el control del proceso.

Responsable: jefe de área técnica y jefe de recursos humanos.

Fecha de cumplimiento: octubre del año 2010.

CONCLUSIONES.

1. Según el análisis hecho del estado del arte de los modelos de gestión energética, en su mayoría se recogen elementos adicionales al energético, como el mejoramiento continuo, el comprometimiento de la dirección, la gestión de la calidad total, y la gestión ambiental, pero se deben contemplar más factores que interrelacionen la eficiencia energética con la productividad y la competitividad.
2. La metodología de diagnóstico diseñada en el segundo capítulo es viable para los procesos de fabricación de azúcar.
3. El diagnóstico realizado al proceso demostró el ineficiente uso de la energía, basado fundamentalmente en la carencia de sistemas de control y explotación.
4. Según las herramientas aplicadas se pudo comprobar que el área de planta moledora es la que representa el mayor consumo, por lo tanto en ella se encuentra la mayor oportunidad de ahorro.
5. Los niveles de consumo de energía eléctrica registrados en la fábrica de azúcar no correlacionan con la producción, por lo que no son aceptables los indicadores de eficiencia.
6. La estrategia para uso racional de la energía presentada en el capítulo III confirma la validez de la hipótesis planteada en el trabajo.

Recomendaciones.

1. Se recomienda utilizar la metodología de diagnóstico presentada como una herramienta de trabajo basada en la filosofía de mejora continua.
2. Se recomienda aplicar la estrategia diseñada para uso racional de la energía con el objetivo de minimizar los elevados consumos.
3. Se recomienda la aplicación de la propuesta de mejora técnica presentada en el tercer capítulo.
4. Se recomienda que los equipos de mayor consumo eléctrico cuando la fábrica no este en producción sean apagados con el objetivo de poder cogenerar energía y así ser más eficiente.

BIBLIOGRAFÍA.

- Borroto, Aníbal. *Gestión Energética Empresarial*. Universidad de Cienfuegos, 2001.
- British Petroleum. "Informe Energético," 2000.
- Brundtland, G.H. *Nuestro futuro común*, 1987.
- Cuba. *Anuario Estadístico*. La Habana, 2004.
- Informe sobre el desarrollo humano, Nueva York. "Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD):" (2000).
- Kapitsa P. *Problemas globales y la energía*. Segunda edición. Moscú, 1985.
- Kapitsa, P. *Problemas globales y la energía*. Primera edición. Moscú: Editorial MIR, 1985.
- OILWATCH. *Declaración a la COP7*. Marrakech.
- OLADE – GTZ. *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe*. Primera Edición, Naciones Unidas. Santiago de Chile, 1987.
- Posso, F. *Energía y Ambiente*. Parte tres. Universidad de Los Andes-Táchira.
- Roa Avendaño T. *Combustibles fósiles y Cambio Climático*. Colombia, 2000.
- . *El cambio climático otra deuda ecológica*. Colombia, 2002.
- Universidad de Cienfuegos. *Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía*. Cienfuegos., 2005.
- Wilhite, H., E. Shove, L. Lutzenhiser, W. Kemption. *After twenty years of*, 2003.

Anexo I.

Principales problemas en la primera etapa tormenta o lluvias de ideas.

1. Eliminar los motores eléctricos sobredimensionados en diferentes equipos con un potencial de ahorro de 250Kw/h.
2. Sustituir el turbogenerador de 2.5 Mw. por otro de 4 Mw. Que permitiría un incremento en la capacidad de generación en 1.5Mw /h = 1056 toneladas equivalentes a petróleo.
3. Instalar banco de capacitares que permita mejorar el factor de potencia y evitar las constantes penalizaciones.
4. Instalar metro contadores en las subestaciones de cada área que permita controlar el consumo por áreas.
5. En la zafra no arrancar el central en horario pico para evitar el sobre consumo en la demanda contratada en ese horario.
6. Programar los Mantenimientos planificados a partir de las 3 AM, hora de bajo consumo, permitiendo reiniciar antes del horario pico.
7. Delimitar el bombeo del abasto de agua de la población y el de proceso tecnológico de la Fábrica.
8. Realizar los bombeos de agua fuera de los horarios picos.
9. Eliminar los salideros de agua y aire que hacen trabajar al motor y compresores en exceso.
10. Desconectar los transformadores y máquinas de soldar que no se estén utilizando.
11. No existe un gráfico de control, que permita analizar por áreas los respectivos usos de la energía.
12. No existen estrategias que contribuyan a la aplicación de técnicas novedosas sobre el uso racional de la energía.
13. No existen incentivos que motiven al personal para el uso eficiente de la energía.
14. Los motores están sobre dimensionados.
15. No existe un control riguroso sobre los equipos más consumidores.
16. Insuficiente existencia de medios de medición y control.
17. Insuficiente capacitación del personal que trabaja con el recurso

energía.

18 El Sistema de mantenimiento preventivo del proceso, es poco efectivo.

19 No están bien definidos los indicadores.

20 Cambio del motor de 6.3 Kv 900 Rpm por uno de 6.3 Kv 600 RPM para disminuir velocidad.

21 Montaje del sistema de jugo a filtro por gravedad (eliminando bomba)

22 Montaje de una centrifuga ASEA menos consumidora.

Anexo N° 2. Guía de Observación.

1. Determinar y definir lo que se va a observar: Se realizará observación del Proceso de fabricación de alcohol y sus subprocesos auxiliares con el objetivo de comprobar como se comporta el consumo energético en el proceso.
2. Obtener la autorización de la gerencia para llevar a cabo la observación: Para realizar la observación del proceso se contó con la aprobación del jefe del proceso Ing. José Fco. Alemán López.
3. Explicar a las personas que van a ser observadas lo que se va a hacer y las razones para ello: Individualmente se le explicó a cada trabajador entrevistado el objetivo de la misma solicitando su disposición y cooperación voluntaria.

Anexo N° 3. Modelo de Entrevista.

Como Usted conoce estamos realizando una entrevista informal, ya que se puede realizar en cualquier lugar que el entrevistado desee y se sienta cómodo, incluso realizando a ambos una actividad determinada. Para el desarrollo de la entrevista en profundidad se debe tener en cuenta que el entrevistado como ser humano tiene su punto de vista relacionada con el funcionamiento del proceso en el cual usted labora, fundamentalmente lo relacionado con la energía. En tal sentido le agradecemos nos dedique unos minutos de su preciado tiempo para responder algunas preguntas.

I. Cuestiones relacionadas con organización del proceso.

- 1.1 Conocimientos acerca de la organización del proceso.
- 1.2 Conocimientos sobre el gráfico de control analítico, dígame: frecuencia de toma de la muestra, objetivos con que se realizan los análisis y estándares establecidos.
- 1.3 Conocimientos acerca de algún sistema de gestión.
- 1.4 Conocimientos acerca de posibilidades de ahorro de energía.

II. Respecto al funcionamiento del proceso.

- 2.1 Precisión de los equipos registradores.
- 2.2 Asimilación del cambio tecnología.
- 2.3 Relación con otros procesos y áreas funcionales.
- 2.4 Sobre los indicadores de eficiencia y eficacia del proceso.
- 2.5 Funcionamiento de los sistemas de control.

III. Respecto a las relaciones formales de comunicación e intercambio de información.

- 3.1 Medios y vías de comunicación existente. Efectividad.
- 3.2 Sistemas de influencia.
- 3.3 Formas de estimulación, incentivos, divulgación.
- 3.4 Capacitación sobre el tema.

Anexo Nº 4.

AÑO	$>X_i$	$<X_i$	R	$\sum X_i$	\bar{X}	\bar{R}	\bar{X}
2008	189000	558000	369000	7661000	319208.333	364000	315389.
2009	206000	544000	338000	7794000	311760		
2010	188000	556000	385000	7880000	315200		

Anexo N° 5.

Año 2008	Producción de Azúcar	Energía eléctrica	Año 2009	Producción de Azúcar	Energía eléctrica	Año 2010	Producción de Azúcar	Energía eléctrica
08-Ene	700	288000	04-Ene	700	210000	5 Ene	855	206000
11-Ene	890	548000	07-Ene	880	274000	07-Feb	870	206000
14-Ene	870	558000	10-Ene	650	308000	10-Feb	600	288000
17-Ene	852	308000	13-Ene	700	308000	13-Feb	700	274000
20-Ene	852	295000	16-Ene	850	308000	16-Feb	850	308000
23-Ene	852	288000	19-Ene	800	206000	19-Feb	900	308000
26-Ene	768	308000	22-Ene	788	274000	22-Feb	700	438000
29-Ene	860	308000	25-Ene	755	438000	25-Feb	700	538000
01-Feb	854	488000	28-Ene	700	484000	28-Feb	600	308000
04-Feb	854	450000	31-Ene	800	295000	03-Mar	600	494000
07-Feb	865	335000	03-Feb	777	206000	06-Mar	750	195000
10-Feb	856	274000	06-Feb	500	288000	09-Mar	800	206000
13-Feb	600	206000	09-Feb	540	308000	12-Mar	800	295000
16-Feb	620	295000	12-Feb	687	308000	15-Mar	750	274000
19-Feb	654	288000	15-Feb	874	308000	18-Mar	650	206000
22-Feb	700	288000	18-Feb	658	288000	21-Mar	900	189000
25-Feb	800	308000	21-Feb	855	516000	24-Mar	900	206000
28-Feb	700	308000	24-Feb	855	455000	27-Mar	750	308000
03-Mar	658	308000	27-Feb	812	394000	30-Mar	800	308000
06-Mar	650	189000	02-Mar	842	544000	02-Abr	900	308000
09-Mar	735	210000	05-Mar	741	295000	05-Abr	300	308000
12-Mar	650	210000	08-Mar	752	210000	08-Abr	300	554000

