



**Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez "**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales**

**Tesis presentada en opción al Título Académico de**

**Master en Eficiencia Energética**

**Título: "Mejoras en la eficiencia energética del Matadero de Aves aplicando la Tecnología de Gestión Total."**

**Autor: Ing. Jesús Gabriel González Pérez.**

**Tutor: MsC. Ernesto Luis Barrera Cardoso.**

**2010**

**"Año 52 de la Revolución"**

## *Agradecimientos:*

- A mi familia por su apoyo y comprensión incondicional para poder dedicarme a esta tesis.
- A mi tutor por guiar mis pasos en el desarrollo y conclusión de este trabajo.
- A la Master en ciencias Valia Savran por su ayuda al esclarecimiento de temas fundamentales de esta tesis.
- Al Master en ciencias Osmel Cabrera por su dedicación y consejos oportunos.
- A los profesores de esta maestría por su invaluable contribución a la elevación de los conocimientos científicos técnicos.
- A mis compañeros de trabajo y amistades que me ayudaron y apoyaron en todo momento.

## **INDICE.**

No.

Página

### **RESUMEN.**

### **INTRODUCCION.**

1

### **CAPITULO 1. REVISION BIBLIOGRAFICA**

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.1 | Eficiencia Energética, indicadores de eficiencia, índices de consumo                  | 6  |
| 1.2 | Situación energética Internacional. Europa, Asia y América.                           | 8  |
| 1.3 | Particularidades en Cuba  | 11 |
| 1.4 | La Avicultura en el mundo y en Cuba   | 17 |
| 1.5 | Desarrollo y resultados de la aplicación de las fuentes renovables de energía en Cuba | 19 |
| 1.6 | Mejoramiento continuo de la eficiencia energética.                                    | 22 |
| 1.7 | El mantenimiento de equipos en el mundo y Cuba. Su concepción                         | 30 |
| 1.8 | Problema científico y su planteamiento.   | 31 |

### **CAPITULO 2. MATERIAL Y METODOS.**

#### **METODOLOGIA UTILIZADA**

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | Caracterización de la institución.  | 34 |
| 2.2 | Análisis de los gastos de portadores energéticos e incidencia de estos en los gastos totales de la institución. | 35 |
| 2.3 | Estructura de consumo de Portadores Energéticos   | 35 |

2.4	Análisis del consumo de electricidad	36
2.5	Análisis del consumo de diesel total	40
2.6	Análisis del consumo de agua	41
2.7	Índices de consumo e indicadores de eficiencia energética de la institución.	41
2.8	Situación de la institución referente a gestión energética.	42
2.9	Soluciones para la eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.	42
2.9.1	Calculo del C.O.P. y mediciones de los consumos de corriente de los compresores de refrigeración en el Matadero de Aves.	42
2.10	Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía en la institución.	47
2.11	Diagrama causa efecto	47
2.12	Plan de acción.	48
 <b>CAPITULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>		
3.1	Resultados de la caracterización de la institución.	50
3.2	Gastos totales de portadores energéticos y su influencia de los gastos totales de la institución.	51
3.3	Estructura de consumo de Portadores Energéticos	53
3.4	Resultados del análisis del consumo de electricidad	55
3.5	Resultados del análisis del consumo de diesel total	60

3.6	Resultados del análisis del consumo de agua	64
3.7	Comportamiento de los índices de consumos e indicadores de eficiencia energética de la institución.	65
3.8	Situación de la institución referente a gestión energética.	65
3.9	Propuesta de soluciones para la eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.	66
3.10	Propuesta de oportunidades para reducir el consumo de diesel y electricidad	72
3.11	Diagrama causa efecto	75
3.12	Plan de acción.	76
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>80</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA DEL INFORME</b>	
	<b>ANEXOS.</b>	

## **Resumen.**

La Empresa Avícola Sancti Spíritus mantiene como su principal producción la de huevos y el sacrificio de las gallinas que pasan a la decrepitud.

La carne de Aves es uno de los alimentos más importantes para el consumo humano en todo el mundo, esto se debe a que las Aves tienen un ciclo de producción muy corto si lo comparamos con otros animales.

Todas las producciones destinadas a las carnes son sacrificadas en el Matadero de Aves, principal industria del centro.

La refrigeración juega un importante papel en la producción Avícola cuando es aplicada en aves recién sacrificadas el propósito es restringir el crecimiento de microorganismos y contrarrestar los cambios químicos producidos por el oxígeno atmosférico al reaccionar con los constituyentes de la carne.

Las potencialidades de reducción de los consumos energéticos que se presentan están enmarcadas en el trabajo continuo y sostenido de los siguientes aspectos:

1. Eliminación de la penalización por bajo factor de potencia con la aplicación de las medidas eficaces para ello.
2. Eliminación de salideros hidráulicos, de vapor y de combustible, así como lograr el 100% de la insulación con lo cual se eliminaría el desperdicio de alrededor del 10 % del combustible empleado y del 5% del agua que debe emplear
3. Correcta manipulación de los equipos de producción, Refrigeración y Caldera para obtener un resultado más eficiente de los mismos.
4. Contratación de la máxima demanda de electricidad correcta para evitar pagos indebidos.
5. Sustitución de equipos altos consumidores de Energía.

## **Introducción**

El Combinado Avícola Nacional fue fundado por el Comandante en Jefe el 24 de mayo de 1964 y lo integraron la dirección Nacional del CAN, las Empresas Provinciales, el Instituto de Investigaciones Avícolas,, Genética Avícola y la fábrica de implementos Avícolas Celso Stakeman. La principal dirección del CAN es la producción de huevos y carne para la Población.

Siempre la Producción de esta Rama ha sido una de las más eficientes reconocidas a nivel Nacional por sus resultados y la seriedad con que laboran sus trabajadores.

Después de haber alcanzado producciones record en los años del 90 al 92 se vio deprimirse sus producciones alcanzando su mayor impacto en el año 1997 pero comenzó una acelerada recuperación desde finales del 2005 para llegar a aquel record y abastecer a nuestra población de tan importante producto para la alimentación.

Desde 1990 el consumo de energía por unidad de Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial se ha reducido a razón de 2% por año, sin embargo, parte importante de esta reducción viene de los países de mayor desarrollo.

En el período 1980 – 2002 los países desarrollados lograron una reducción del 24 % en su intensidad energética, mientras que en ese mismo periodo, por el contrario, los países de América Latina y El Caribe incrementaron la intensidad energética en un 2 %.

Históricamente se vinculaba el crecimiento económico a un mayor uso de recursos energéticos, sin embargo esto ha ido variando en las últimas décadas. En los países desarrollados se evidencia una marcada acción para elevar la eficiencia energética a partir del alza de los precios provocada por la primera crisis del petróleo de inicios de los años 70, acción que se refuerza con el nuevo incremento de precios que se produjo

Estas políticas de ahorro no solo se enmarcan para los países desarrollados sino para los que están en vías de desarrollo como es caso cubano, ello está relacionado con

condicionantes económicas, políticas y sociales (medio ambientales incluidas), sin descuidar el Impacto ambiental del sistema energético contemporáneo y otros problemas globales ya que en el mundo actual la interacción humanidad – medio ambiente tiene un carácter global y es de intensidad creciente, de todas las formas de actividad humana quizás la más contaminante y degradante del medio ambiente es la relativa al manejo de los recursos energéticos fósiles, es decir, su extracción, producción, transporte y consumo. El uso de la vía energética “Dura” se sustenta en un sistema de valores que se justifican a sí mismos es decir: dominación, competencia, explotación, desarrollo desigual, violencia etc. Todos tendientes a la maximización de la ganancia

Se ha podido comprobar que la contaminación ocasionada por las emisiones de gases contaminantes de metales pesados en suspensión resultantes de la combustión de hidrocarburos tanto de las plantas de generación eléctricas como de las industrias, automóviles constituye una de las causas fundamentales de enfermedades de las vías respiratorias, la piel y diversos tipos de cáncer. Otros de los efectos es el que se conoce como cambio climático global. El efecto invernadero resultante que permite la entrada de la energía solar pero reduce la reemisión de rayos infrarrojos al espacio exterior, genera una tendencia al calentamiento que podría afectar el clima global y llevar al deshielo parcial de los casquetes polares.

En muchos países, las leyes de corte medio ambiental impiden a las compañías la creación de nuevas capacidades de generación. Los altos precios de los hidrocarburos en el mercado mundial, unido a las graves consecuencias provocadas por el calentamiento global, han llevado a las empresas a emprender planes de control de carga y medidas de ahorro.

En la Empresa se aplican los programas destinados a las medidas de ahorro de Portadores Energéticos pero es en el Matadero de Aves donde se concentran los mayores esfuerzos por este el centro decisivo en la Eficiencia Energética del centro.

El Matadero puede sacrificar hasta 2000 aves por hora presentado un complejo sistema de equipos de producción que se dividen en el área de Caldera, producción y evisceración dentro de la cuál se encuentran el área de pesaje, de aturdimiento, de escaldado, peladora y todo lo relacionado con la evisceración y las áreas de congelación y residuales haciéndolo por ello uno de los centros industriales más complejos.

Es el área de refrigeración donde se decide el consumo energético por ser el de mayor consumo y donde se pudieran obtener los mayores ahorros por la complejidad de su técnica.

Elevado nivel de deterioro de los equipos .por la sobre-explotación y no poder garantizar el régimen de mantenimiento planificado o correctivo, Poco desarrollo de la actividad de mantenimiento. Ineficiente nivel de gestión con otros organismos (intersectorialidad), no esta fortalecida la estructura administrativa y vertimiento a de contaminantes del medio ambiente por residuales líquidos que contaminan la cuenca del Río Zaza y por gases a la atmósfera unido al poco nivel científico técnico del personal de mantenimiento y servicios energéticos. Por tal motivo es de vital importancia la implantación de la Tecnología de gestión total y eficiente de la energía en esta institución para determinar los potenciales de ahorro de la misma con la consiguiente disminución de los gastos por este concepto, aumentar la educación energética-ambiental por el Impacto ambiental del sistema energético y la promoción del ahorro de energía a todos los niveles así como el incremento de la gestión energética. Fomentar una cultura de uso racional de la energía, eliminando esquemas de consumo irracionales, implementando sistemas de gestión energética efectivos, utilizando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos de servicios y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad, por tal motivo se hace muy necesario la implementación de la Tecnología de gestión eficiente de la energía en la institución la cual no presenta en estos momentos con procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que pueda aplicarse de forma continua que permita establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las

oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos y con ello elevar las capacidades técnico-organizativas de la institución, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

### **Problema científico:**

La no aplicación de un sistema de gestión total eficiente de la energía en el Matadero de Aves de Sancti Spiritus limita evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en esta industria.

### **Objetivo general:**

Evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en el Matadero de Aves a partir de la aplicación de un sistema de gestión eficiente de la energía.

### **Hipótesis:**

Si se aplica un sistema de gestión total eficiente en el Matadero de Aves entonces se podrán evaluar alternativas para la reducción del consumo de portadores energéticos en dicha entidad.

### **Objetivos específicos:**

- Diagnosticar el estado actual del consumo de portadores energéticos en el Matadero de Aves de Sancti Spiritus.
- Proponer medidas encaminadas al ahorro de portadores energéticos en el Matadero de Aves de Sancti Spiritus.
- Determinar la factibilidad técnica, económica y ambiental de las medidas propuestas.

### **Tareas de la investigación.**

1. Recopilación de información estadística y contable del periodo de 3 años de trabajo de la institución (2007-2009).

2. Análisis del comportamiento histórico energético de la institución, determinando de los consumos y gastos históricos de portadores energéticos y graficando resultados.
3. Determinación de la estructura de consumo de la institución
4. Evaluar la eficiencia en el uso de cada portador energético en la institución
5. Determinación de los potenciales cuantitativos de ahorro energético y reducción del gasto en los sacrificios.
6. Presentación y evaluación de las medidas de ahorro evaluando posibilidades, económicas y de reducción de impactos ambientales.

Variable dependiente: evaluación de la Eficiencia Energética

Variable independiente: herramientas y soluciones Energéticas

Campo de acción: Matadero de Aves

Objeto de Estudio: Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Por tanto la realización de esta investigación se justifica debido a que desde el punto de vista de su Valor teórico da la posibilidad de la aplicación de la gestión total eficiente de la energía en la institución, posee valor metodológico: por el aporte que este estudio pueda brindar a trabajos futuros que pueden realizarse en centros similares del país.. Es además una investigación viable basada en la posibilidad de realizar la misma en el mayor establecimiento de la Empresa Avícola, contar con los recursos humanos para llevarla a cabo, posibilidad de generalización en otras instituciones de las ramas Avícolas del país así como incrementar la presentación de trabajos de corte energético en los eventos de ciencia y técnica de nuestro organismo.

Capitulo 1. Revisión Bibliográfica

**1.1.-Conceptualización de términos: Eficiencia Energética, indicadores de eficiencia, índices de consumo**

En la consulta bibliográfica se determinaron los conceptos de los principales términos que serán de utilidad en el desarrollo de este trabajo y los manejaremos de una u otra manera y que serán de gran utilidad en el diagnóstico y toma de decisiones

Según ( **Borroto Nordelo, A. E. 2006**) “Eficiencia energética: entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones, refleja la proporción de energía que se invierte realmente en la fabricación de un producto o prestación de un servicio y que no se pierde por causa de rendimientos insuficientes de los equipos utilizados o por disipación térmica. Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto. “

A consideración concepto este vital para el desarrollo de cualquier institución y el alcance de sus objetivos con la mayor profesionalidad y excelencia en los servicios y en el caso de estudio no se ha logrado los avances suficientes en ese sentido como para catalogarse de eficiente energéticamente.

Otro concepto importante a aplicar en el desarrollo del tema lo constituye Índice de consumo el cual según ( **Borroto, 2006**) “El índice de consumo o consumo específico de energía se define como la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Relacionan la energía consumida (kWh, litros de combustible, toneladas de Fuel Oil, toneladas equivalentes de petróleo) con indicadores de la actividad expresados en unidades físicas (toneladas de acero producidas, hectolitros de cerveza producidos, habitaciones-días ocupadas, toneladas-kilómetros transportadas, m<sup>2</sup>-año de edificios climatizados)”.

Consideramos que el concepto refleja en esencia la relación entre producción y energía consumida que para el caso del Hospital en cuestión será objeto de comprobación de la efectividad de los índices planteados para este tipo de centro productivo.

Continuando el análisis de los conceptos y términos decisivos para emprender una investigación energética se encuentra el Diagnóstico energético considerado por (**Borroto, 2006**) como : “El diagnóstico energético constituye una etapa básica, de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética. Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas para evaluar grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico 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.”

Esta etapa es considerada además por este autor esencial para el desarrollo de este trabajo ya que este diagnostico constituye la herramienta fundamental para partir a realizar cualquier análisis, estudio o proyecto desde el punto de vista energético, dando la oportunidad de detectar las principales deficiencias en el consumo de energía e identificar igualmente las potencialidades de ahorro, evaluando cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía. Servirá de base para las valoraciones y propuestas de soluciones para ahorrar energía y reducir los costos energéticos evaluados técnica y económicamente los cuales serán presentadas en el capítulo 3 de dicho trabajo.

Tal como plantea Álvarez (2001), la idea de comparar empresas según su comportamiento es de indudable interés para el análisis económico. En este sentido surgen conceptos como los de productividad y eficiencia, a los que recientemente se ha unido el de competitividad, por lo que es de fundamental importancia la definición de estos conceptos, destacando sus diferencias.

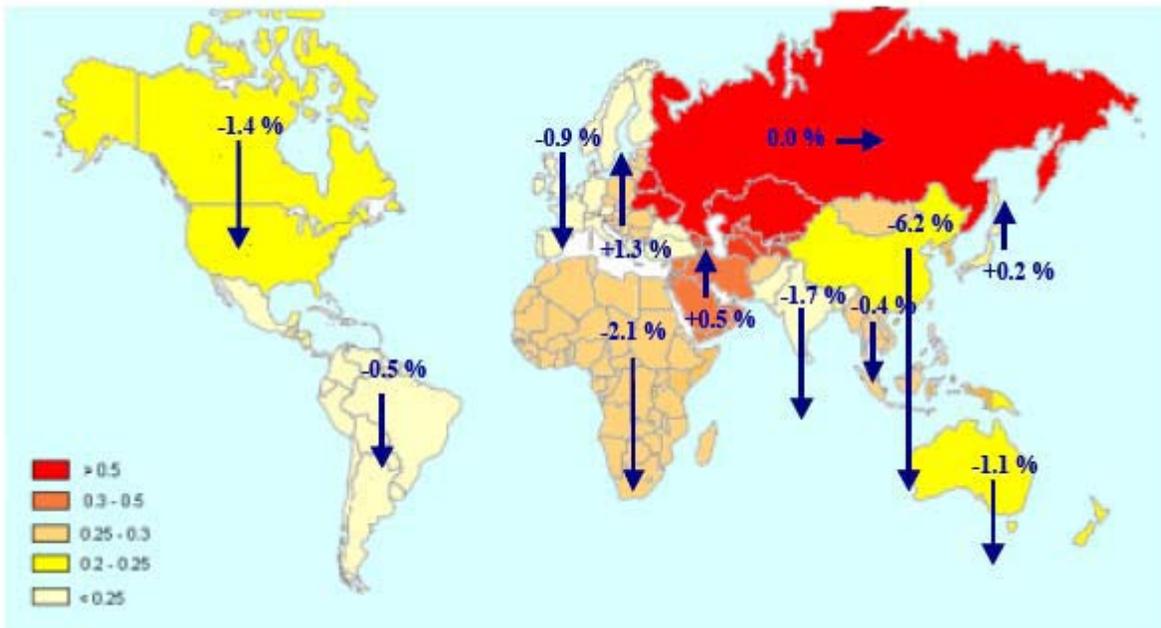
En tal sentido se define eficiencia como la facultad de producir la máxima cantidad de productos útiles con una cantidad de insumos dada (eficiencia centrada en el producto) o de producir, con el mínimo posible de insumos, una cantidad dada de productos útiles (eficiencia centrada en el insumo).

La eficiencia es uno de los determinantes de la productividad: mientras que la eficiencia se refiere a qué tan bien se desempeña una unidad productiva con la tecnología existente, la productividad se refiere a la cantidad producida por insumo.

Según Sanhueza (2003), la eficiencia productiva es la capacidad de la empresa para producir un producto a un costo mínimo; para lograrlo debe emplear sus entradas en forma eficiente (eficiencia técnica) y debe elegir la combinación de insumos correctamente, dado el precio relativo de éstos (eficiencia en la asignación). Se han desarrollado dos metodologías para medir la eficiencia, la econométrica y agroalimentaria.

### 1.2.- Situación Internacional. Europa, Asia y América Latina.

#### Intensidad energética primaria por región mundial



**Figura 1.1: Intensidad de la electricidad en el sector de servicios**

China representa un cuarto de la reducción en la intensidad energética mundial, dada la creciente importancia de este país en la economía mundial, representa alrededor de un cuarto de la mejora total en productividad energética mundial desde 1990.

La situación se ve diferente para la mayoría de las regiones en desarrollo (por ejemplo América Latina, Asia Meridional, resto de Asia) o la disminución es menor (por ejemplo China) o el aumento es más marcado (África). La intensidad primaria total (incluyendo la biomasa) siempre cambia más rápidamente que la intensidad primaria de las energías convencionales a causa de la sustitución de energías modernas por combustibles tradicionales. Para las regiones más desarrolladas (Europa Occidental, América del Norte, Japón), puede observarse una tendencia inversa: la intensidad primaria incluyendo la biomasa disminuye menos rápidamente que la intensidad primaria de las energías convencionales sólo a causa de un mayor uso de la biomasa en estas regiones.

Existen programas nacionales de eficiencia energética en diferentes países presentando como ejemplos concretos:

### **Europa**

Austria • Estrategia Climática Nacional 2000-08/12 (-15,5 Mt CO<sub>2</sub>)

Bélgica • Plan Climático Nacional 2002-2012: reducción de 7,5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2008/12

Dinamarca • Estrategia Climática Nacional (2003): Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 21% para 2008/12 en comparación con 1990. Ley General para promoción de ahorros energéticos (marzo 2000)

España • Estrategia de Eficiencia Energética 2004-2012 (E4): 7,2% de mejora en la eficiencia energética para el año 2012.

Finlandia • Plan de Acción para Eficiencia Energética (2002): 4-6% reducción en consumo de energía primaria y reducción del CO<sub>2</sub> de 4-6 Mt en 2010

Francia • Ley sobre aire puro y eficiencia energética (1998). PNAEE: Plan Nacional de Eficiencia Energética 2002-06; Plan Nacional contra Cambio Climático: objetivo de reducción de CO<sub>2</sub> de 16 MteC en 2008/12 en comparación con 1990

Irlanda • Estrategia Nacional sobre Cambio Climático 2000 – Reducción de las emisiones totales en 15,4 Mt CO<sub>2</sub> para el año 2010, de las cuales 11,4 Mt CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía.

Reino Unido • Programa del gobierno sobre cambio climático dirigido a la reducción del 20% en las emisiones de CO<sub>2</sub> para el año 2010, y Libro Blanco de la Energía, 'Nuestro

futuro energético', que tiene como objetivo reducir las emisiones de CO2 en alrededor de 60% para aproximadamente 2050, con un avance real para el año 2020.

### **América**

Brasil • PROCEL – Programa de Conservación de Energía. Objetivo de ahorro adicional de 2 TWh/año (17 TWh ahorrados de 1986 a 2003).

Canadá • Eficiencia Energética y Programa de Energía Alternativa (EAE); Plan de Cambio Climático para Canadá: 6% reducción de CO2 para 2008/12.

Costa Rica • Programa Nacional de Conservación de Energía, PRONACE 2003-2008

EE. UU. • Oficina de Eficiencia Energética y Plan Estratégico de Energías Renovables 2000-2010; programa tecnológico de cambio climático.

### **África**

Egipto • Mejora de la Eficiencia Energética y Reducción de Gases de Efecto Invernadero (EEIGGR): 1999-2004. Marco para la Estrategia Nacional Egipcia sobre Eficiencia Energética dentro del Programa de Política Ambiental Egipcio, EEPP.

Ghana • Programa de Eficiencia y Conservación Energética (1988- 2004).

Marruecos • Plan Estratégico para Energías Renovables y Eficiencia Energética 2002-2020: ahorros de 2 Mtpa para 2011 y 4 Mtpa para 2020 (18%).<sup>4</sup>

Sudáfrica • Estrategia de Uso de la Energía (1996) (reducción de la intensidad energética en 2%/año entre 1996 y 2010); nuevo Programa Nacional de Energía en preparación.

Túnez • Programa Nacional para la Administración de la Energía: Objetivo de 10% de ahorro de energía en 2010 (1 Mtpa).

### **Medio Oriente**

Irán Programa de Administración de la Energía: 2004 –2009: 2,7 Mtpa (20 Mbpa) de ahorros energéticos.

Siria • Eficiencia del lado de la Oferta & Conservación de la Energía & Proyecto de Planificación (SSEECF): 1,8% de ahorros para el año 2010 (2,4 Mtpa).

**Según la Comisión Europea**, “El desarrollo de la cogeneración podría evitar la emisión de 127 millones de toneladas de CO2 en la Unión Europea en 2010 y de 258 millones de toneladas en 2020. De esta manera, la Comisión se ha marcado como fecha límite el

21 de febrero de 2006 para establecer los valores de referencia para la producción por separado de electricidad y calor”.

Países de América del Sur han adoptado una postura a favor del uso eficiente y ahorro de los portadores energéticos y el aprovechamiento óptimo de los mismos valorándolo como una estrategia clave dentro del programa establecido. Colombia por ejemplo lleva a cabo la práctica del uso racional de la energía partiendo de la selección de la fuente energética, optimizando su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo e incluyendo su reutilización cuando sea posible. De esta manera se constituye en una medida efectiva para propiciar el crecimiento económico, el desarrollo social y por tanto el bienestar nacional, contribuyendo a la sostenibilidad del desarrollo colombiano. ([www.ecaminos.cu](http://www.ecaminos.cu))

Otro país con un trabajo sostenido en el área energética es México el cual tienen realizado un estudio del gran potencial aprovechable con que cuenta y su aplicación dentro de los que destacan los Altos niveles de insolación 5 kWh/m<sup>2</sup>-día en promedio, las Zonas con alta intensidad de vientos con 2,900 MW estimados, Altos potenciales en pequeñas plantas hidráulicas (menores a 5 MW) con 3,200 MW de acuerdo a **Conae**, Potenciales de uso de biomasa 1,000 MW en biomasa cañera. ([www.ecaminos.cu](http://www.ecaminos.cu))

### **1.3.- Situación energética en Cuba**

Nuestro país desde su etapa inicial del desarrollo energético ha incrementado progresivamente su capacidad generadora así como la demanda.

Los Factores que influyen sobre la máxima demanda en Cuba están determinados por:

1. Incremento del consumo en el sector residencial (900 MW)
2. Demanda del sector industrial que trabaja dos y tres turnos
3. Sector turístico
4. Salud, red gastronómica y educación
5. Alumbrado público y de protección
6. Mayores pérdidas en las redes

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

- Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.
- Rehabilitación total de las redes de distribución anticuadas e ineficientes que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.
- Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas termoeléctricas del sistema electroenergético y su paso a conservación.
- Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo de ciclo combinado.
- Exploración en búsqueda de nuevos yacimientos de petróleo en bloques terrestres, así como el desarrollo de los descubrimientos hechos y la explotación de los pozos de continuidad.
- Programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.
- Programa de Grupos Electrógenos Diesel sincronizados al Sistema Eléctrico Nacional (1 258 MW en 827 grupos).
- Programa de motores de fuel oil (928,9 MW en 373 motores). Este programa es de motores que funcionarán en régimen base (24 horas al día) y también sincronizados al SEN.
- Programa de Grupos de Emergencia que comprende un total de 4 158 grupos para una potencia de 711 811 kW (en hospitales, policlínicos, centros de educación, centros de comunicación, estaciones meteorológicas, instalaciones de turismo, abastos de agua, frigoríficos, panaderías y otros objetos vitales desde el punto de vista económico-social).

Como es conocido, la producción de frío, es de gran utilidad en variados procesos tecnológicos de muchas empresas con ramas productivas diferentes, por lo que es de significativa importancia mantener un régimen adecuado en la explotación de dichas instalaciones, para lo que se hará necesario cumplir y mantener una serie de parámetros en los locales refrigerados, además de un régimen adecuado de las temperaturas de trabajo que permitirán disminuir el costo de la producción de frío. **(Álvarez, 2007)**

Al referirse a un régimen adecuado de temperaturas de trabajo, nos estamos refiriendo a un régimen de temperaturas que garanticen una explotación segura y económica de las instalaciones, para lo cual, se señalan los rangos de temperaturas, y de diferencias de temperaturas recomendadas por la bibliografía especializada y que resultan indispensables para el establecimiento de normas de consumo de energía eléctrica. **(Álvarez, 2007)**

➤ Temperatura de ebullición:

La diferencia de temperaturas entre el objeto a enfriar y la temperatura de ebullición debe ser de 7 a 10 °C, aunque en algunos casos resulta más económico y factible unos 5 °C, de diferencia para cámaras de frutas, así como, de 12 a 20 °C, en instalaciones frigoríficas navales y domésticas.

Para evaporadores en que los productos a enfriar sean líquidos, la diferencia entre la temperatura media del líquido y la temperatura de ebullición del refrigerante deberá ser de 4 a 6 °C, para evaporadores de NH<sub>3</sub> desde un punto de vista económico, se recomienda una diferencia de 3 a 4 °C.

➤ Temperatura de condensación:

La diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura media del agua de enfriamiento se toma en los límites de 4 a 6 °C, lo que corresponde a una temperatura

de condensación 2 a 4 °C mayor que la temperatura del agua que sale del condensador. Existe una tendencia a disminuir esta diferencia de temperaturas en los condensadores de tubo y carcasa de NH<sub>3</sub>, la cual se recomienda sea de 2 a 3 °C. La diferencia de temperatura en los condensadores enfriados por aire deberá ser de 10 a 25 °C, por lo cual, a valores menores le corresponderá un consumo de energía eléctrica superior, mientras que para valores superiores de diferencia de temperaturas el consumo de energía eléctrica será menor, lo que abarataría la producción de frío. **(Álvarez, 2007)**

➤ Temperatura de subenfriamiento:

La temperatura a que sale del subenfriador deberá ser de 2 a 3 °C mayor que la temperatura del agua que entra. El subenfriamiento del refrigerante líquido antes de la válvula de expansión conlleva al aumento del COP, debido a la disminución de las pérdidas en la expansión.

Para NH<sub>3</sub> este aumento será de un 0,4% por cada grado de disminución de la temperatura. La temperatura del NH<sub>3</sub> líquido que sale del serpentín del recipiente intermedio deberá ser de 2 a 3 °C.

➤ Temperatura de succión:

Para las máquinas de NH<sub>3</sub>, el sobrecalentamiento óptimo del vapor en relación con las temperaturas de ebullición, deberá ser de 5 a 10 °C, el sobrecalentamiento de los vapores del refrigerante en los evaporadores, en la mayoría de los casos no es deseable, aunque en los evaporadores con termorreguladores (para máquinas pequeñas de refrigeración) para su trabajo será necesario un sobrecalentamiento que oscile entre los 3 y 4 °C.

➤ Temperatura de descarga:

De acuerdo a las normas de protección la temperatura de descarga, para los compresores de NH<sub>3</sub> horizontales de bajas revoluciones, no deberán sobrepasar los 135 °C y para compresores de block-Carter y compresores de oposición no deberán sobrepasar los 150 °C. Para compresores de NH<sub>3</sub> la temperatura máxima permitida en la descarga será de 110 °C y para compresores de tornillo que trabajan con NH<sub>3</sub> esta temperatura máxima será de 105 °C. **(Álvarez, 2007)**

El aumento y perfeccionamiento del nivel de explotación de la instalación de refrigeración y del frigorífico en general representan grandes reservas de energía que se pueden obtener en cada una de nuestras instalaciones, mediante la aplicación de una serie de medidas encaminadas a reducir el consumo de energía eléctrica. . **(Álvarez, 2007)**

Como primer paso, es necesario como mínimo al final de cada trimestre determinar los valores reales del consumo específico de energía, lo que permite definir los sobreconsumos que se relacionan con deficiencias en la explotación del sistema de producción de frío, siendo necesario además determinar los sobreconsumos de energía eléctrica que se producen, debido a un mal estado del aislamiento térmico de la construcción y ganancias de calor a través de puertas que permanecen abiertas más tiempo del debido o no tienen la suficiente hermeticidad y/u otras violaciones del régimen de explotación que se producen. Esto hace que se puedan establecer indicadores que relacionen el consumo de energía eléctrica no solo a la producción de frío, sino también a la cantidad de productos producidos en dependencia de su tipo y del tratamiento térmico recibido. . **(Álvarez, 2007)**

Para la determinación de los indicadores de consumo de energía eléctrica se deben tomar en cuenta estudios realizados por diferentes autores que establecen la influencia cualitativa que ejercen sobre el consumo específico diferentes factores de explotación que determinan el sobreconsumo de energía, tales como:

- Factores que dependen del nivel y perfeccionamiento de la explotación (la explotación esta relacionada con la producción y utilización del frío).
- Factores que dependen de las soluciones de proyecto (tipo de aislamiento, equipamiento utilizado, sistemas de enfriamiento, etc.).

Siendo los factores que dependen del nivel y perfeccionamiento de la explotación los que mayores posibilidades de aplicación de medidas de ahorro de energía presentan por no requerir éstas de inversiones o requerir de inversiones pequeñas, es que proponemos un estudio detallado de estos factores, los cuales se relacionan a continuación: **(Álvarez, 2007)**

- Presencia de aire en el sistema.
- Presencia de aceite en la superficie de intercambio de calor de los equipos intercambiadores de calor, así como su acumulación en los mismos.
- Ineficiente utilización del área de transferencia de calor de los equipos intercambiadores de calor.
- Funcionamiento de los compresores en marcha húmeda o con un sobrecalentamiento alto del vapor en la succión.
- Variaciones incorrectas en el esquema de trabajo de la instalación en el proceso de explotación que comprenden:
  - Conexión de cargas térmicas a sistemas de enfriamiento con temperaturas de ebullición más bajas que las requeridas.
  - Aumento de la capacidad de la instalación, sin el correspondiente aumento del área de transferencia de calor de los intercambiadores y del diámetro de las tuberías.
  - Estado deplorable del aislamiento térmico de las tuberías.

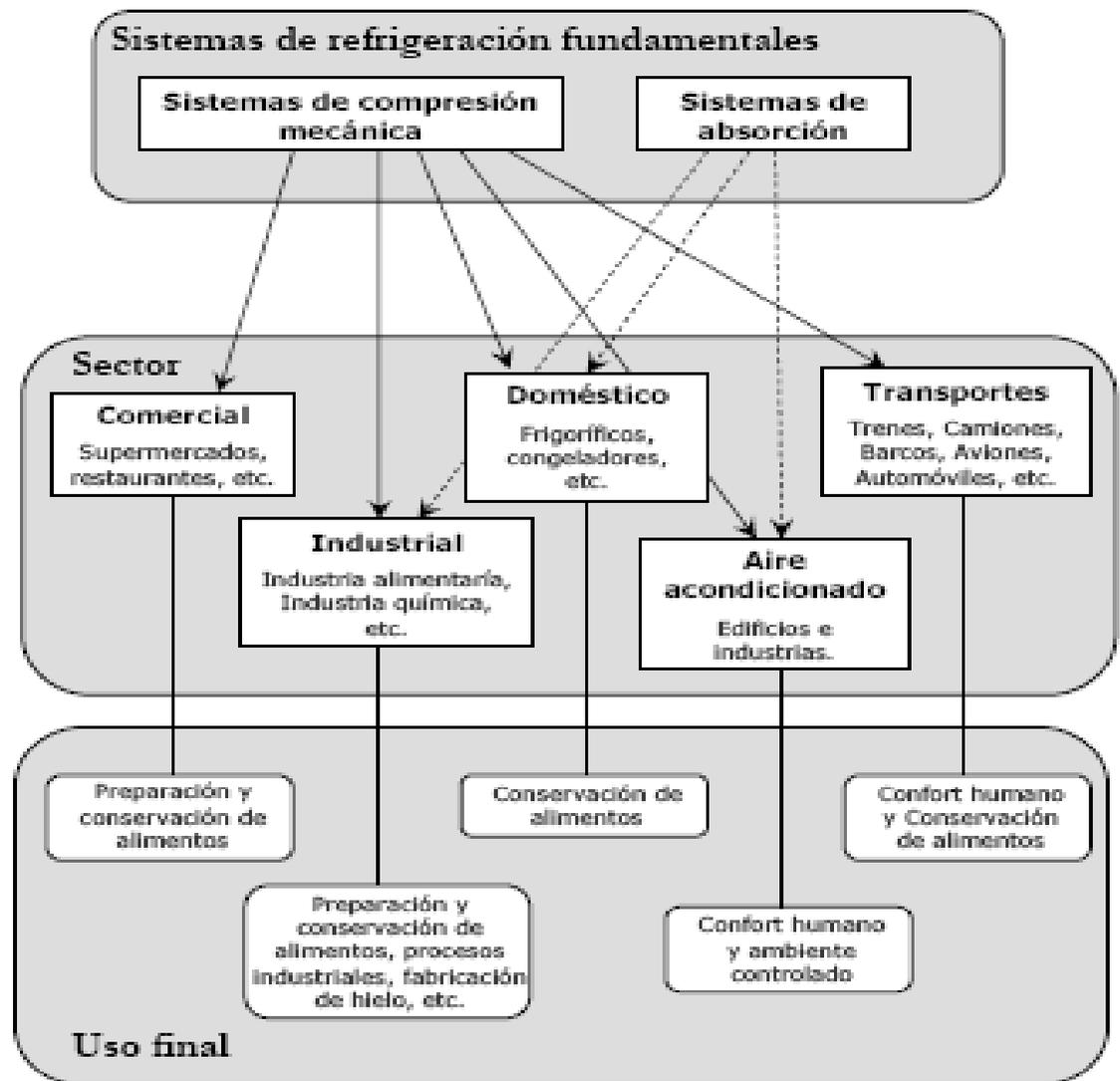


Fig. I.1 Clasificación de los sistemas de refrigeración por sectores y uso final.  
Fuente: Texto Temas avanzados de refrigeración.

#### 1.4.- La Avicultura en el mundo y en Cuba.

La avicultura latinoamericana, por el impacto demostrado en su contribución a la alimentación de los pueblos del mundo, necesita más que nunca defender este tipo de encuentro, como plano de intercambio, de promoción del desarrollo científico y tecnológico que la misma actividad genera y exhibir los avances de toda naturaleza relacionados con la industria. **(Pagés, 2005)**

El sector avícola es uno de los sectores productivos más importantes de Venezuela. En él resulta de vital importancia la medición de la productividad, ya que debe hacer un uso eficiente de sus recursos, para así poder mantener unos costos que le permitan fijar los precios cumpliendo con las regulaciones establecidas por el gobierno nacional y obtener el nivel de rentabilidad esperado.

EE.UU. es el principal productor de huevos y de carne avícola a escala internacional, además de que es el principal fabricante de medios vinculados a la producción con alta tecnología de punta en este mercado **(Pagés, 2005)**

En este trabajo se pretende aplicar el modelo de análisis envolvente de datos (DEA) y el índice de Malmquist para la medición de la productividad del sector avícola, específicamente en la fase de engorde de pollos de una de las integraciones avícolas más importantes del estado Zulia (Venezuela).

La Avicultura en Cuba recupera su producción de huevos acercándonos a la que se producía antes del período especial debido a una mayor estabilidad en la entrada de pienso al país, reparación de granjas y fábricas de pienso, la aplicación correcta del manejo de las Aves y otras medidas que contribuyen a obtener mejores resultados en la producción de huevos en el país. **(Pagés, 2005)**

No poder acceder a la tecnología de punta en la producción de carne de aves, mayoritariamente estadounidense, provoca que se mantenga paralizada la ceba de pollos, por los altos costos que ocasiona la producción de este tipo de carne en las actuales condiciones de nuestra avicultura. **(Pagés, 2005)**

Los cálculos de la Unión de Empresas Avícolas reflejan que se privó a la industria de desarrollar una producción propia de carne, con un valor agregado de más de cinco millones de dólares. Además, de que aseguraría el empleo a más de 4 000 trabajadores del sector que han sido reubicados en otras actividades, por el cierre de granjas dedicadas a la ceba de pollos. **(Pagés, 2005)**

Si los avicultores cubanos tuvieran acceso a las tecnologías más avanzadas en materia de alimentación animal, desarrolladas por los Estados Unidos, con la actual masa de aves en producción, se incrementaría en 300 millones de unidades la producción de huevos y en 8 800 toneladas la de carne de ave. **(Pagés, 2005)**

El costo directo del bloqueo en la producción avícola asciende a 59,6 millones de dólares anuales. Solo por tener que adquirir las materias primas para piensos avícolas en mercados distantes, este sector incurre en gastos adicionales superiores a los 10 millones de dólares cada año. Con la creación de nuevos patios en el 2010 crecerá la producción de la avicultura alternativa en el país más de 94 mil de estas áreas destinadas al autoabastecimiento interno **(Pagés, 2005)**

### **1.5.- Desarrollo y resultados de la aplicación de las fuentes renovables de energía en el mundo y en Cuba**

El proceso de biodigestión se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) al cuál se le llama biogás. El biogás es un excelente combustible y el resultado de este proceso genera ciertos residuos con un alto grado de concentración de nutrientes el cuál puede ser utilizado como fertilizante y puede utilizarse fresco, ya que por el tratamiento anaeróbico los malos olores son eliminados.

Los niveles de las emisiones de CO<sub>2</sub> varían significativamente entre los países. Los países en desarrollo con un elevado crecimiento económico han registrado un crecimiento superior al 50% en sus emisiones de CO<sub>2</sub> (Medio Oriente, Asia Meridional y China). Las regiones más desarrolladas (América del Norte, Japón, Europa Occidental) experimentaron un incremento menor debido a un bajo crecimiento económico y a la implementación de políticas de cambio climático. La disminución de las emisiones en los países de Europa Central y del Este y la CEI se debe a la marcada contracción de sus economías en la década de 1990. Como resultado de estas tendencias, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de la energía en 2002 son 16% más elevadas que en 1990. ([www.consumer.es/web/es/medioambiente](http://www.consumer.es/web/es/medioambiente))

## **Biogás-energía**

Esta es la relación más común en que aparece referido el concepto de la palabra biogás, ya que por definición expresa la idea de que es un gas de origen biológico, o sea, producto de la actividad de microorganismos vivos. Esta mezcla gaseosa está compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono, con predominio del primero, que confiere el carácter de gas combustible, con una importante gama de aplicaciones en la actividad humana. Sin embargo, el hecho de que el biogás sea un gas combustible y que tenga un considerable efecto como portador energético, no significa que automáticamente todo el biogás que se produzca se pueda aprovechar para este fin.

En teoría, según se plantea en (<http://es.wikipedia.org/wiki/biogas>) para obtener biogás es posible partir de una gran variedad de materiales, que deben someterse al proceso de digestión anaerobia (fermentación en ausencia de oxígeno). Este proceso tiene requisitos y condiciones específicos, que garantizan obtener rendimientos adecuados en su generación. A su vez, si bien una gran diversidad de materia orgánica puede someterse al proceso de digestión anaerobia, es necesario realizar antes un amplio y profundo estudio que permita valorar aspectos, tales como la cantidad y el tipo de cada material a procesar, sus características (incluyendo aspectos físico-químicos y mecánicos como tamaño de las partículas, la humedad del material, sus componentes fundamentales, la biodegradabilidad, etc.), así como las facilidades de recolección, transportación, recepción, almacenamiento y tratamiento preliminar de la materia prima.

El biogás se obtiene al descomponerse la materia orgánica debido a la acción de cuatro tipos de bacterias, en ausencia de oxígeno: las hidrolíticas, que producen ácido acético, compuestos monocarbonados, ácidos grasos orgánicos y otros compuestos policarbonados; las acetogénicas, productoras de hidrógeno; las homoacetogénicas, que pueden convertir una cantidad considerable de compuestos multicarbonados o monocarbonados en ácido acético; y las metanogénicas, productoras del gas metano, principal componente del biogás, con una proporción de 40 a 70 % de metano (CH<sub>4</sub>), de

30 a 60 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de 0 a 1 % de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y de 0 a 3 % de gas sulfhídrico (H<sub>2</sub>S)(<http://es.wikipedia.org/wiki/biodigestor>)

### **CALENTADORES DE AGUA.**

**(Berríz, 2008)** plantea que: “En el calentamiento de agua para usos doméstico, de servicios e industrial se consumen enormes cantidades de energía. Las formas más comunes de calentar agua se realizan por medio de leña o carbón vegetal, petróleo, gas o carbón mineral, electricidad y radiación solar.

Con el avance tecnológico se han ido desarrollando tipos de calentadores solares más eficientes y apropiados para diferentes usos, donde se necesite un rango de temperatura de trabajo mayor que la que se requiere para calentar agua para el aseo personal, tales como calentamiento industrial de fluidos, sistemas de refrigeración, etc. El que ha alcanzado mayor éxito es el calentador solar de tubos al vacío (Fig. 2). (<http://www.cubasolar.cu>)

La energía es la base de la civilización industrial; sin ella, la vida moderna dejaría de existir. Los recursos energéticos son un conjunto de medios con los que los países del mundo intentan cubrir sus necesidades de energía para asegurar su calidad de vida y por supuesto requiere enfrentarse con criterios de racionalidad y eficiencia para evitar el agotamiento de las fuentes no renovables de energía. **(Prevés, 2008)**

Una de las prioridades de la política energética de la mayoría de las naciones del mundo, es lograr el máximo de eficiencia en el consumo de energía ya que esta acción alivia en buena medida las presiones y los riesgos tanto de tipo económico como ecológicos.

A largo plazo es posible que las prácticas de conservación de energía proporcionen el tiempo suficiente para explorar nuevas posibilidades tecnológicas, mientras tanto el mundo seguirá siendo vulnerable a trastornos en el suministro de petróleo debido, entre otras razones, al elevado crecimiento global de la economía y la población mundial; la

vida limitada de las fuentes convencionales de energía; los precios exorbitantes, volatilidad e incertidumbre en el mercado internacional de los combustibles fósiles; los impactos ambientales globales que provoca la explotación de los combustibles fósiles como el efecto invernadero y el calentamiento global de la atmósfera; las tensiones entre las naciones debido al acceso limitado a los combustibles fósiles convencionales y las potencialidades reales para la explotación de las energías renovables, entre otras. **(Prevés, 2008)**

La PML ha tenido un gran reconocimiento por ser un enfoque económico más efectivo para minimizar el impacto ambiental de la industrialización e involucra también aspectos relativos al manejo eficiente de los recursos energéticos antes de que abandonen los procesos y solo es viable, si se dispone de la capacidad de asumirla y ajustarla a las condiciones locales bajo las limitaciones tecnológicas y económicas actuales. **(Prevés, 2008)**

En la PML, la energía que se consume no es una constante invariable y esta estrategia nos permite elaborar medidas diseñadas para incrementar la eficiencia de su uso durante los diferentes elementos de la generación de energía y vapor para crear productos y servicios en las empresas con un mínimo de energía consumida. **(Prevés, 2008)**

### **1.6.- Mejoramiento continuo de la eficiencia energética**

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

acondicionamiento de aire (NIC y otros países asiáticos) (Figura 2.14). En América del Norte y Oceanía, con elevados niveles de intensidad de energía, la relación es bastante estable.

Uno de los aspectos importantes a tener en consideración es la determinación de las potencialidades y medidas mas comunes de incrementos de la eficiencia energética evaluados a partir de los diagnósticos energéticos que se realicen según **(Campos, 1999)** pueden aplicarse medidas de ahorro con gran efectividad que en opinión de esta autora deben incluirse como propuestas de este trabajo dentro de las que se destacan:

#### **Iluminación.**

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

#### **Factor de potencia.**

- Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos.
- Compensar la potencia reactiva y corregir el factor de potencia usando: motores sincrónicos, capacitores sincrónicos (muy costosos), capacitores de potencia (bajo costo, fácil instalación, muy poco mantenimiento, más usados).
- Conectar los capacitores de carga cerca de la carga que van a compensar.
- Sustitución de motores sobredimensionados.

#### **Motores eléctricos.**

- Selección apropiada de los motores eléctricos.
- Lograr los mayores períodos de operación del motor y su carga a la máxima eficiencia (75 - 95 % de su potencia nominal).
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos (3 - 5 % mayor de eficiencia).

#### **Sistemas de acondicionamiento de aire.**

- Reducción de ganancias térmicas mediante aislamiento, uso de aleros, micropersianas, etc.
- Eliminar el calor infiltrado a través de aberturas de puertas y ventanas.

- Comparar las cargas reales con las de diseño referidas a personas (persona/ m<sup>2</sup>), iluminación (W/m<sup>2</sup>), equipamiento (W/m<sup>2</sup>).
- Mantener en nuestro clima la temperatura del termostato en 25° C en verano y 18 °C en invierno.
- Limpiar los filtros de aire regularmente una vez por semana.

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

- Determinar las áreas que son factibles de controlar para reducir las cargas por demanda máxima.
- Valorar alternativas o estudios de costo - beneficio para implantar la autogeneración y cogeneración.
- Efectuar acomodos de cargas almacenando productos de los altos consumidores de energía en horario no pico para poder disponerlos en horario pico. Ej. bombas, hornos, compresores, etc.

#### **Generadores de vapor y calderas.**

- Ajuste de la combustión (relación aire - combustible).
- Mantenimiento de los quemadores (limpieza de boquillas).
- Revisar y mantener en buen estado las trampas de vapor.
- Revisar y mantener en buen estado el aislamiento térmico de la caldera y tuberías de vapor.
- Realizar y mantener en norma el régimen químico del agua de alimentación.
- Eliminar salideros de vapor y combustibles.
- Revisar y mantener el aislamiento de las tuberías de retorno del condensado.
- Mantener en buen estado el aislamiento del tanque de retorno del condensado.
- Mantener calibrados y en buen estado los instrumentos de medición.

#### **Sistemas de producción de frío.**

- Verificar el estado técnico del espesor óptimo de aislamiento en los recintos frigoríficos y conductos.
- Mayor superficie común entre cámaras (si son más de una).
- Uso de antecámaras acondicionadas (reducir entrada de calor y humedad exterior).

#### **Marmitas, planchadoras, pailas, vulcanizadores de vapor.**

- Estado técnico y funcionamiento de las trampas de vapor.
- Estado técnico y funcionamiento de los sistemas de venteo de aire.
- Hermeticidad de las tuberías de condensado y vapor.
- Evaluación de las pérdidas de calor. Vías de reducción.

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

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

**(Campos, 1999)**

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

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

- No siempre se tiene definido en que grado o que % de incidencia tiene cada portador energético en el consumo total de energía.
- No es muy común que el centro tenga identificados y en orden de prioridad los índices físicos de eficiencia por tipo de portador energético.
- Consejos de dirección administrativa con insuficientes análisis en relación al tema energético.

- **No solo es importante identificar los potenciales de ahorro y llevarlos a vías de hecho sino además es necesario realizar la evaluación económica de los mismos.**
- Débil Sistemas de monitoreo y control energético

Para erradicar estas deficiencias se aplica con mucha efectividad la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) desarrollada en el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), perteneciente a la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, ha desarrollado la (TGTEE), la que tiene como objetivo central crear en las empresas y unidades presupuestadas las capacidades técnico organizativas propias para administrar eficientemente la energía, posibilitando el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía.

Según **(Borroto, et al, 2006)** “La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicadas de forma continua, con la filosofía y principios de la gestión total de la calidad, permiten establecer en una empresa o unidad presupuestada nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía, y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada.”

La TGTEE ha tenido una amplia generalización en entidades de producción y servicios. El nivel de su aplicación en Cuba alcanza a un total de 132 empresas, y se realizó su implementación en una fábrica de cerveza y dos ingenios de México, en 19 empresas en Colombia, y se trabaja actualmente para su aplicación con carácter piloto demostrativo en dos empresas en Ecuador. **(Borroto, et al, 2006)**

Los principales beneficios alcanzados están relacionados con la capacidad creada en las empresas para la administración de la energía y la reducción de los costos y el impacto ambiental asociado. Esto se evidencia en la elevación de la preparación del personal para el trabajo por la eficiencia energética, en los sistemas de monitoreo y

control energético que emplean actualmente, en los potenciales de ahorro que se han determinado, en los proyectos de mejora evaluados técnica y económicamente que se han propuesto, y en los ahorros reales logrados con las medidas aplicadas en las diferentes empresas. **(Borroto, et al, 2006)**

Un importante beneficio social de la generalización de la TGTEE está asociado a la capacitación y formación de recursos humanos, lo que tiene un efecto multiplicador y garantiza la continuidad y sostenibilidad de los resultados alcanzados. Durante el periodo comprendido entre 1994 y 2005 se desarrollaron 60 actividades de capacitación especializada de diverso tipo, en las que se entrenaron y capacitaron en gestión energética y ahorro de energía a un total de 2684 directivos, técnicos y especialistas. **(Borroto, et al, 2006)**

Hasta la fecha resultan significativos el ahorro de energía y la disminución de los costos, así como la reducción del impacto ambiental alcanzados con la aplicación de las medidas específicas que la situación de las empresas y los recursos disponibles han posibilitado implementar. Las medidas aplicadas hasta el momento avaladas por los introductores, sin considerar los ahorros potenciales de otros proyectos identificados, ni los alcanzados en empresas que no los reportaron, han dado como resultado una reducción en el consumo de energía de 80,28 GWh/año, un ahorro de 3139885 USD/año y una disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> de 25047 ton/año. **(Borroto, et al, 2006)**

Actualmente este problema se enfrenta, al no contar con un sistema de gestión energética competitivo, mediante la adopción de medidas aisladas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia energética que debe lograr la empresa.

Los sistemas de planeación y control de la administración de energía que se aplican hoy en la mayor parte de las empresas en Cuba se han retrasado respecto a los métodos de planeación y control económico que el perfeccionamiento de la economía ha exigido.

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

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicadas de forma continua, con la filosofía y principios de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada en una empresa. **(Borroto, et al, 2006)**

Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

Su implantación se realiza mediante un ciclo de capacitación, prueba de la necesidad, diagnóstico energético, estudio socioambiental, diseño del plan, organización de los recursos humanos, aplicación de acciones y medidas, supervisión, control, consolidación y evaluación, en una estrecha coordinación con la dirección de la empresa.

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía le aporta a la empresa los siguientes beneficios:

- El establecimiento de un sistema efectivo de manejo eficiente de la energía con un servicio de seguimiento y control del funcionamiento adecuado de sistemas posteriores a la puesta en funcionamiento, para garantizar su consolidación y resultados.
- La determinación de la estructura de consumo y de pérdidas por portadores energéticos y áreas.
- La determinación de los energéticos, áreas, equipos y personal clave en la eficiencia energética.
- La caracterización del comportamiento energético de la empresa y sus principales tendencias en los últimos años.

- La determinación y justificación de los índices de consumo, de eficiencia y de economía energética de la empresa.
- La normación de estos índices al nivel de empresa, áreas y equipos claves, mayores consumidores.
- El establecimiento y/o actualización del sistema de información energética de la empresa.
- La identificación del banco de problemas energéticos a partir de un diagnóstico energético profundo.
- La formulación del banco de soluciones energéticas, justificadas técnica y económicamente.
- El plan de prioridades de ejecución de las soluciones energéticas en función el escenario económico financiero que establezca la gerencia de la empresa.
- La organización y capacitación de los recursos humanos vinculados al consumo de la energía para el control y evaluación de la eficiencia en las áreas claves.
- El establecimiento de un programa efectivo de capacitación, concientización y motivación del personal hacia la eficiencia energética.
- La capacitación del Consejo de Dirección y los especialistas de la empresa para la permanencia, desarrollo y perfeccionamiento de la Tecnología.
- El vínculo permanente con un centro consultor en tecnologías de uso eficiente de la energía.

Es particularmente novedoso el sistema de control energético, que incorpora todos los elementos necesarios para que exista verdaderamente control de la eficiencia energética. No existen antecedentes en el país de la utilización de un sistema con estas características ni con las herramientas gráficas y estadísticas del mismo.

El nivel de aplicación de la TGTEE en Cuba alcanza a un total de 132 empresas, destacándose especialmente un grupo de ellas por los positivos impactos alcanzados.

En cuanto a su aplicación en el extranjero, se realizó su implementación total en una fábrica de cerveza en México, aplicaciones parciales en dos ingenios de México y en 19

empresas en Colombia, y se trabaja actualmente para su aplicación con carácter piloto demostrativo en dos empresas en Ecuador. En estos tres países existe un mercado potencial para su comercialización, al coincidir los criterios en la superioridad de la TGTEE con relación a los servicios que se ofertan en este campo en los mismos. **(Borroto, et al, 2006)**

**En la Resolución Económica del V Congreso del PCC**, en la Sección que trata sobre las Perspectivas de la Economía Cubana, se plantea: “En los portadores energéticos, a los que el país dedica alrededor de la tercera parte de sus ingresos totales en divisas, será necesario, de una parte, concertar los esfuerzos en el ahorro de los tradicionales en toda la cadena de su utilización...”

La elaboración de los Planes Anuales, y en particular, de los Portadores Energéticos, el Análisis de la Eficiencia y de los Indicadores que la expresan\_ deben tomar lugar central en la planificación; por tanto, el examen de la eficiencia y su incremento han de convertirse en el punto de partida de las proyecciones y de los análisis que cada entidad realice, tendiendo al máximo ahorro de los portadores energéticos sin afectar el cumplimiento de las actividades principales y razón de ser de las mismas.

### **1.7.- El mantenimiento de equipos en el mundo y Cuba. Su concepción.**

**Patrick de Groot** en su obra “El mantenimiento en países en vías de industrialización” plantea que “...el origen de muchos problemas de mantenimiento se puede encontrar mucho tiempo antes de la puesta en marcha de las instalaciones en fase de diseño y otros aparecen como consecuencia de:

- No existe planificación de mantenimiento.
- Planificación de lubricación incompleta.
- No hay preparación de tareas, no hay análisis de trabajo.
- No existen historias ni documentación técnica de las maquinas.
- Selección equivocada de los repuestos o materiales almacenados.

- Imposibilidad de indicar o de respetar plazos.
- Formación en organización de mantenimiento, métodos y administración proyectados para ingenieros y personal de mantenimiento no son suficientemente detallados o muchas veces no corresponden a las necesidades reales

La falta de una documentación técnica es una de las desventajas más graves con las que se enfrentan los países en desarrollo en la práctica del mantenimiento. Esto comprende dibujos no detallados, malas instrucciones de operación y mantenimiento, instrucciones incomprensibles para reemplazar piezas o conjuntos, inadecuadas listas de repuesto y lista de diagnóstico de averías incompletas en las instituciones de salud (Hospitales) se aplica el mantenimiento correctivo y en menor porcentaje el mantenimiento predictivo, lo que se necesita es aplicar métodos y tecnologías de diagnóstico para dar los primeros pasos para el mantenimiento predictivo que es el seguimiento y consecutividad del análisis de los equipos.”

Este aspecto muestra su incidencia igualmente en el caso de estudio de este trabajo, presentándose dificultades de este orden que en ocasiones generan problemas en el momento de realizar análisis, comprobaciones y estudios relacionados con el consumo energético de equipos no médicos.

### **1.8.- Problemas científicos y su planteamiento**

según **(Martín, 2002)** “ Un problema es un hecho o grupo de hechos que producen malestar o inquietud y merecen ser solucionados. El hombre tiene diferentes problemas, tales como familiares y profesionales. Una organización tiene problemas esporádicos y crónicos. Teniendo en cuenta la teoría del conocimiento se pueden clasificar los problemas en dos tipos: los cotidianos y los científicos. Los problemas científicos se aplican al conocimiento científico. El problema científico se puede definir como la contradicción entre el nivel existente del saber y el nivel objetivamente necesario del saber. Se trata de un déficit de saber objetivo, que surge de la confrontación del hombre con su mundo. Por ejemplo, la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos tiene entre sus objetivos implantar las normas ISO 9000.”

Los problemas científicos se descubren, no se inventan. En ese sentido, el investigador es un problematizador profesional. Está adiestrado para descubrir y solucionar problemas.

Las fuentes más adecuadas a las que puede acudir para encontrar un problema científico son:

- Consultar a especialistas de la materia que investigan en su campo. Los profesores universitarios, investigadores y especialistas de la producción y servicios, por el nivel de actualización del conocimiento científico y por sus relaciones con instituciones científicas y con el sector empresarial, son las fuentes más adecuadas cuando se desea obtener un título de ingeniero o de master.
- Cuando no hay ninguna clase de información o cuando es incompleta sobre algún tema en particular e importante.
- Cuando se presenta una dificultad o necesidad en el sector tecnológico, institucional o informático.

De acuerdo a lo planteado por **(Martin, et al, 2002)** Los problemas científicos se originan a partir de las ideas, las cuales pueden provenir de diferentes fuentes como se ha explicado anteriormente. Generalmente las ideas son vagas y deben ser traducidas en problemas concretos para lo cual se requiere de vocación, calificación intelectual y contar con existencia bibliográfica.

A pesar de la importancia del ahorro de energía para el mundo y en especial para el país no se ha implementado la tecnología de gestión total eficiente de la energía en las instituciones de mayor consumo buscando trazar las políticas de ahorro para las mismas con resultados satisfactorios como es el caso del Matadero de Aves de Sancti Spíritus” institución con alto consumo de portadores energéticos, con sistemas ingenieros como generadores de vapor y grupos electrógenos, sistemas de, cámaras de congelación y mantenimiento entre otras.

Por tanto debemos hacernos las siguientes preguntas para llegar al planteamiento del problema científico a resolver:

Cuales medidas pudieran incrementar la eficiencia energética.

Cuales serian las áreas de mayor consumo de la institución sobre las cuales accionar para lograr ahorros de portadores energéticos.

Que resultados se obtendrán con el diagnostico que se realice.

Serán efectivos y eficientes los indicadores energéticos y económicos que se aplican en la institución.

Que potencialidades de ahorro energético presenta la institución que nos permita lograr eficiencia, uso racional y ahorro de los portadores que se consumen.

Los trabajadores y directivos están identificados con este proceso y sentirán de utilidad el trabajo que se acomete.

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

## **Capítulo. 2.- Material y Métodos.**

En este capítulo se muestran los métodos y procedimientos empleados para cumplir con los objetivos trazados manteniendo la secuencia de la investigación, se explican los aspectos relacionados con la aplicación la prueba de necesidad en el Matadero de Aves de Sancti Spíritus como primer paso para la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. (TGTEE). A continuación como resultado de la realización del diagnóstico se expone la forma en que se determinaron las principales causas que influyen en el elevado consumo de portadores energéticos de la institución como punto de referencia para la realización del plan de acción.

- Para la realización del diagnóstico de la situación actual e histórica de la institución se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Caracterización de la institución.
- ❖ Impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la institución.
- ❖ Índices de eficiencia energética.
- ❖ Estructura de consumo de los portadores energéticos.
- ❖ Consumo de electricidad.
- ❖ Consumo de diesel total.
- ❖ Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía y el diesel en el Matadero de Aves.
- ❖ Diagrama causa efecto.
- ❖ Plan de acciones.

### **2.1.- Caracterización de la institución**

En el epígrafe se realiza una exposición de las características de mayor relevancia del Matadero de Aves, se definen los portadores energéticos que se consumen en el periodo de 2007 a 2009, con la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se representó el gráfico 3.1 de producción de toneladas de carne contra tiempo, las variaciones que se presentaron en este nivel de actividad

en el periodo especificándose los valores máximos y mínimos y analizándose las razones por las cuales algunos valores tienen un comportamiento contradictorio.

Se realizó el Diagrama de flujo de proceso total de la institución enfocado al flujo de la actividad siendo de gran utilidad para detectar entorpecimientos en la actividad, exceso de decisiones, descubrir toma de decisiones imprecisas, estar claro qué hacer ante una circunstancia dada.

## **2.2 Análisis de los gastos de portadores energéticos e incidencia de estos en los gastos totales de la institución.**

Se determina los gastos totales de los portadores energéticos en el periodo de análisis (2007 – 2009) así como el impacto de los consumos energéticos en los gastos totales del Matadero de Aves, se identificaron las principales partidas:

- Gastos de Personal (salario)
- Gastos Energía, combustibles y lubricantes.
- Gastos de reparaciones y mantenimientos.
- Servicios de prestación de servicios.

Una vez identificadas las partidas económicas, se realizó la recopilación de todos los valores en miles de pesos de cada uno de ellos por años, utilizando como fuente el de análisis del balance anual del departamento de contabilidad y finanzas del Matadero de Aves donde se tomaron los gastos totales, sistema implementado por el Ministerio de Economía y Planificación. Despachado mensualmente en la Empresa Avícola provincial para ser consolidado y enviado al la UECAN.

Con los datos y la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel, se construyó un diagrama de Pareto ([gráfico 3.2](#)) ([Anexo 1](#)). , mediante el cual se presentan los indicadores en orden descendente, en por ciento, donde los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada indicador respecto al total.

## **2.3.- Estructura de consumo de los Portadores energéticos**

La estructura de consumo de los portadores energéticos del Matadero de Aves se obtuvo realizando una recopilación de datos de los consumos del periodo 2007- 2009.

(Anexo 2). (fuente modelos 5073 control del consumo de los portadores energéticos mensuales)

Al igual que en el epígrafe anterior, se trabajó con la ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel y con los datos obtenidos se construyó un diagrama de Pareto (gráficos 3.3 ) con el que se identificaron los portadores energéticos que inciden sobre el 75 % del consumo de energía de la institución y permitió separar los “Pocos Vitales “ de los “Muchos Triviales”,

utilizando los factores de conversión vigentes según Departamento Energía y Combustible Poder Popular Provincial para llevar los consumos de cada portador energético a combustible equivalente.

**La aplicación de este diagrama dió la oportunidad de:**

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la institución, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora que se proponga.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la institución,

**2.4 Consumo de electricidad.**

Para efectuar el análisis de la energía eléctrica en el Matadero de Aves se tomó como período base los años 2007 al 2009.

Los pasos seguidos para realizar estos análisis fueron los siguientes:

- ❖ Caracterización del consumo de energía eléctrica en dicho centro incluyendo además las características de la tarifa eléctrica aplicada M1A de media tensión con actividad continua, con los cargos que la misma contempla.

- ❖ Recopilación los consumos mensuales de este portador energético mediante la ayuda del modelo 5073 Reporte del consumo de portadores energéticos para el periodo 2007-2009 y con el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el grafico el comportamiento de la energía eléctrica durante esa etapa en MWh en el que se determinaron también las desviaciones máxima y mínimas del mismo.(gráfico 3.4) (Anexo 3 )
- ❖ Recopilación de las producciones mensuales mediante la ayuda del departamento de producción del centro con su modelaje de producción diaria para el periodo 2007-2009 y con el asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel se elaboró el grafico el comportamiento de la producción de toneladas de carne analizando cuando el comportamiento resulta contradictorio. se realizó un gráfico de dos ejes del tipo  $x, y_1, y_2$ .(gráfico 3.5)
- ❖ Con los datos obtenidos anteriormente de los consumos de energía eléctrica y las producciones en el período 2007-2009, se construyó un diagrama de dispersión de la energía consumida por mes con respecto a la producción de carne de Aves durante ese mismo período lo que reveló una importante información sobre el proceso. (gráfico 3.6) Este gráfico se realizó con el objetivo de:
  - Determinar en que medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.
  - Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre si y por tanto, si el indicador es válido o no.
  - Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

Para la elaboración del gráfico de Electricidad consumida contra toneladas de productos (gráfico 3.6) se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Se recolectaron los datos de consumo de energía (E) y producción (P) asociadas a ellos para el mismo período de tiempo seleccionado.

- Posteriormente se graficaron los pares (E, P) en un diagrama x, y. En el eje y se ubicó la escala de consumo energético y en el eje x la escala de producción.
- Se determinó, utilizando con ayuda del asistente de gráficos del tabulador electrónico de Microsoft Excel, el coeficiente de correlación entre E y P.
- Se trazó entonces la recta que más se ajustó a los puntos situados en el diagrama o línea de tendencia.
- Se calculó con el mismo procesador la pendiente y en el intercepto de la recta con la forma,  $E=mP+E_0$ .

Donde:

E... Energía.

m.....Valor de la pendiente.

P... Pacientes atendidos

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

La construcción del gráfico de índice de consumo contra producción ([gráfico No.3.7](#)) se realizó ya que después de haber obtenido el gráfico energía contra pacientes atendidos (E vs. P) y la ecuación  $E = mP + E_0$  los resultados mostrados evidencian su necesidad de aplicación.

Para elaborar este gráfico se tomaron los valores reales del período base (enero 2009-junio 2010) cumpliendo los pasos siguientes:

Se determinó y se trazó la curva teórica  $IC = f(P)$  a partir de la expresión  $E = f(P)$  del período base, dando valores determinados de producción (P)

Se determinaron los pares de datos reales (E/P, P) de los registros de datos de E y P utilizados para realizar el diagrama E vs. P. del primer semestre del año 2010

**Este gráfico se empleó para:**

- Caracterizar el nivel de eficiencia con que un trabajo en el período evaluado al comparar los pares reales (E/P, P) sobre el diagrama con la curva de referencia.
- Comprobar los índices de consumo de los portadores energéticos de mayor consumo en la institución para determinados niveles de actividad previstos.
- Evaluar el nivel de eficiencia energética de la producción para los portadores energéticos de mayor consumo a nivel de institución.

El gráfico de tendencias o sumas acumulativas ([gráfico No.3.8](#)) se utilizó para monitorear la tendencia de las variaciones de los consumos energéticos con respecto a un período base de comparación dado y además para determinar cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.

**Para realizar este gráfico:**

1. Seleccionar el período base de comparación.
2. Determinar para el período seleccionado la expresión de relación del consumo de energía y la producción asociada:  $E = m.P + E_o$ , con un coeficiente de correlación significativo.
3. Recopilar los valores de E y P para el período actual donde se evaluará la tendencia.
4. Elaborar la tabla de valores de tendencia según el siguiente formato:

**Tabla de valores de tendencia**

Período (día, mes, año)	$E_a$	$P_a$	$E_T = m \times P_a + E_o$	$E_a - E_T$	Suma acumulativa [[ $(E_a - E_T)_i + (E_a - E_T)_{i-1}$ ]

Donde:

$E_a$  – energía consumida en el período actual

$P_a$  – producción realizada asociada a  $E_a$ , en el período actual.

$E_T$  – energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual,  $P_a$ .

$m, E_o$  – pendiente y energía no asociada directamente al nivel de producción de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.

$(E_a - E_T)$  – diferencia entre la energía consumidos en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.

Suma acumulativa - se acumula la suma de las diferencias. Es una suma algebraica (si un valor es negativo y otro positivo se resta). El primer período no tiene suma acumulativa; este coincide con el valor de la diferencia  $E_a - E_T$ .

5. Realizar el gráfico en un sistema de coordenadas x, y. En el eje x se registran los períodos (mes 1, mes 2, ...) y en el eje y el valor de la suma acumulativa.

El gráfico de tendencia permitió conocer la tendencia real de la institución en cuanto a variación del consumo energético; determinó la magnitud del ahorro o gasto en el período enero a junio de 2010 con respecto al período base año 2009.

## **2.5- Análisis del combustible diesel total**

Para el análisis del Combustible Diesel se tomó como período base los año 2007-2009 y el año 2009 ([anexo 4](#)) para los análisis de tendencia en el consumo.

Para la realización de los [gráficos 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13](#) (Control del consumo de diesel) se siguieron los mismos pasos descritos en el epígrafe anterior 2.4, para la energía eléctrica pero ahora diesel, utilizando las mismas fuentes para la obtención de los valores de cada período analizado.

## **2.6.- Análisis del consumo de agua.**

Se procedió al análisis del consumo de agua en el centro durante la jornada de trabajo, la cual está destinada mayormente a la producción, se tomaron las lecturas del contador, se realizaron valoraciones y se propusieron medidas de ahorro.

## **2.7.-Análisis de los índices de consumo e indicadores de eficiencia energética de la institución.**

Para ello se realizó la recopilación de datos estadísticos (2007, 2008 y 2009)

Los datos de trabajo fueron tomados de los documentos oficiales como modelo 5073-03 control del consumo de combustibles, modelos de control del consumo de combustibles por actividades, modelos de estadística y balances económicos mensuales de la institución.

Se procedió a trabajar y analizar los consumos de portadores energéticos de la institución en el periodo analizado, niveles de actividad (producción de toneladas de carne, todo lo cual se graficó para conocer y estudiar su comportamiento y realizar las correspondientes propuestas de modificación o sugerencias técnicas necesarias de acuerdo al nivel de correspondencia entre el consumo de portadores energéticos y nivel de actividad. Se emplearon los métodos de:

1. Grafico de control de índices de consumo se empleó aprovechando su ventaja de ser un diagrama lineal que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Se analizaron los índices de consumo de la institución orientados por el organismo superior (Ministerio de la Agricultura), para la electricidad MWh/toneladas de carne y para el resto de los portadores Consumo físico/toneladas de carne. Nos dio de forma general el comportamiento del consumo de portadores energéticos en relación con el nivel de actividad, esto posibilita tener una idea general y poder comprobar estos resultados pero desde el punto de vista técnico energético y la información que brindan

ya que no existen los medios e instrumentos necesarios para la determinación del indicador, no se cuenta con todos los medios, técnicas de diagnóstico y equipamiento de avanzada que nos permita realizar los cálculos y comprobaciones necesarias.

## **2.8.- Situación de la institución referente a la gestión energética.**

Para efectuar el diagnóstico de la gestión energética de la institución además de tener como base los análisis efectuados en los epígrafes anteriores se realizó la inspección de recorrido, se intercambié con los miembros de la comisión de energía del centro y consejo de dirección, se intercambio además con trabajadores vinculados directamente a las áreas de producción donde se identifican los mayores consumos de portadores energéticos, así como con trabajadores de experiencia y larga trayectoria dentro de la institución con participación en eventos donde se trabajo el tema energético, con la finalidad de obtener información y resultados sobre el tema que garantice que las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, donde la dirección reconozca el esfuerzo del equipo de trabajo y que exista comunicación entre los niveles en la toma de decisiones.

## **2.9.- Soluciones por eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.**

### **2.9.1.-Calculo del COP de los compresores de refrigeración en el Matadero de Aves.**

Se tomaron los datos técnicos de la cámara para proceder a los cálculos pertinentes según bibliografía.

Se procedió a la inspección de recorridos determinando el estado técnico de del aislamiento de tuberías y de la cámara en si, así como las condiciones de almacenaje de los productos alimenticios, dimensiones de la cámara.

Se chequeo durante un periodo de funcionamiento (1 día) de trabajo para determinar frecuencia de trabajo.

Se procedió a efectuar los cálculos siguientes:

### **Elementos fundamentales del ciclo.**

Un sistema de refrigeración está compuesto por equipos básicos y auxiliares, entre los primeros se encuentran:

- 1- Compresor.
- 2- Condensador
- 3- Dispositivo de expansión
- 4- Evaporador.

Se obtuvieron a partir del diagrama h-p los principales parámetros necesarios para el cálculo del coeficiente de funcionamiento del ciclo ( COP) del compresor. 2AZ10

h1: Entalpía del refrigerante que sale del evaporador y que entra al compresor, (Kj/Kg)

h2: Entalpía del vapor que sale del compresor y que entra al condensador, (Kj/Kg)

h4: Entalpía del líquido del refrigerante que sale del condensador (Kj/Kg)

h6: Entalpía del vapor del refrigerante que entra al evaporador(Kj/Kg)

Qo: Capacidad de refrigeración

$\eta_v$ : Eficiencia volumétrica del compresor

### **Efecto refrigerante (q)**

$$q = (h_{sal} - h_{ent})_{evap} \text{ kj/kg.}$$

### **Flujo de refrigeración**

$$Gr = Q/q \text{ kj/s}$$

### **Trabajo del compresor ( I ),**

$$I = h_2 - h_1 \text{ kj/kg.}$$

### **Potencia teórica demandada por compresor**

$$Pt = I * Gr \text{ kw}$$

### **Potencia real demandada por compresor (P)**

$$Pr = I * Gr * \eta_v \text{ Kw}$$

Siendo  $\eta_v$ : la eficiencia volumétrica del compresor.

### **Coeficiente de funcionamiento del Ciclo (COP)**

$$COP = q/L$$

Realizado el cálculo al compresor 8 ASJ10 de dos etapas y que trabaja con el sistema de  $-35^\circ\text{C}$  se obtuvo el siguiente resultado.

$$T_o = -35^\circ\text{C}$$

$$T_1 = T_o + 5^\circ\text{C}$$

### **$\eta_v$ : Eficiencia volumétrica del compresor**

$$Q_o \text{ kw}$$

### **Efecto refrigerante (q)**

$$q = (h_{\text{sal}} - h_{\text{ent}})_{\text{evap}} \text{ kJ/kg.}$$

### **Flujo de refrigeración**

$$Gr = Q/q \text{ kJ/s}$$

### **Trabajo del compresor ( I ),**

$$I = (h_2 - h_1) + (h_4 - h_3) \text{ kJ/kg.}$$

### **Potencia teórica demandada por compresor**

$$Pt = I * Gr \text{ kw}$$

Potencia real demandada por compresor (P)

$$Pr = I * Gr * \eta_v \text{ Kw}$$

Siendo  $\eta_v$ : la eficiencia volumétrica del compresor.

Coeficiente de funcionamiento del Ciclo (COP)

$$COP = q/L$$

Se le realiza la medición al Amperaje de los compresores que se encuentran trabajando, los compresores No1, No2 y No5 y se utilizó como instrumento de medición al hokoom y en días normales siempre coincidiendo en el mismo horario chequeábamos el consumo de los equipos.

Según (**Borroto, 2006**) el cálculo económico se realiza teniendo en cuenta:

### **Valor Presente Neto (VPN)**

Esta técnica se basa en calcular el valor presente neto de los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto. Es una medida de las ganancias que puede reportar el proyecto, siendo positivo si el saldo entre beneficios y gastos es favorable, y negativo en caso contrario. Se determina como:

$$VPN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1 + D)^i}$$

Donde:

$K_0$  - Inversión o capital inicial.

$Fc_i$  - Flujo de caja en el año  $i$ .

$D$  - Tasa de descuento real utilizada.

De forma general, el flujo de caja se puede calcular como:

$$Fc_i = (I_i - G_i - Dep) \cdot (1 - t/100) + Dep$$

Donde:

$I$  - Ingresos en el año  $i$ , \$

$G$  - Gastos en el año  $i$ , \$.

$T$  - Tasa de impuestos sobre ganancia, %.

$Dep$  - Depreciación del equipamiento o amortización de la inversión, \$.

## **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el Valor Presente Neto. En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento.

Analíticamente la TIR se determina como:

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i}$$

Como se puede observar, esta ecuación no se puede resolver directamente, sino que se requiere de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR.

## **Período de Recuperación de la Inversión (PRI)**

Es el tiempo en que se recupera la inversión inicial para una tasa de descuento  $D$  considerada. Se calcula como el momento para el cual el VPN se hace cero.

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^{PRI} \frac{FC_i}{(1 + D)^i}$$

Esta ecuación no puede resolverse directamente, por lo que para obtener el valor del PRI se le van adicionando gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea cero, en ese momento se ha recuperado la inversión.

Tradicionalmente el período de recuperación se calcula como la inversión inicial entre los ingresos esperados por año, sin tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo, o costo del uso del capital inicial, por lo que por esta vía el valor que se obtiene es inferior al real, y generalmente se denomina como Período Simple de Recuperación de la Inversión.

Con estos resultados y los del cálculo económico se propusieron soluciones en el capítulo No.3

### **2.10- Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía en la institución.**

Para la determinación de las principales oportunidades de ahorro, se realizó un diagnóstico energético preliminar, también llamado diagnóstico de recorrido el cual consistió en una inspección visual de las instalaciones energéticas de la planta, en la observación de los parámetros de operación, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como de la información estadística existente sobre el consumo y facturaciones. Con este diagnóstico se obtuvo un panorama global generalizado del estado energético y una idea preliminar de los potenciales de ahorro.

Se incluyen además soluciones energéticas evaluadas cuantitativas y cualitativamente que permitieron reducir los consumos de portadores energéticos y los gastos que ello representa.

### **2.11.- Diagrama de Causa y Efecto.**

El Diagrama de Causa y Efecto ([gráfico 3.14](#)) se utilizó para identificar las posibles causas del problema específico existente (el alto consumo de portadores energéticos). La naturaleza gráfica del diagrama permitió organizar gran cantidad de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Su realización se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

- Identificar el problema: El problema (el efecto generalmente está en la forma de una característica de calidad) es algo que queremos mejorar o controlar.
- Registrar la frase que resume el problema: Escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio para el resto del Diagrama hacia la izquierda. Dibujar una caja alrededor de la frase que

identifica el problema (algo que se denomina algunas veces como la cabeza del pescado).

- Dibujar y marcar las espinas principales. Las espinas principales representan el input principal/ categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar. Se utilizaron los materiales, técnicas, organizativas y métodos.
- Dibujar una caja alrededor de cada título: El título de un grupo para su Diagrama de Causa y Efecto puede ser diferente a los títulos tradicionales; esta flexibilidad es apropiada y se invita a considerarla.
- Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto. Las ideas generadas en este paso guiarán la selección de las causas de raíz. La misma se llevó a cabo durante el diagnóstico de recorrido de manera que ambas técnicas sirvieron de base para la determinación de las causas. Fue importante que solamente causas y no soluciones del problema fueran identificadas. El propósito de la herramienta fue siempre estimular ideas.

## **2.12.-- Definición del plan de acción**

Es la traducción de las oportunidades de ahorro detectadas en acciones concretas para llevar a vías de hecho el ahorro de portadores energéticos en la entidad. Para su elaboración fue necesario asignar un responsable que supervise y ejecute los planes de acción marcados en los plazos previstos, asignar los recursos humanos, materiales y financieros requeridos, evaluar los costes previstos y de una manera especial, jerarquizar la atención y dedicación que se debe de prestar a dichos planes en función de su urgencia e importancia.

Todo Plan de acciones debe contener tareas a realizar de forma inmediata para el caso que se produzcan desviaciones de los objetivos propuestos durante su período de vigencia. Los planes de retaguardia tienen siempre que estar a punto.

En esta etapa se definieron que acciones concretas se debían realizar en cada para mitigar las causas que provocaron el efecto.

En este Plan de Acción o Programa vienen detallados los siguientes aspectos:

- Recursos disponibles.
- Acciones específicas que van a tomarse.
- Personas responsables de llevarlas a cabo.
- Momento en que dichas acciones deben tomarse.
- Valoración y resultados esperados de cada una de ellas.

El número y contenido de los planes de acción varía de una empresa a otra, dependiendo del tipo de actividad y sobre todo de la organización interna de la misma. Para ejecutar los planes establecidos, la organización debe coordinar, motivar y controlar todas las acciones que se realicen por lo que se deben llevar a cabo las siguientes tareas:

- Identificación de las funciones comerciales a desarrollar por los distintos niveles y posiciones de la organización.
- Agrupación de las funciones que guarden relación entre sí y asignación de las mismas a las distintas posiciones de la organización.
- Establecimiento del nivel de autoridad y responsabilidades de cada posición de la organización.
- Determinación de los niveles de supervisión necesarios.
- Clarificación de las relaciones entre las distintas posiciones de la organización comercial.

## **Capítulo No. 3. Análisis de los resultados.**

### **3.1.- Caracterización de la institución.**

El Matadero de Aves de Sancti Spíritus se encuentra ubicado en la periferia del reparto de Colón de esta ciudad, comenzó a funcionar en mayo de 1992.

Cuenta con 4 áreas fundamentales las cuales son la de producción, refrigeración, Calderas y residuales.

Tiene como objeto social el sacrificio y comercialización de Aves.

El principal consumo es el de energía eléctrica por encima del 75 % del total de los portadores energéticos.

El centro tiene dentro de esta estructura de consumo provincial de portadores energéticos el 50.0 %, según balance anual del consumo de portadores energéticos de la Empresa Avícola Sancti Spíritus, presenta consumos mensuales de 20.0 MWh de energía eléctrica, 3300 litros de diesel para uso de los generadores de vapor, 200 litros de diesel indirecto o sea para el transporte de personal, 80 litros de gasolina consumida por vehículos administrativo y 90 kg. de gas para la cocción de alimentos de trabajadores.

El centro no cuenta en estos momentos con procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que pueda aplicarse de forma continua que permitan el aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, reducción de los costos energéticos y con ello elevar las capacidades técnico-organizativas, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

En el Matadero de Aves el proceso comienza con el arribo de los pollos a la planta, donde son aturdidos y sacrificados; se le extrae la sangre y con posterioridad son escaldados. Después de ser eliminadas las plumas, se extraen las vísceras, se preenfrían, se escurren y finalmente se empaacan.

En el preenfriamiento existen varias condiciones técnicas necesarias a ejecutar para obtener rendimientos eficientes establecidos para este tipo de industria.

El preenfriamiento de la canal es una operación imprescindible en todo Matadero de Aves, tanto para pollo congelado como para pollo fresco. Este proceso en nuestro Matadero se realiza a través de tanques para este propósito (chillers) a los cuales se les suministra agua con hielo hasta alcanzar una temperatura de 4°C que es la establecida ante de pasar las canales a los túneles de congelación. Esta temperatura debe lograrse lo más rápidamente posible.

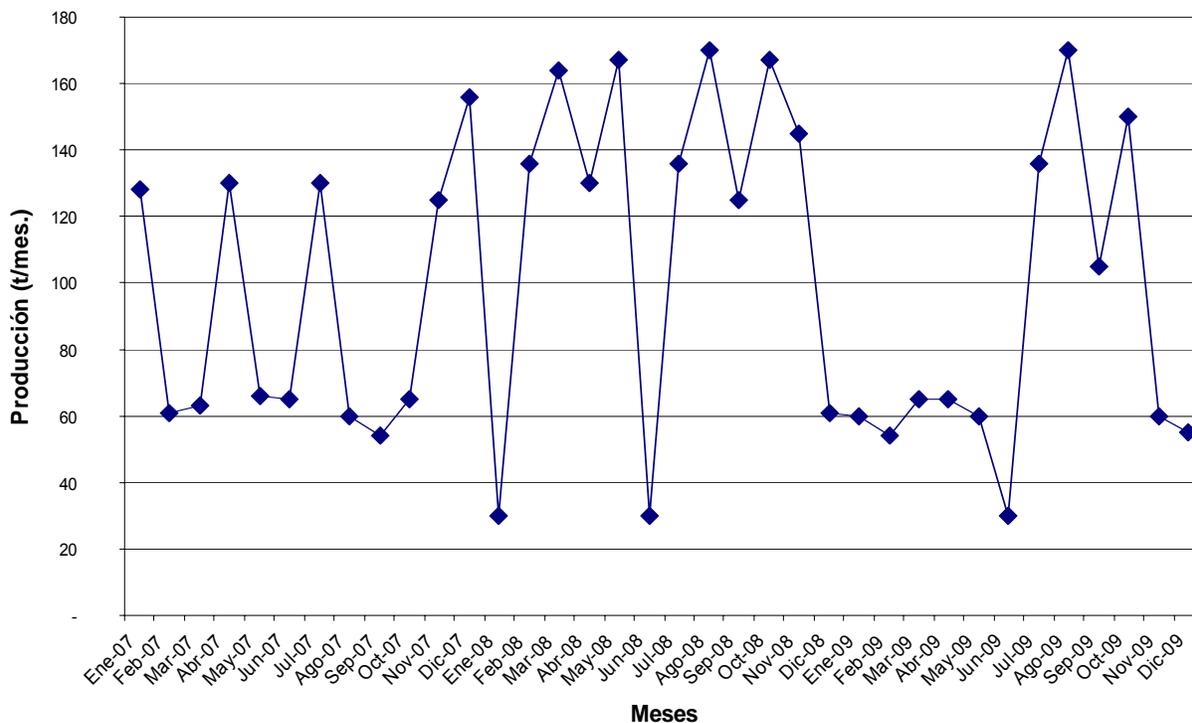
A la entrada de este proceso las canales arriban a una temperatura cercana a los 40°C pero lograr disminuirla a los 4°C como está establecido en las condiciones anteriores a la introducción de la nueva tecnología se hacia realmente imposible.

Esta operación en los tanques de preenfriamiento (chillers) se realizaba de forma manual o sea la introducción y extracción de las canales de estos la realizaba el hombre introduciendo las manos en el agua helada trayendo como consecuencia que no se alcanzara la temperatura necesaria en los chillers y por consiguiente la aparición rápida de microorganismos bacterianos y mayor trabajo de los equipos de fríos al entrar el pollo con más alta temperatura a los túneles además no se logre la hidratación requerida de hasta el 8% para este proceso. La hidratación es la recuperación del agua que se pierde durante el proceso de escaldado.

Una vez hidratados pasan a la congelación y al mantenimiento de refrigeración

### **3.2.- Estructura de gastos de los portadores energéticos.**

Esta estructura de gastos del centro desde el punto de vista económico y confirma la necesidad de disminución de los consumos por este concepto en cada portador y la urgencia de la aplicación de las medidas en los potenciales de ahorro.

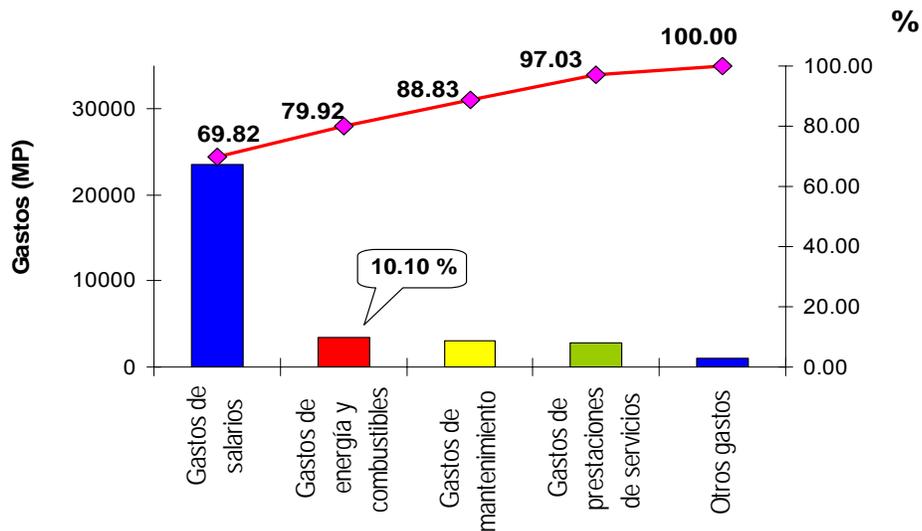


**Grafico No.3.1 Comportamiento de los niveles de Producción en el Matadero de Aves de Sancti Spíritus en el período analizado 2007- 2009.**

**Fuente:** datos Estadística de producción.

**Elaboración propia.**

El sacrificio de Aves en este período como principal nivel de Actividad del centro muestra inestabilidad debido a que solamente se concentra en el sacrificio de gallinas lo cuál está en dependencia del período de decrepitud que le corresponda, los niveles más bajos se produjeron en enero y junio de 2008 y junio del 2009. A mediados del año 2009 comienza el sacrificio de cerdos de la institución pero a pequeña escala esto se ha ido incrementando este sacrificio paulatinamente durante el año 2010.



**Grafico No.3.2 Incidencia de los gastos de portadores energéticos dentro de los gastos totales del centro periodo 2007-2009.**

**Fuente: Balance contable.**

**Elaboración propia.**

El gráfico reflejó que los gastos en portadores energéticos representan el 10.10 % del total de gastos del Matadero de aves, a pesar de no representar un alto por ciento dentro de los mismos si ofrece la oportunidad de aplicar medidas para reducir los consumos y con ello los gastos.

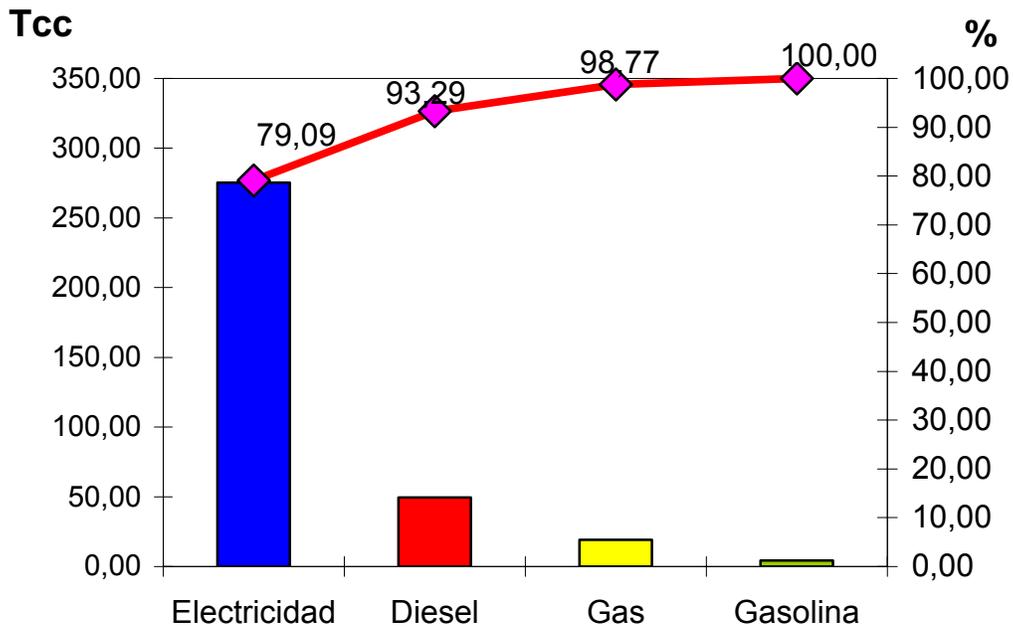
### **3.3.- Estructura de consumo de portadores energéticos en el Matadero de Aves.**

El consumo de electricidad representa el 79.09 % de los gastos totales de la empresa donde si bien no se excede de su plan asignado si tiene gastos que suman en el total como son por penalización, por bajo factor de potencia.

El diesel presenta una situación estable por ser el de la Caldera aunque debe trabajarse permanentemente por mejorar el índice de consumo, representa el 19.3 %.

El gas licuado representa el 6.7 % del consumo total y con una tendencia al incremento de su consumo, debido fundamentalmente al incremento de los comensales y consecuentemente las raciones a confeccionar y servir, y al del sacrificio de gallinas. Gráfico No. 2

Nótese que el resto de los portadores tienen incidencia pero en menor medida que los mencionados anteriormente no queriendo decir que no haya que trabajar en los mismos



**Gráfico No. 3.3 Diagrama de Pareto del Matadero de Aves de Sancti Spíritus en el periodo de 2007 a 2009**

**Fuente:** datos Estadística económica

**Elaboración propia.**

Se pudo apreciar en el gráfico No. 3.3 que dentro de la estructura de consumo físico de los Portadores Energéticos en el Matadero de Aves el mayor consumidor lo constituye la electricidad seguido por el diesel directo para calderas, ambos representan más del 80 % del consumo total, la gasolina 1.6 % y el gas manufacturado para la producción el 6.7 %. Esto nos da la posibilidad de determinar las áreas de mayores consumos en la

institución, hacia donde deben estar encaminadas las medidas de reducción de los consumos y donde se encuentran el 80 % de los problemas trabajando en los portadores de electricidad y el diesel.

### **3.4.- Consumo de electricidad en el Matadero de Aves.**

El centro recibe el servicio de electricidad a partir de contrato anual con la Organización Básica Eléctrica en el territorio, la tarifa aplicada es la **M.1.A. Tarifa de media tensión con actividad continúa**. Se aplica a todos los servicios de consumidores clasificados como de media tensión con actividad de 20 horas o más.

Donde se factura a:

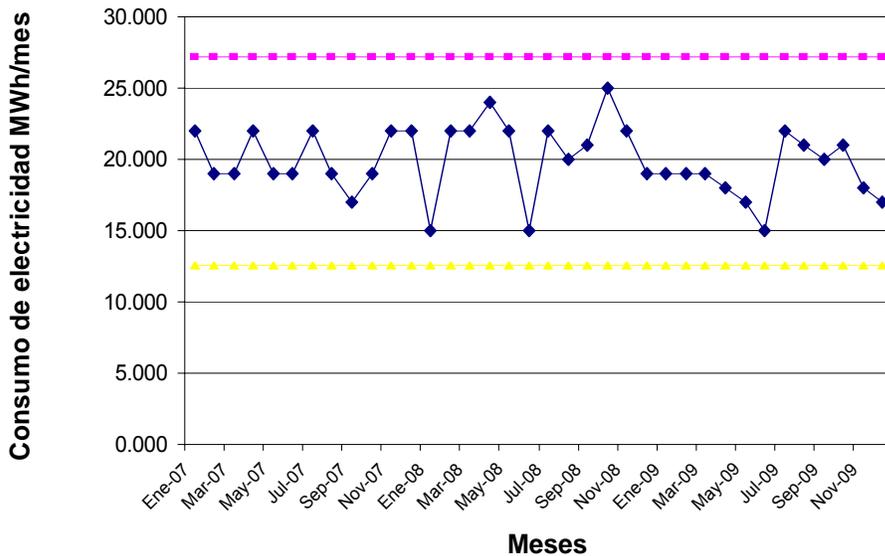
\$5.00 mensual por cada kW. de máxima demanda contratada en los horarios de día y pico comprendido entre las 6.00 y las 22.00 horas.

\$0.083 por cada kWh. Consumido en horario pico.

\$ 0.042 por cada kWh. Consumido en horario del día.

\$ 0.028 por cada kWh. Consumido en horario de la madrugada.

La demanda contratada con la OBE es de 160 Kw.



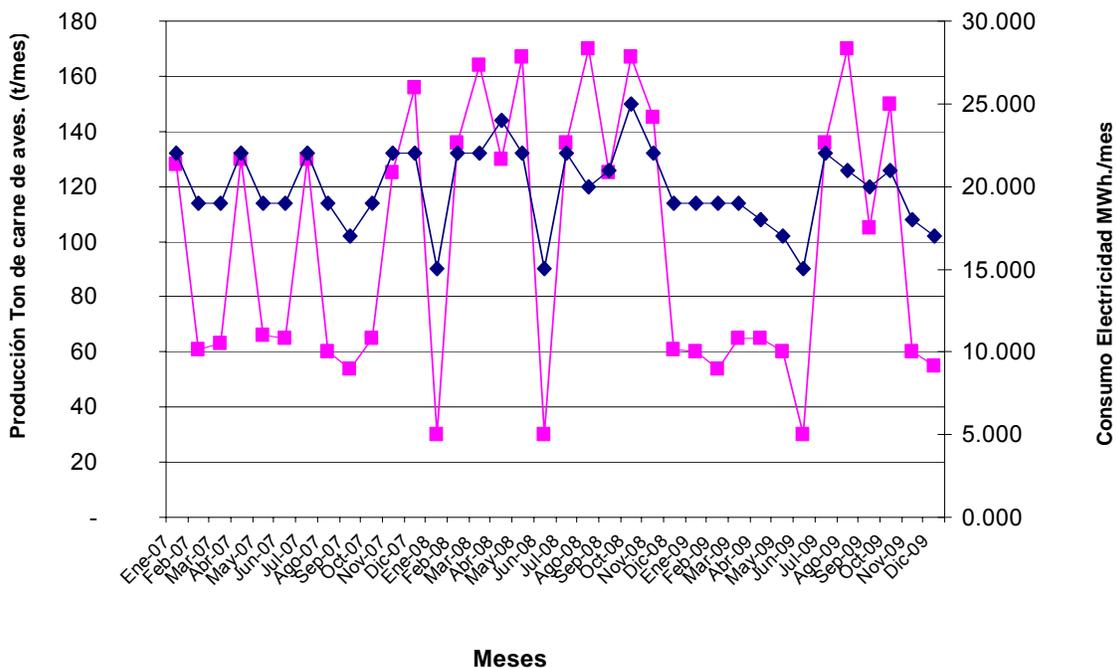
**Grafico No. 3.4 Gráfico de control del consumo de electricidad de la institución periodo 2007-2009**

**Fuente: datos Estadística económica**

**Elaboración propia.**

El consumo eléctrico de la institución se comporta inestablemente lo cual esta en correspondencia con el nivel de actividad que se realiza, se demostró que en el mes de Octubre de 2008 se produjo un incremento sobresaliente en el consumo de electricidad motivado por el sacrificio de Aves a otras provincias.

En los meses de enero y junio de 2008 y junio del 2009, s produce una disminución en el consumo de electricidad debido a un descenso en la decrepitud de gallinas.



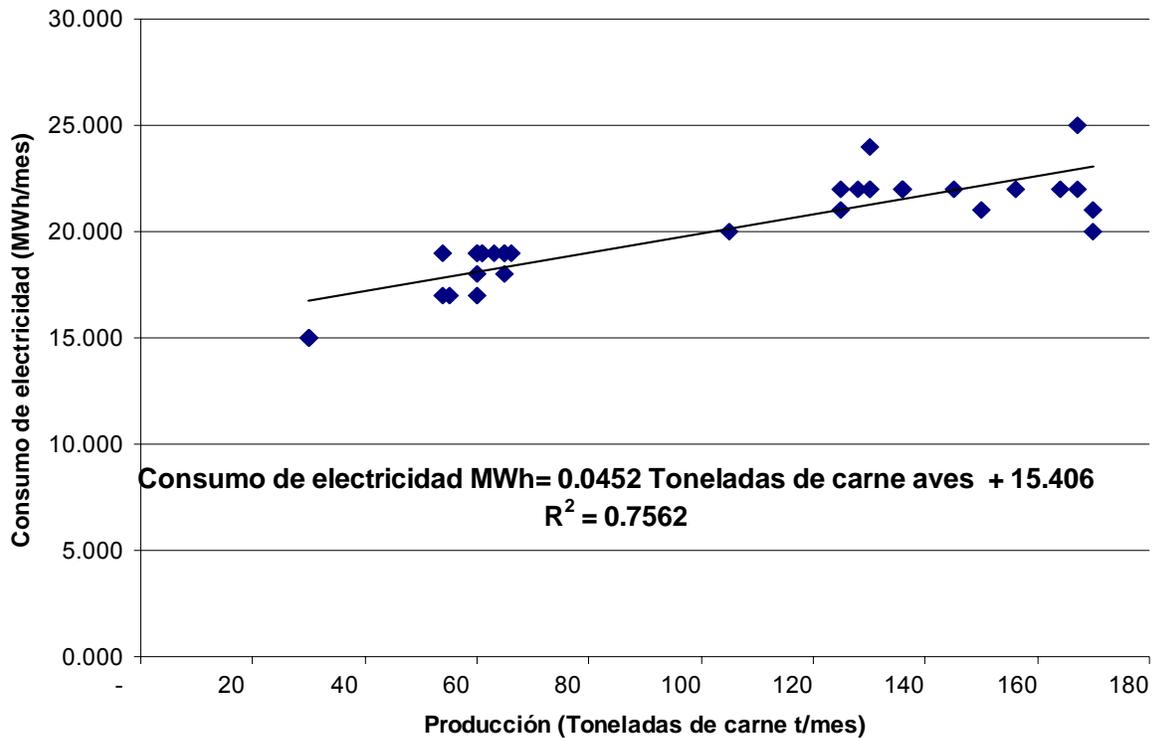
**Gráfico No. 3.5 Gráfico de Consumo de Electricidad vs. Producción en el Matadero de Aves en el período 2007-2009.**

**Fuente:** datos Estadística económica y de producción.

**Elaboración propia.**

Se observó en el gráfico No. 3.5 que durante el periodo analizado al producirse un incremento de la producción se produce generalmente un incremento del consumo de energía y viceversa, en aquellos caso donde no existe correspondencia está motivado a que cuando el nivel de producción es elevado existe una tendencia de estabilidad del consumo de Energía eléctrica por la estabilidad que logran a alcanzar algunos equipos como es en la Caldera y en la Refrigeración principalmente.

En los meses de agosto a septiembre se realiza una reparación general en el matadero lo cuál muestra resultados positivos desde el punto de vista energéticos con una disminución de los consumos a partir del mes de Octubre del año 2009.



**Grafico No.3.6.-Gráfico de correlación Electricidad consumida vs Producción en el Matadero de Aves de Sancti Spíritus en el período 2007-2009.**

**Fuente:** datos Estadística económica y de producción.

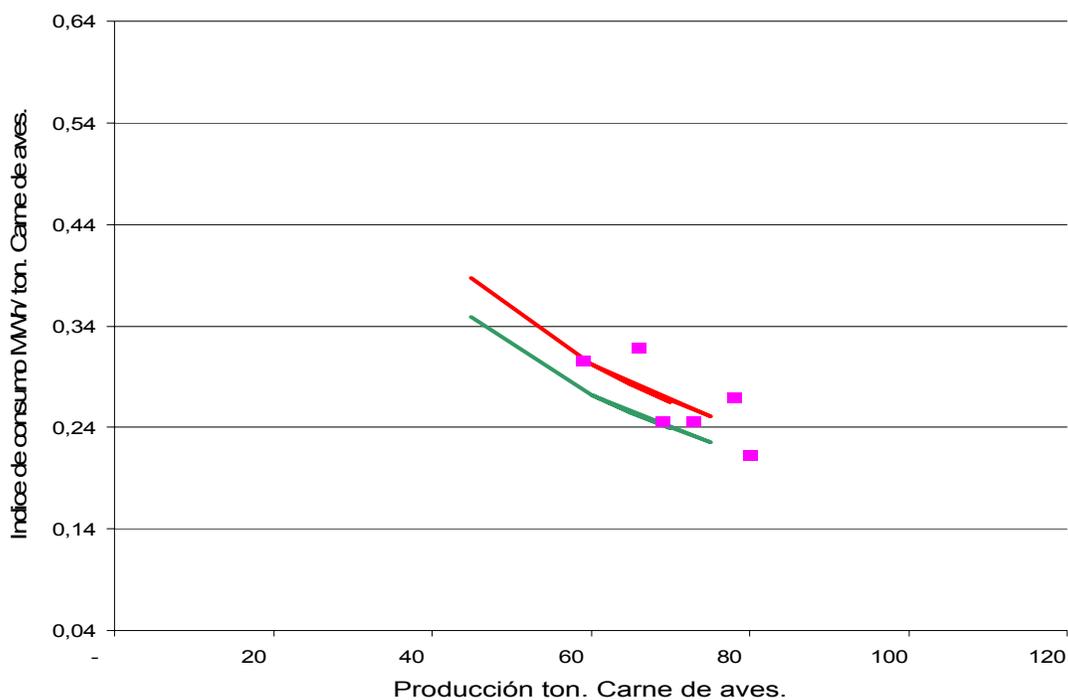
**Elaboración propia.**

Este indicador de eficiencia valida los consumos de Portadores energéticos del centro al presentar el valor en el rango indicado para la comprobación, siendo la ecuación que lo caracteriza:

$$\text{Consumo de electricidad MWh} = 0.0452 \text{ toneladas de carne de aves} + 15.406$$

El valor de la energía eléctrica no asociada a la producción fue de 15.406 MWh.

Los análisis realizados permitieron determinar las áreas de mayor consumo de electricidad teniendo al área de Refrigeración como la de mayor incidencia.



**Gráfico No.3.7.-Gráfico de índice de consumo de Electricidad vs Producción en el Matadero de Aves de Sancti Spiritus en el período 2007-2009.**

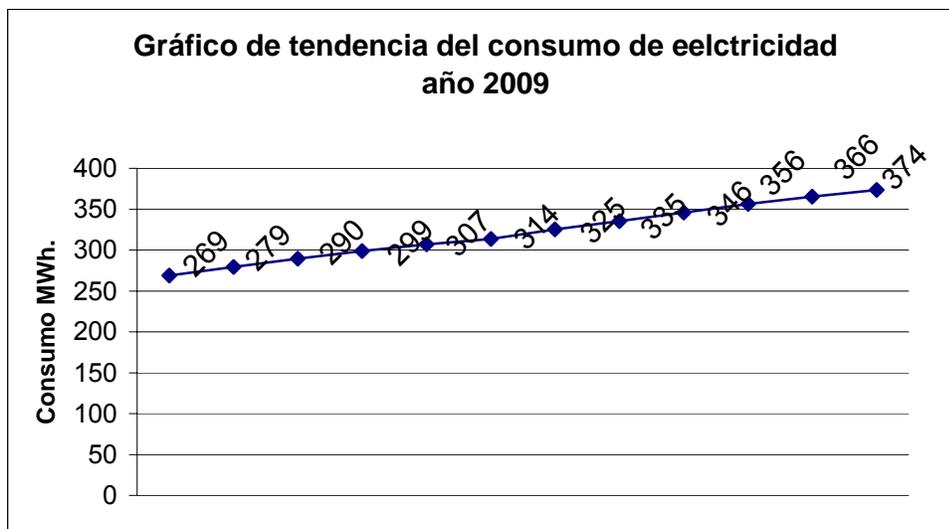
**Fuente: datos Estadística económica y de producción.**

**Elaboración propia.**

El gráfico No.3.7 refleja que existe una marcada dependencia entre el índice de consumo y el nivel de producción

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

$$IC \text{ de electricidad} = MWh/toneladas \text{ de carne de aves} = 0.0452 + 15.406 / \text{toneladas}$$



**Grafico No.3.8.-Gráfico de tendencia del consumo de electricidad en el Matadero año 2009.**

**Fuente: datos Estadística económica y de producción.**

**Elaboración propia.**

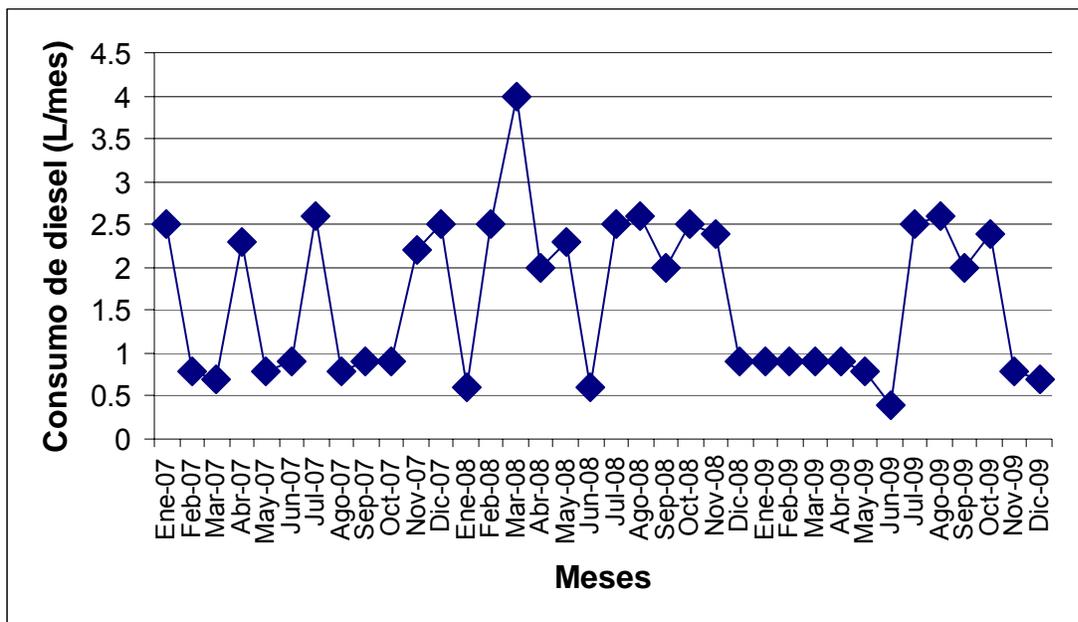
La tendencia del consumo de Energía Eléctrica del Matadero aumenta debido al incremento de la producción motivado por el elevado sacrificio de gallinas destinadas a las provincias de la región Central.

### **3.5.- Consumo de Diesel.**

El Consumo de Diesel está destinado a la escaldadora como el único equipo consumidor de este Portador en el centro.

#### **3.5.1.- Diesel Directo**

El diesel en el Matadero de Aves es consumido en la Caldera para la generación del vapor que será empelado en la producción, en la escaldadora, equipo el cual mantiene una temperatura por medio del vapor de 62 grados Celsius para gallina y 60 grados Celsius para el pollo.

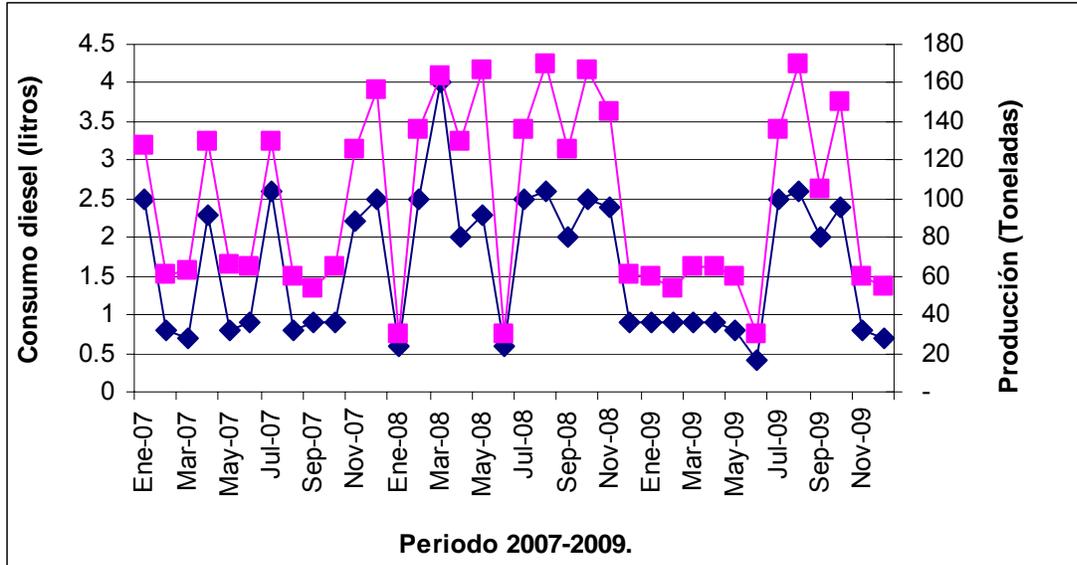


**Gráfico No.3.9.-Gráfico del Consumo del diesel en el Matadero de Aves en el período 2007-2009.**

**Fuente:** datos Estadística económica

**Elaboración propia.**

Se muestra en este Gráfico como el rango de Consumo de diesel oscila entre los 1500 L. y los 2000 L. en el período evaluado, se excede notablemente en el mes de marzo de 2008 a 4000 L debido a roturas en el área de calderas unido a incremento en las producciones que provocaron el aumento del consumo.

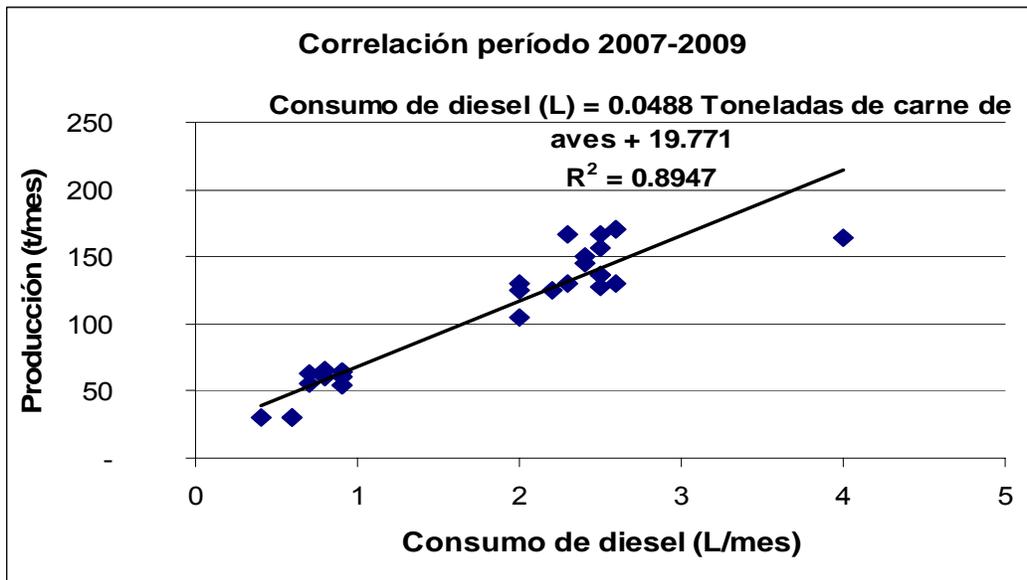


**Grafico No. 3.10.- Comportamiento del consumo de Diesel vs Producción en el periodo 2007-2009.**

**Fuente:** datos Estadística económica y de producción.

**Elaboración propia.**

Existe una correlación marcada entre el consumo de diesel y la producción obtenida, esto es posible por el control permanente sobre el índice de Consumo que presenta este portador por el nivel de Actividad.



**Grafico No. 3.11.- Comportamiento del índice de consumo de Diesel vs. Producción.**

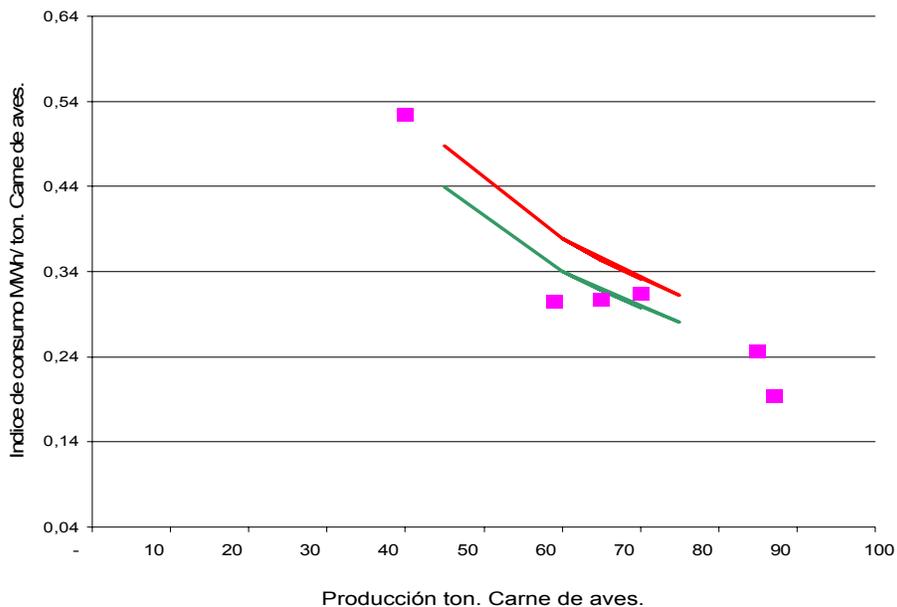
**Fuente:** datos Estadística económica y de producción.

**Elaboración propia.**

El indicador de eficiencia valida los consumos del diesel por las toneladas de carne producidas en el Matadero de Aves de Sancti Spíritus, no obstante se trabaja con medidas para continuar mejorando el valor de este indicador.

Siendo la ecuación que lo caracteriza:

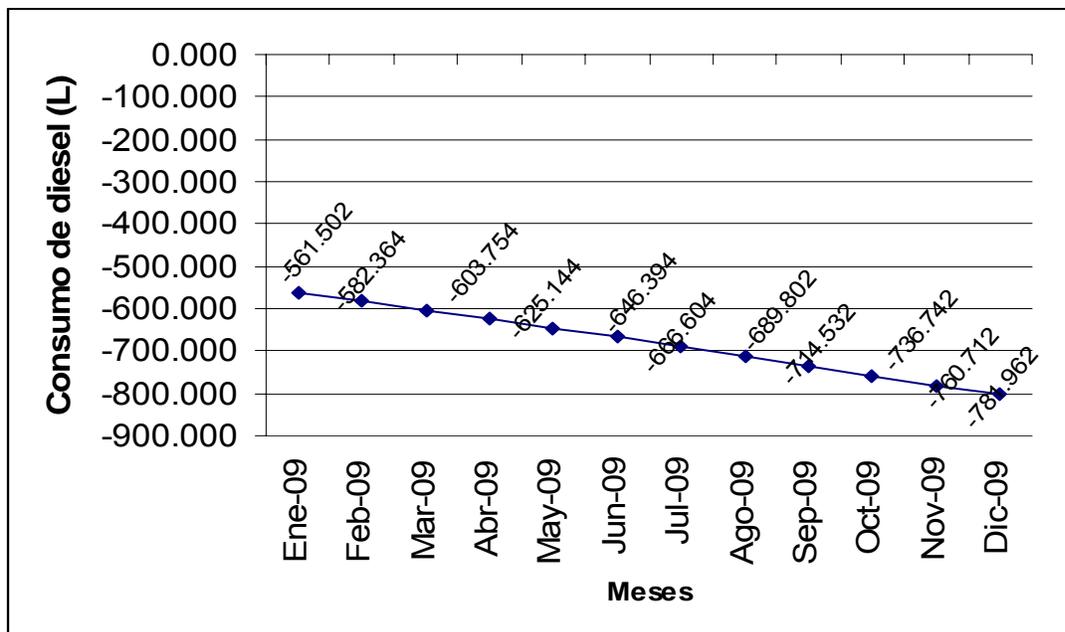
$$\text{Consumo de diesel L} = 0.0488 \text{ Toneladas de carne de aves} + 19.771$$



**Grafico No. 3.12.- Gráfico índice de consumo de Diesel en el Matadero de Aves en el período 2007- 2009.**

**Fuente:** datos Estadística económica y de producción.

**Elaboración propia.**



**Grafico No. 3.13.- Gráfico de tendencia del consumo de Diesel en el Matadero de Aves en el año 2009.**

**Fuente: datos Estadística económica y de producción.**

**Elaboración propia.**

La tendencia del consumo de diesel es a disminuir a pesar de prestar servicio para el sacrificio a las demás provincias centrales, además a fines del año 2009 comenzó sacrificarse cerdos de la Empresa porcina.

### **3.6 Consumo de agua en el Matadero de Aves**

El consumo de agua en el centro en una jornada de trabajo es de 300 m<sup>3</sup> destinada mayormente a la producción.

Como medidas destinadas al ahorro de este preciado líquido:

- Incorporar el análisis del índice de consumo de agua vs. Producción de forma permanente en los Consejos de dirección.
- Eliminar salideros de agua.

### 3.7- comportamiento de los índices de consumo de portadores energéticos

Se analizaron los índices de consumo de la institución dio de forma general el comportamiento del consumo de portadores energéticos en relación con el nivel de actividad.

Es de señalar que las mediciones del consumo de los portadores energéticos se realiza con la instrumentación de forma centralizada por poseer el Matadero de Aves un solo metro contador.,

**Tabla No 1 Índices de consumos e indicadores de eficiencia energética en el centro en el período 2007-2009.**

<b>Portador energético</b>	<b>UM.</b>	<b>Índice de consumo.</b>
Energía Eléctrica	MWh/ toneladas carne.	0.18
Gas licuado	Litros/comensales.	0.83
Diesel directo	Litros/ toneladas carne.	0.02

Por tanto se concluye que los indicadores a utilizar para medir la eficiencia son los propios obtenidos del centro.

### 3.8.- Situación de la institución referente a la gestión energética.

La gestión energética en la institución avanza pero deben adoptarse medidas para erradicar las dificultades que aún existen y se les proponen soluciones para resolver a corto plazo, Estas dificultades están referidas a::

- Se conoce la estructura de consumo de los portadores energéticos de la institución así como su impacto en los costos, pero no se ha alcanzado el adecuado control por áreas, sistemas y equipos mayores consumidores, dada la falta de medios de medición.

- Existen indicadores de eficiencia energética a nivel de empresa y de la unidad, pero su desagregación a nivel de áreas, sistemas y equipos mayores consumidores, se realiza de forma teórica por no contar con los medios de medición.
- Se han realizado inspecciones y diagnósticos energéticos preliminares y se han identificado algunos potenciales de ahorro.
- Insuficiente grado de instrumentación y automatización.

A partir de la implementación de la Tecnología de Gestión Total de la Energía, nos proponemos garantizar varias posibilidades de reducción de los consumos. Disminución de los consumos eléctricos de la instalación por:

1. Eliminación de motores sobredimensionados en el área de Refrigeración.
2. Eliminación de las pérdidas energéticas en Cámaras de congelación y mantenimiento y en sistemas de tuberías sin aislamiento térmico.

### **3.9.-Propuesta de soluciones para la eliminación de pérdidas energéticas en áreas y equipos de la institución.**

Túneles de congelación, Cámara de mantenimiento de Congelado, Cámara de Mantenimiento de Fresco, Sala de Máquina.

#### **Resultados del análisis y propuesta de soluciones.**

La existencia de compresores Chinos fabricados en el año 1989 y montados en el 1992 los cuales presentan 18 años de explotación presenta deterioro que incrementa el consumo de Energía Eléctrica y gastos por concepto de reparación.

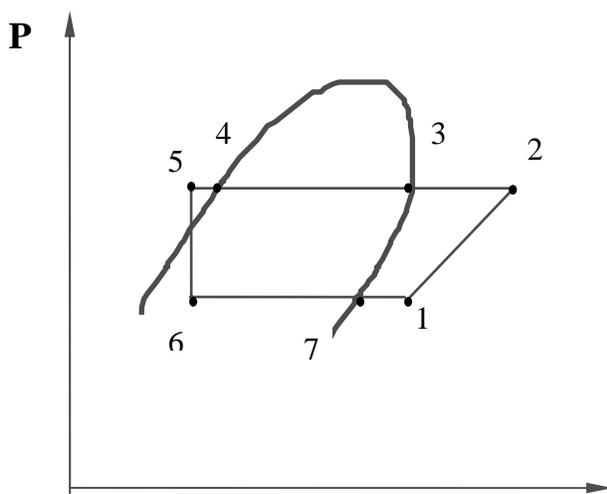


Gráfico No 3.14 Diagrama de Refrigeración I-P

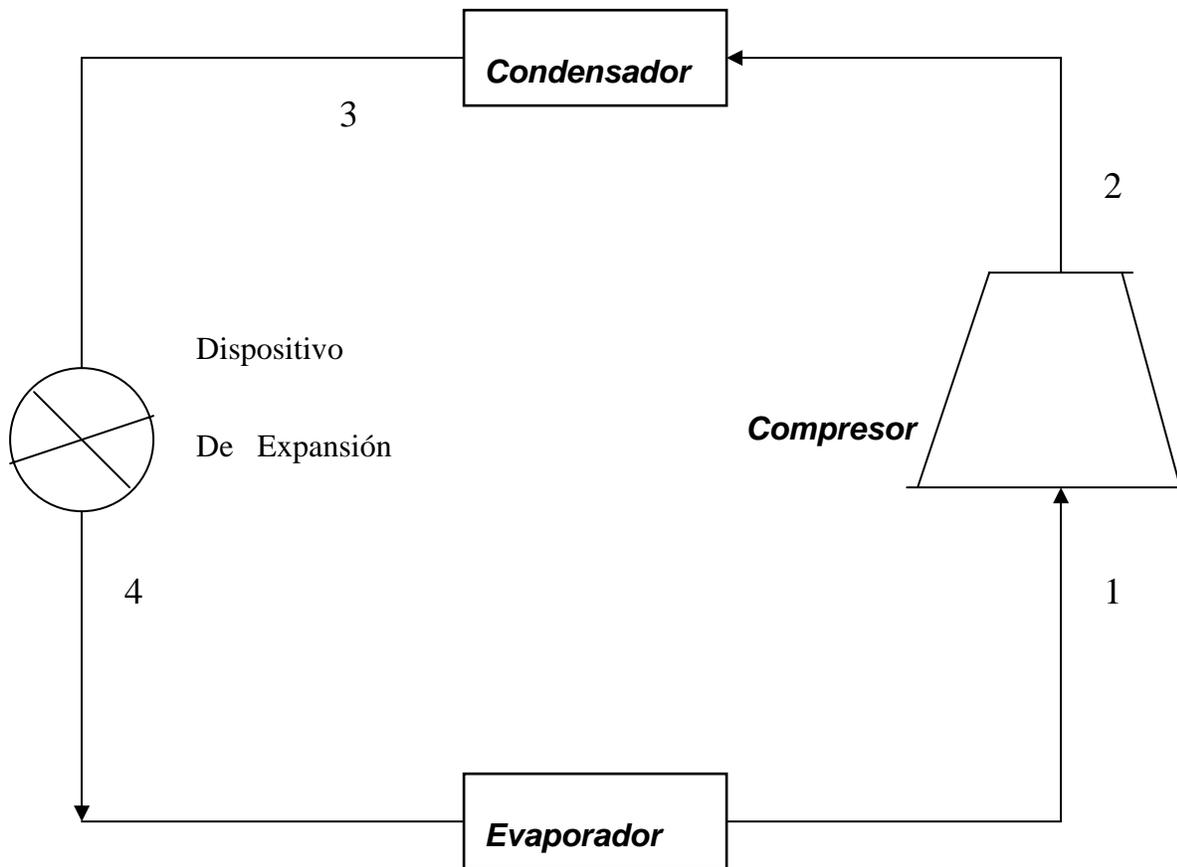


Gráfico No 3. 15 Esquema principal de un sistema de refrigeración.

En el sistema de refrigeración del matadero de aves se encuentran trabajando, 1 compresor chino marca 2 AZ10 de una sola etapa con el sistema de  $-10^{\circ}\text{C}$  y cinco compresores de marca 8 ASJ10 de dos etapas y que trabajan con el sistema de  $-35^{\circ}\text{C}$  y  $-10^{\circ}\text{C}$ , todos los compresores se acoplan al mismo sistema de condensación que se conecta al condensador evaporativo.

Realizado el Cálculo al compresor 2 AZ10 se obtuvo el siguiente resultado:

$$T1 = T_o + 5^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$T5 = T_K - 5^{\circ}\text{C} = 33^{\circ}\text{C}$$

$$h2 = 2000 \text{ kJ/kg}$$

$$h_1 = 1670 \text{ kJ/kg}$$

$$h_6 = 580 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_o = 18.9 \text{ kW}$$

$$\eta_v = 0.95$$

### **Efecto refrigerante (q)**

$$q = (i_{\text{sal}} - i_{\text{ent}})_{\text{evap}}; \quad 1090 \text{ kJ/kg.}$$

### **Flujo de refrigeración**

$$Gr = Q/q = 0.017 \text{ kJ/s}$$

### **Trabajo del compresor (l),**

$$h = h_2 - h_1; \quad 330 \text{ kJ/kg.}$$

### **Potencia teórica demandada por compresor**

$$P_t = l * Gr; \quad 5.61 \text{ kW}$$

### **Potencia real demandada por compresor (P)**

$$P_r = l * Gr * \eta_v; \quad 5.32 \text{ kW}$$

Siendo  $\eta_v$ : la eficiencia volumétrica del compresor.

### **Coficiente de funcionamiento del Ciclo (COP)**

$$\text{COP} = \frac{q}{l}; \quad \text{ó} \quad \text{COP} = \frac{Q}{P_r} \quad 3.30$$

Realizado el cálculo al compresor 8 ASJ10 de dos etapas y que trabaja con el sistema de  $-35^\circ\text{C}$  se obtuvo el siguiente resultado.

$$T_o = -35^\circ\text{C}$$

$$T_1 = T_o + 5^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$$

$$T_5 = T_K - 5^\circ\text{C} = 38^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} = 33^\circ\text{C}$$

$$h_1 = 1650 \text{ kJ/kg}$$

$$h_9 = 350 \text{ kJ/kg}$$

$$h_4 = 2000 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = 1670 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 1800 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_v = 0.77$$

$$Q_o = 27.5 \text{ Kw}$$

### **Efecto refrigerante (q)**

$$q = (h_1 - h_9), \quad 1300 \text{ kJ/kg.}$$

### **Flujo de refrigeración**

$$Gr = Q/q = 0.021 \text{ kJ/s}$$

### **Trabajo del compresor (I),**

$$I = (h_2 - h_1) + (h_4 - h_3); \quad 480 \text{ kJ/kg.}$$

### **Potencia teórica demandada por compresor**

$$P_t = I * Gr \quad ; \quad 10.08 \text{ kw}$$

### **Potencia real demandada por compresor (P)**

$$P_r = I * Gr * \eta_v \quad ; \quad 7.70 \text{ Kw}$$

Siendo  $\eta_v$ : la eficiencia volumétrica del compresor.

### **Coeficiente de funcionamiento del Ciclo (COP)**

$$COP = \frac{q}{I}; \quad \text{ó} \quad COP = \frac{Q}{P_r} \quad 2.7$$

### **Subenfriamiento del Líquido.**

Se denomina líquido subenfriado al estado de líquido con una temperatura inferior a la temperatura de saturación que le corresponde a la presión dada.

El subenfriamiento en los sistemas de refrigeración se puede lograr entre otras vías, a través del propio diseño del condensador, con intercambiadores adicionales y a través

de un buen funcionamiento del sistema. Una contribución importante en este sentido se logra a través del trabajo del receptor de líquido.

Se realizó las mediciones del amperaje para comprobar el consumo de corriente (I) durante muestras en días normales.

### **Mediciones del consumo de electricidad de los compresores en el mes de mayo.**

**Tabla No.2. Resultado de las Mediciones del consumo de electricidad de los compresores en el mes de mayo.**

<b>Día</b>	<b>UM</b>	<b>Compresor No.1</b>	<b>Compresor No.2</b>	<b>Compresor No.3</b>
1	Amp.	58	23	57
2	Amp.	56	22	54
3	Amp.	59	24	56
4	Amp.	60	24	59
5	Amp.	57	24	60
6	Amp.	61	23	59
7	Amp.	58	22	60
8	Amp.	59	24	58
9	Amp.	58	21	59
10	Amp.	60	20	60

Teniendo en cuenta los bajos resultados del COP tanto para el compresor de una sola etapa ( 2 AZ10) como para el de dos etapas (8 AZJ10) alcanzado de 3.3 y 2.7 respectivamente, además de las mediciones realizadas al consumo de corriente, las cuales se encuentran muy pegadas a su corriente nominal que para el ( 8ASJ10) es de 60 amperes y para el 2 AZ10 es de 25 amperes y que en los dos casos hubo momentos de sobre consumo, se propone la sustitución por compresores más eficientes y económicos.

### Propuesta de compresor de 3 compresores:

Marca JZY 812

Tipo: 812 S-1

Capacidad de refrigeración  $Q_o = 35$  kW

Potencia : 60 kW.

864 r/min.

### Cálculo económico del compresor propuesto. Según (Borroto, 2006)

Aplicando el programa Excel para el cálculo económico los resultados fueron los siguientes:

Costo de la inversión: 105 000 CUC

Vida útil: 15 años

PIR= 3.70 años

TIR = 27 %



**Gráfico No 3.16** Gráfico del período de recuperación de la inversión del compresor en el matadero de aves.

### **3.10.-En las Potencialidades de ahorro y eficiencia en el consumo de portadores energéticos se proponen:**

#### **Electricidad:**

- ❖ Eliminación de pérdidas energéticas y reducción de consumo eléctrico en cámaras de congelación.
- ❖ Sustitución de luminarias fluorescentes de 40 por 32 Watts.
- ❖ Disminución del bombeo de agua con la instalación de dispositivos de control automáticos en el sistema.
- ❖ Aumento de la eficiencia operacional del sistema de refrigeración de la institución.
- ❖ Establecer un programa para la eliminación de salideros hidráulicos
- ❖ Disminución del consumo de electricidad en iluminación.
- ❖ Valorar la factibilidad de la aplicación de sistema de cogeneración en la institución.
- ❖ Valorar la posibilidad de la sustitución de los compresores de Refrigeración.

#### **Diesel.**

- ❖ Realización periódica de los ajustes de la combustión partiendo del análisis de los parámetros de los gases de salida de la caldera.
- ❖ Lograr el 100% del aislamiento térmico de tuberías de vapor
- ❖ Eliminación de las fugas de vapor por deficientes funcionamiento de las trampas de vapor.
- ❖ Análisis periódico de la dureza del agua en la Caldera. Ajustar las purgas de las calderas en función de los parámetros del agua de la misma.
- ❖ Realización periódica de los ajustes de la combustión partiendo del análisis de los parámetros de los gases de salida de la caldera.

## **Oportunidades relacionadas con la gestión energética y las prácticas de consumo:**

- Incremento de la educación energética ambiental y la promoción del ahorro de energía a todos los niveles.
- Elevación del nivel de la gestión energética empresarial, mediante la implementación de sistemas avanzados de administración de energía.
- Reforzamiento institucional en el campo de la eficiencia energética.
- Desarrollo de seminarios, eventos, cursos, diplomados, especializaciones, etc., sobre eficiencia energética.
- Establecimiento de legislaciones que promuevan la eficiencia energética.
- Desarrollo de proyectos pilotos demostrativos de eficiencia energética.
- Establecimiento de programas de auditorías e incentivos para pequeñas y medianas industrias.
- Compromiso de la Dirección.

Aunque en las actividades de la Gestión Energética todo el personal debe tomar parte de una forma u otra, resulta imprescindible para el éxito de estas actividades el compromiso de la dirección para con esa administración. Este compromiso implica:

1. La definición de organización estructural para su implementación.
2. El establecimiento de metas.
3. El comprometer los recursos humanos y económicos necesarios.
4. La difusión y apoyo sistemático al programa.

- **Potenciales cualitativos en la concientización, motivación y capacitación de los recursos humanos.**

1. Lograr estabilidad laboral del personal que opera en las áreas energéticas.
2. Solicitud de un plan de reparaciones para alcanzar el estado técnico adecuado..

3. trabajar en la concientización a través de la mejora continua del plan de la eficiencia energética, elevando además el sistema de divulgación interna de los mejores resultados y experiencias en materia de ahorro energético.
4. aplicación de sistemas de estimulación de la creatividad de los técnicos en la búsqueda de soluciones para el ahorro energético.

### **Impactos y riesgos ambientales del manejo de la energía:**

1. Riesgos ambientales por ineficiente combustión de la caldera, salideros de amoniaco y expulsión a la atmósfera de gases contaminantes.
2. riesgos ambientales por contaminación de la cuenca del Río Zaza por vertimientos de residuales.

#### **Medidas administrativas, de control y organizativas:**

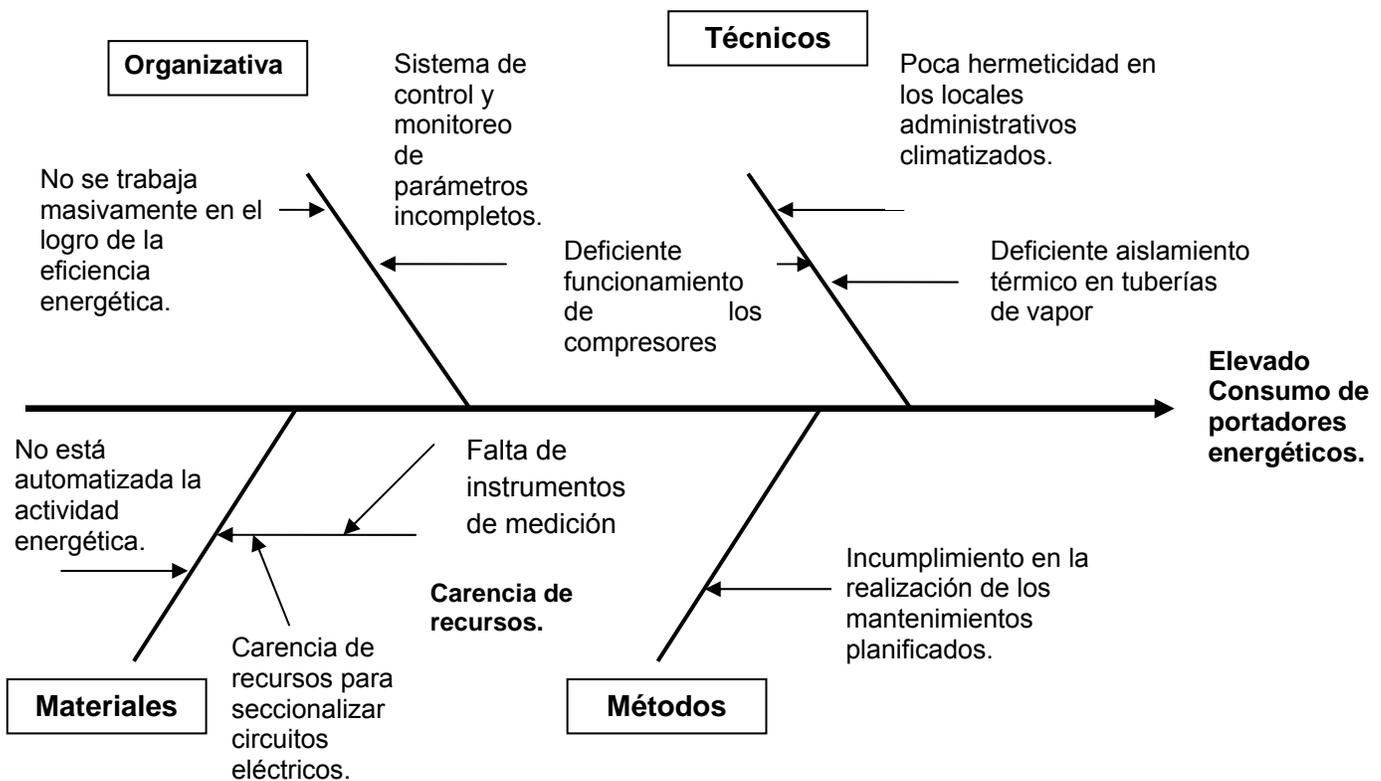
1. Nombrar responsables por cada área energética de las mencionadas en el trabajo.
2. Aumentar la educación energética-ambiental así como la promoción del ahorro de energía a nivel de obreros por áreas especificando las de resultados claves.

### **Técnico Organizativas**

1. Insulación de los tramos de tuberías para eliminar las pérdidas energéticas.
3. Reparación de los sistemas de refrigeración y vapor con la consiguiente eliminación de salideros en tuberías de refrigeración y Calderas.
4. Perfeccionar el acomodo de carga de la institución desplazando el máximo posible de los consumidores eléctricos fuera del horario pico nacional ( trabajo conjunto de la comisión de energía del centro).
5. Aplicación de la TGTEE en la institución
6. Utilización de las herramientas informáticas de gestión que nos permita contar con la base de datos energéticos, procesamiento de la información, gráficos del comportamiento de los consumos energéticos y gastos de los mismos.

### 3.11. – Diagrama causa efecto.

A partir de las deficiencias detectadas se confeccionó el diagrama causa efecto ( Fig. 3.17) que permitió identificar las principales causas de los sobreconsumo de los Portadores energéticos.





	<p>de climatización, computación, ventilación en el área administrativa 3 horas diarias (11.00am a 1.00pm)</p> <p>◆ Disminución del alumbrado interior al mínimo indispensable a partir de las 8.00pm hasta 7.00 am.</p>	Inmediata y Permanente	Jefes de Áreas.		
3	Mantener el parte diario de autolectura de conjunto con el personal encargado de estas funciones a estadística y la Empresa Eléctrica por ser centro seleccionado.	Permanente	Obrero responsabilizado.	Jefe de Mantenimiento.	La ejecución de esta medida debe ser garantizada por el consejo energético de la institución y no dejarlo solo al técnico en energía evitando complicaciones

4	Mejorar el sistema de refrigeración (cámara de congelación) con la sustitución de los compresores .	Noviembre/10	Personal calificado	Director del Matadero de Aves.  Jefe de Mantenimiento	Participan además especialista del departamento técnico de la Dirección Provincial de Salud.
5	Aislar térmicamente las tuberías de vapor de la caldera hacia los diferentes consumidores 190 metros totales <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Diámetro 1" cantidad 30 metros.</li> <li>◆ Diámetro 3" cantidad 160 metros.</li> </ul>	Octubre 2010	Personal mantenimiento.	Jefe de mantenimiento Matadero	

## **Conclusiones:**

1. Se determinaron las principales dificultades energéticas a través del diagnóstico el estado actual del consumo de portadores energéticos y la determinación de los potenciales de ahorro, demostrando que la institución requiere del mejoramiento de los índices de consumo.
2. Se propusieron medidas encaminadas al ahorro y uso eficiente de portadores energéticos logrando un ahorro de 180000 kWh./año lo que representa \$ 39600.00 MN
3. Se determinó la factibilidad técnica, económica y ambiental de las medidas propuestas con su contribución al cuidado y conservación del medio ambiente.
4. Se confeccionó un plan de acción a partir de las deficiencias detectadas en el diagnóstico lo cual le permite a la institución establecer sus proyecciones para lograr la reducción de los consumos de portadores energéticos

### **Recomendaciones:**

- ❖ Continuar el proceso de implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en el Matadero de aves de Sancti Spíritus, para emplear eficientemente los portadores energéticos.
- ❖ Someter a discusión y aprobación en el consejo de dirección de la institución el plan de acción propuesto con el objetivo de aplicarlo y lograr los resultados esperados.

### **Bibliografía:**

1. Acosta I.; Antonio González (1989) “Importancia del trabajo colectivo en el ahorro de energía.” Area energética Poder Popular Cienfuegos, Revista Energía No 5.
2. Agrás Valdivia, J. F (2008). “Ahorro de energía en iluminación, nociones elementales sobre la ley y vía para ahorrar energía eléctrica mediante una iluminación mas eficiente.” Revista Energía y tú. Cuba solar No. 41 p.45-46.
3. ALTSHULER, J.(1994) “La especialización en telecomunicaciones y la reforma de 1960 del plan de estudios de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de La Habana.” In CEHOC. Estudios de Historia de la Ciencia y la Tecnología, La Habana: Editorial Academia, p.11-49.
4. ALTSHULER, J. (et al) (2004) “Hacia una conciencia energética.” Editorial Academia, p.4, p 11
5. Álvarez Guerra M. A., Plasencia Ovidio Rodríguez Santos, Mario Fernando Fariñas Pino, José L. Sánchez Ávila (2008) “Temas avanzados de refrigeración y climatización.” Editorial Universo Sur, UCF. p.134 y 139

6. Arrastía Ávila Mario Alberto (2008) "Generación distribuida en Cuba: cambio a un nuevo paradigma energético." Especialista de divulgación CUBAENERGIA disponible en <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia11>. accedido 8 mayo 2009
7. Beatón P., Silvia E. (1999) "Pruebas de balance térmico de calderas de bagazo." Santiago de Cuba.
8. Bermúdez Rojas, Carmen; (et al) "Los Calentadores solares como una forma de fuente renovable de energía alternativa." Dirección Provincial de Finanzas y Precios, Holguín, Cuba. p. 4 y 6
9. Berríz Pérez, Luis (1980). "Cálculo de colectores e instalaciones solares." La Habana; Academia de Ciencias de Cuba: IDICT, 126 p.
10. Berríz Pérez, Luis. (2008) "Un fanático de la energía solar: Una anécdota del desarrollo energético sostenible." Revista Energía y Tú. Cuba Solar No. 46 p.41
11. Borroto Nordelo Aníbal; José Monteagudo Yanes; Marcos de Armas, Percy Viego Felipe; Milagros Montesino Pérez; Sergio Montelíer Hernández. (2002) "Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos." Editorial Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". ISBN 959-257-045-0.
12. Borroto Nordelo Aníbal. (2005) "Ahorro de energía en sistemas de vapor." Centro de estudios de energía y medio ambiente, Editorial Universidad de Cienfuegos.
13. Borroto Nordelo Aníbal., (et al.) (2002) "Gestión Energética Empresarial". Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN 959-257-040-X.
14. Borroto Nordelo Aníbal. (2005) "Ahorro de Energía en Sistemas de Vapor." Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN-959-257-094-2.
15. Borroto Nordelo Aníbal y José P. Monteagudo Yanes (2006) "Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios" Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, Cuba. p.9, 18, 21, 26 y 63.
16. Borroto Nordelo Aníbal., (et al), (2002) "Gestión Energética Empresarial." Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos, Cuba.. ISBN 959-257-040-X. Editorial Universidad de Cienfuegos. Año 2002.

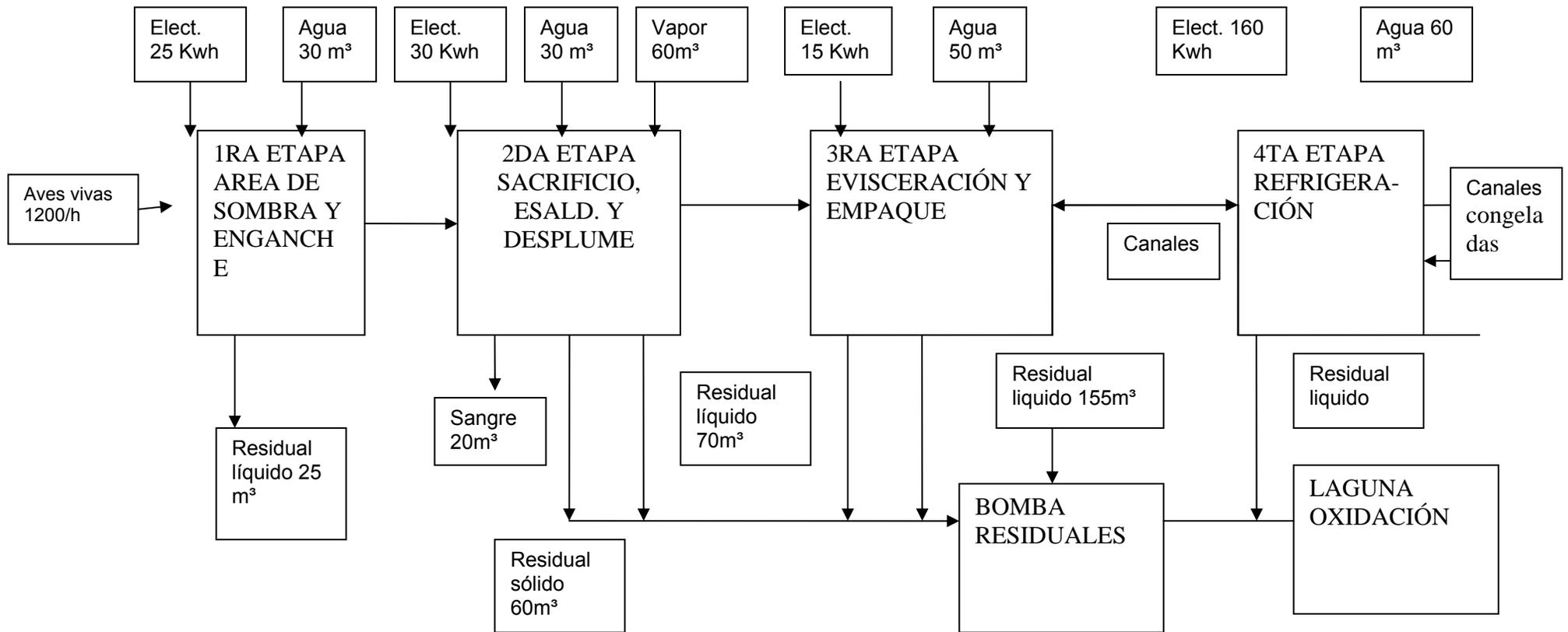
17. Borroto Nordelo Aníbal y Percy Viego Felipe. (2001) Gestión Energética Empresarial Diplomado en Gestión Eficiente de la Energía. Universidad Autónoma de Baja California, Tecate, B.C., México,
18. Borroto Nordelo, A., J. Borroto Bermúdez (1999) “El Verdadero Costo de la Energía.” Revista Mundo Eléctrico Colombiano.
19. Borroto Nordelo, Aníbal, J. Borroto Bermúdez, (1998). “Evaluación Económica de Proyectos de Ahorro de Energía.” Universidad de Cienfuegos, Cuba.
20. Borroto Nordelo, Aníbal (1997). “Administración de Energía: Auditorias Energéticas y Cogeneración. “Especialización en Ciencias Térmicas, Universidad de Valle, Cali, Colombia.
22. Borroto Nordelo Aníbal., Percy Viego Felipe, (2001) “Diplomado en Gestión Total Eficiente de la Energía” Universidad Autónoma de Baja California, México.
23. Breéis Luis. (2007) “Energía, medio ambiente y sostenibilidad” investigador titular de Cubaenergía. Presidente de CUBASOLAR email: [sol@rcubasolar.cu](mailto:sol@rcubasolar.cu) disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energía/energía11>.
24. Cabrera Gorrin O., (compilador) “Ganancias de Calor y Cargas Térmicas y ahorro de energía, reflexiones.” CEEPI, Sancti Spiritus
25. Calvo A. (1994) “Valoración exergética de la industria azucarera: La cogeneración.” Ciudad de la Habana,
26. Campos Avella J. et. Al., Universidad de Cienfuegos, (1999) “La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial
27. Campos Avella J.C.; Rafael Gómez Dorta; Leonardo Santos Macías. (1999) “Eficiencia Energética y Competitividad Empresarial”. Editorial Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. ISBN 959-257-018-3.
28. Campos Avella Juan.C., (et.al.), (1997) “La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial.” Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba, ISBN 959-257-018-3.

29. Campos Avella J.C. (2000) "Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía." Diplomado en Gestión Energética, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
30. Campos Juan .C.; Santos L. (1998) "La termo economía como herramienta para la explotación en las plantas industriales." IV conferencia del CETA, universidad de Las Villas
31. Chaple Pérez Roberto (1999). "Buscando el camino hacia la eficiencia energética en el MINSAP: una Propuesta. p. 2-3
32. Colectivo de Experto del Centro de Estudio de la Energía del Ministerio de Industria y Energía. España. (1982). Técnicas de Conservación Energéticas en la Industria. Fundamento y Ahorro en operaciones. Reproducción en Cuba. Ed. Científico Técnica. Edición Revolucionaria. II Edición. La Habana.
33. Colectivo de autores, centro de estudios de Energía y medio Ambiente Universidad de Cienfuegos. (2002) "Gestión Energética en el sector productivo y de los servicios."
34. Comisión Nacional de Energía. (1990) " Ahorro y uso racional de la energía. Medidas y sugerencias practicas." La Habana:, 152 p.
35. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de México CONAE.(2004) Cogeneración.. Libro y Manual digital.
36. Corporación Iberoamericana CYTED (ciencia y tecnología para el desarrollo.) (2006). "La integración de procesos en la producción de biocombustibles en condiciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatibles."
37. Corp Linares, S.; (et al) (2008) "Laboratorio de ensayos de tecnologías energéticas, una herramienta educativa y de experiencia de diferentes equipos y sistemas para facilitar la adopción de políticas y estrategias energéticas bien fundamentadas." Revista energía y tú. Cuba Solar No. 41 p. 36 y 38.
38. Cuellar Yamilka. (2000) "Estudio de factibilidad de inversiones para la remodelación del sistema de tratamiento de residuales del Hospital General Provincial." Departamento de proyectos Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos Sancti Spíritus.

39. De Groot Patrick (1999). "El mantenimiento en países en vías de industrialización " gerente general DGS internacional Gante-Bélgica p.13
40. Díaz Raúl (1987) "Manual de tratamientos de aguas y aguas residuales LIMPEZA. Resinas de intercambio teórico. Conceptos Básicos. Maestría en ingeniería en Saneamiento Ambiental." Editorial Instituto del libro.
41. Duffie J. A. (1991) Solar Engineering of Thermal Processes / J. A. Duffie, W. Beckman. 2a. ed.. New York., Wiley Interscience.
42. Duliep Lescaille, Enoc. (1999) "El movimiento de los fluidos en los equipos tecnológicos y de servicios." Instituto Politécnico José Antonio Echevarría, Ciudad Habana Facultad mecánica.
43. EA Krasnoschiokov , AS Sukomiel "Problemas de termo transferencia."
44. Fonte Hernández Aramis (2001) "Confluencias de cuatro términos y aplicaciones del biogás en el municipio camagüeyano de Minas" centro meteorológico de Camaguey.
45. Francisco Martín W., Eduardo López Bastida, Juan A. Castellanos Álvarez, Silvia Gil Fundora. "Metodología de la Investigación." Universidad de Cienfuegos, Cuba.
- 46. Francisco Martín W., Eduardo López Bastida, José Pedro Monteagudo Yanes (2005) "Gestión y uso racional del agua." ISBN 978-959-257-179-2 Editorial UNIVERSO SUR Universidad de Cienfuegos Correo electrónico: [Wfrancisco@ucf.edu.cu](mailto:Wfrancisco@ucf.edu.cu)**
47. García Dodero V. ;Fernando Sánchez Albavera (2007) "Fundamento y anteproyecto de ley para promover la eficiencia energética en Venezuela" <http://www.consumer.es> accedido 15 febrero 2009
48. García R. A. (1984) Tesis presentada en opción de grado al Ms.C en Ingeniería en Saneamiento Ambiental Nordel,. "Tratamiento del agua para la industria y otros usos. Parte II Editorial Pueblo y Educación.
49. González Suárez E. (2002) "La Integración de procesos una vía para lograr producciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatibles Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba
50. Guardado Chacón, J.A.; Jorge Luis Cartada Ferrera (2008) "Las plantas de biogás y los huracanes." Revista Energía y tú. Cuba solar ISSN 1028-9955 p.15

51. Kandrachova H. G. "Maquinas de estaciones de refrigeración." Editorial MIR Moscú.
52. López Forero D., Aníbal Borroto Nordelo, (2001) Tesis de Maestría en Eficiencia Energética "Propuesta de un Sistema de Gestión Energética bajo la concepción de la ISO 9000 para la Industria Colombiana", Universidad de Cienfuegos.
53. Montesinos Larrosa, A.; Moreno Figueredo, C. (2008) "Fuentes de energía, capacidad instalada y producción de electricidad en Cuba año 2008.", Revista Energía y Tu. Cuba Solar No. 46 p.20.
54. Moran M.I. y Shapiro H.N. (1999) "Análisis exergético. Fundamentos de la termodinámica técnica." Barcelona EU Revista. ISBN 84-291-4168-5.  
Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/exr%c3%Ada>.
55. Noskov A. A. ; Romankov P. G.; Pavlov K. P. (1981) "Problemas y ejemplos para el curso de operaciones básicas y aparatos de tecnología química." Editorial Mir Moscú
56. PAEC (2006) "La revolución Cubana, logros y desafíos del desarrollo económico." disponible en [http://www.revolucioncubana.cip.cu/logros\\_y\\_desafios\\_del\\_desarrollo\\_economico/programa\\_de\\_ahorro\\_de\\_electricidad\\_en\\_Cuba\\_PAEC\\_/consultado\\_25/3/10](http://www.revolucioncubana.cip.cu/logros_y_desafios_del_desarrollo_economico/programa_de_ahorro_de_electricidad_en_Cuba_PAEC_/consultado_25/3/10)
57. PEMEX/USAID/PA. Consulting "Introducción a análisis económicos, recuperación, tasa de retorno, descuento, financiamiento de inversiones para eficiencia energética, uso de ESCOS"
58. Pashkov, N. N. Dolgachev, F.M. (1985) "Hidráulica y máquinas hidráulicas." Editorial Mir Moscú.
59. Percy Viego Felipe; Marcos de Armas Teyra; Arturo Padrón Padrón (2002) "Ahorro de Energía en Sistemas de Suministro Eléctrico Industrial." Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN 959-257-041-8.
60. Puerta Fernández J. F.(2004) "Economía y Dirección energética." Universidad de Cienfuegos, facultad de mecánica, CEEM,
61. Prevéz, L. (et al) 2008, "La producción más limpia y el consumo sustentable de los portadores energéticos para la reducción de los impactos ambientales globales en el sector frutícola. Pinar del Río. P.139

62. Ríos Carnicero, F. J. "Como diseñar y desarrollar un plan de mejora global del mantenimiento." organización industrial Novotec. Consultores S.A. Bilbao p.37
63. Rodríguez Castellón S.(1999) "Consideraciones sobre el Sector Energético Cubano." Centro de Estudios de la Economía Cubana. P.15.
64. Roque Diaz P.; Wall E.; Wall G.: (2004) "Nacional exergy balance of Cuba."
65. Santiago, JF (1997) "Manual de potabilización de aguas". Centros de Información y saneamientos, INRH, Winnaker K, Weingetner E, Tecnologías Químicas.
66. Torres Martínez J. (2008): "Energética sustentable: tercera transición, necesidad, oportunidad y vectores de un nuevo sistema energético mundial." Revista Energía y Tu CUBASOLAR No. 41 p.22-23



**Tabla No. 1.- volúmenes de producción en el Matadero de Aves en el período 2007 a 2009.**

<b>Meses</b>	<b>Año 2007</b>	<b>Año 2008</b>	<b>Año 2009</b>
Enero	128,00	30,00	60,00
Febrero	61,00	136,00	54,00
Marzo	63,00	164,00	65,00
Abril	130,00	130,00	65,00
Mayo	66,00	167,00	60,00
Junio	65,00	30,00	30,00
Julio	130,00	136,00	136,00
Agosto	60,00	170,00	170,00
Septiembre	54,00	125,00	105,00
Octubre	65,00	167,00	150,00
Noviembre	125,00	145,00	60,00
Diciembre	156,00	61,00	55,00
<b>Total.</b>	<b>1.103,00</b>	<b>1.461,00</b>	<b>1.010,00</b>

**Tabla No.2.- Gastos en el Matadero de Aves en el período 2007 a 2009.**

<b>Acápites</b>	<b>Gastos MN</b>	<b>% del total</b>
Gastos de salarios	23500	69,82
Gastos de energía y combustibles	3400	10,10
Gastos de mantenimiento	3000	8,91
Gastos de prestaciones de servicios	2760	8,20
Otros gastos	1000	2,97
<b>Total</b>	<b>33660</b>	<b>100.00</b>

**Tabla No.3.- Consumo de portadores energéticos en el Matadero de Aves en el período 2007 a 2009. UM: TEP**

<b>Portador</b>	<b>UM</b>	<b>Consumo Físico</b>	<b>TEP</b>	<b>%</b>
Energía eléctrica	MWh	716.00	268,5	75,26
Diesel	L	56900	50,81	14,24
Gas licuado	L	30000	34,87	9,77
Gasolina	L	5400	2,6	0,73
<b>Total</b>			<b>356,78</b>	<b>100.00</b>

**Tabla No.4.- Consumo de electricidad en el Matadero de Aves en el período 2007 a 2009.**

<b>Meses</b>	<b>Año 2007</b>	<b>Año 2008</b>	<b>Año 2009</b>
Enero	22,000	15,000	19,000
Febrero	19,000	22,000	19,000
Marzo	19,000	22,000	19,000
Abril	22,000	24,000	18,000
Mayo	19,000	22,000	17,000
Junio	19,000	15,000	15,000
Julio	22,000	22,000	22,000
Agosto	19,000	20,000	21,000
Septiembre	17,000	21,000	20,000
Octubre	19,000	25,000	21,000
Noviembre	22,000	22,000	18,000
Diciembre	22,000	19,000	17,000
<b>Total.</b>	<b>241,00</b>	<b>249,00</b>	<b>226,00</b>

**Tabla No. 3.-Consumo de electricidad en el Matadero de Aves en el período 2007 a 2009.**

<b>Meses</b>	<b>Año 2007</b>	<b>Año 2008</b>	<b>Año 2009</b>
Enero	1350	1805	1893
Febrero	1395	1878	1970
Marzo	1398	1910	1985
Abril	1268	1895	1907
Mayo	1210	1848	1943
Junio	1198	1891	1938
Julio	1410	1894	1895
Agosto	1513	1815	1973
Septiembre	1540	1975	2102
Octubre	1518	1953	2107
Noviembre	1510	1914	2149
Diciembre	1467	1762	1787
<b>Total</b>	<b>16777</b>	<b>22540</b>	<b>23649</b>