



Análisis de la Eficiencia Energética  
en la Empresa Aprovechamiento  
Hidráulico Cienfuegos (EAHCF)  
como eficaz indicadores de la gestión  
ambiental empresarial

Autor: Cavalhio ST. Patrick Antonio Stewart

**Tutores: Dr. Wilfredo Francisco Martín**

**Curso 2006 - 2007**

**“Año 49 de la Revolución”**

## **INTRODUCCIÓN**

Dado que los recursos energéticos se están agotando a nivel mundial y se encarecen cada día, todo país que intente mantener su desarrollo y/o desarrollarse debe mantener una política estable y sostenida de ahorro energético. Esto se traduce en llevar este ahorro a cada empresa, a cada área de la empresa, a cada equipo, etc.

La política energética en una entidad es muy importante y se requiere establecer las medidas técnico-organizativas que garanticen la aplicación de la misma, de manera que se logren los objetivos en esta actividad y asegurar el control de los portadores energéticos, la utilización más racional y eficiente de los mismos, así como la elevación de la eficiencia energética en sus entidades.

La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos (EAHCF), perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de la provincia de Cienfuegos ha introducido dentro de su sistema de gestión empresarial la GESTIÓN ENERGÉTICA, con vista a reducir el consumo de portadores energéticos y disminuir su impacto ambiental.

La evaluación del consumo de los portadores energéticos en la EAHCF. es una actividad periódica, ya que tiene dos puntos clave de alto consumidores de energía, que son la estación de Bombeo de Damují que consume mas del 97% de la electricidad de la empresa y el parque automotor que quema casi todo los combustibles, como son generalmente equipos con varios años de uso, son altos consumidores de combustibles.

La estación de bombeo de Damují está compuesta por un conjunto de motobombas con varios kilómetros de redes hidráulicos con salideros de agua, estos aspectos negativos provocan que la eficiencia de entrega de agua sea baja y que las bombas tengan que funcionar varias horas al día con el correspondiente sobre consumo de energía.

### **Problema Científico**

El uso de equipos consumidores de portadores energéticos con varios años de explotación y limitaciones en los mantenimientos en la empresa provoca alto sobre consumo de energía, fundamentalmente la Estación de Bombeo de Damují y en la explotación del parque automotor.

### **Objetivo General de la Tesis**

1. Realizar una revisión energética en la empresa, como eslabón básico que permita identificar claramente los potenciales existentes para la reducción de indicadores, costos energéticos y ahorro de los recursos energéticos.

### **Objetivos Particulares**

1. Valorar la situación de los aspectos ambientales en la empresa y su comparación con los portadores energéticos.
2. Determinar la potencia instalada de los principales equipos.
3. Determinar los índices de consumos de electricidad durante los años 2004, 2005 y 2006 y su comparación con la producción mercantil.
4. Analizar la estructura energética de la instalación en los años 2004, 2005 y del 2006.
5. Calcular del estimado de las pérdidas energéticas y económicas en la Estación de Bombeo Damují por baja eficiencia de los equipos de bombeo y pérdidas en las conductoras de agua.
6. Valorar el estado de los equipos de motores de combustión interna.
7. Valorar el comportamiento de las emisiones de gases de combustión por concepto de uso de combustibles y de electricidad.

## **Capítulo I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Eficiencia energética**

#### **1.1.1. Concepto de eficiencia energética**

La eficiencia energética, que no es más que la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar calidad total, es por tanto parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las organizaciones empresariales.

Eficiencia Energética implica lograr los requisitos establecidos por el cliente (interno o externo) con el menor gasto energético posible (mínimo de consumo de portadores energéticos) y la menor contaminación ambiental por este concepto.

Todos los procesos tecnológicos utilizan técnicas creadas por el hombre que trabajan sobre la base de la utilización de energía; por lo que uno de las principales partidas del costo total de un producto o servicio sea el costo energético, donde se incluyen los componentes relativos a la producción, distribución y uso de las diferentes formas de energía que se utilizan.

El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales (portadores energéticos de cualquier naturaleza) y en la reducción de las emisiones de contaminantes, incluido el CO<sub>2</sub> a la atmósfera y por tanto una disminución del impacto ambiental negativo al entorno. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada.

#### **1.1.2. Medidas para mejorar la Gestión de la Eficiencia Energética**

La eficiencia energética no es sólo una cuestión de poseer las últimas tecnologías, sino de saber emplear y administrar los recursos energéticos de un modo hábil y eficaz. Para mejorar dicha gestión puede adoptar alguna de las medidas que indicamos a continuación:

- Redacte y establezca un programa de eficiencia energética orientado al ahorro de energía y a la protección del medio ambiente, con el que tanto la dirección como el personal se impliquen, y que muestre unos objetivos periódicos, claros y factibles.

Designe a su vez un encargado responsable de la consecución de tales propósitos y organice jornadas regulares de formación.

- Realice revisiones en profundidad cada cinco años como máximo mediante auditorías energéticas asesoradas por profesionales que le muestren dónde y cómo puede optimizar su consumo y disminuir el impacto medioambiental de sus equipos.
- Reinvierta un porcentaje de los ahorros logrados en programas futuros de eficiencia energética, lo que demostraría su grado de interés y aumentaría el nivel de compromiso del resto del personal.
- Compare las facturas de consumo de electricidad, gas y agua respecto meses anteriores para analizar, en su caso, cómo y dónde se han podido producir cambios significativos, y actúe en consecuencia para corregir o mejorar las actividades o equipos que han originado esas variaciones.
- Compruebe que los dispositivos de control energético, como termostatos, programadores, temporizadores y válvulas funcionan correctamente.

Tenga en cuenta la eficiencia energética desde el principio del proceso productivo, en todas las áreas y para todas las actividades. El departamento encargado de la compra de equipos nuevos tiene un papel importante en este sentido, sin olvidar a los gerentes de producción, personal de seguridad y mantenimiento, etc.

Estas medidas son aplicables a las empresas de recursos hidráulicos, grandes consumidores de portadores energéticos en los sistemas de bombeo y en el transporte automotor por la movilidad en todo el territorio cubano, ya que son empresas abiertas.

## **1.2. Los Portadores Energéticos en Cuba**

Los portadores energéticos naturales son aquellos “provistos por la naturaleza”, ya sea en forma directa, como la energía hidráulica, eólica y solar, o después de atravesar un proceso minero, como el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, los minerales fusiónales y la geotermia, o través de la fotosíntesis, como es el caso de la leña y los otros combustibles vegetales y de origen animal.

### 1.2.1. Tipos de Portadores Energéticos

Los portadores naturales que se producen en Cuba y de los cuales se dispone de información estadística recopilada y sistemática son:

#### ❖ **Combustibles Fósiles**

Los combustibles fósiles, al contrario, además de ser utilizados en las termoeléctricas para la producción de electricidad de forma análoga al combustible nuclear, se utilizan en todas las demás necesidades energéticas industriales de la humanidad.

El consumo medio de fuentes primarias, para la producción de energía eléctrica en un país industrializado, corresponde a 30% del consumo total y, si se considera la energía disponible para el consumidor, la cuota de energía llega a 15% del total, aproximadamente.

El resto de la demanda energética cubierta por los combustibles fósiles corresponde principalmente a los procesos térmicos industriales, a la calefacción y a los transportes automotores, ferroviarios, marítimos y aéreos. La combustión de los fósiles es una de las causas principales de la contaminación y de las alteraciones climáticas. De los distintos tipos de combustibles fósiles, los efectos más nocivos son producidos por el carbón, seguido por el petróleo.

El factor de contaminación del gas, con respecto a las emisiones de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), es decididamente inferior al de los otros dos. Desgraciadamente se utilizan mucho más el carbón y el petróleo en el mundo.

#### ➤ **Petróleo**

Antes tal panorama, Cuba empezó en 1991 a estimular la participación foránea en sectores claves y cuatro años después, promulgó la Ley de Inversiones Extranjeras. Los hidrocarburos quedaron bajo la tutela de Cuba petróleo (CUPET), el ente estatal autorizado para las relaciones con los asociados de ultramar y que tiene capacidad para refinar 70,000 barriles diarios de diversos tipos. El departamento de comercialización del ente considera que con la reanudación de una producción y exploración modestas desde 2000 se podrá llegar a 5, 000,000 de toneladas equivalentes en 2010, pasó intermedio de la auto-suficiencia.

La industria nació en la isla en 1881, cuando un grupo de colonos españoles encontró nafta natural en San Miguel de Motembo, pero hasta 1959, la falta de tecnología mantuvo la producción en menos de 2,000 barriles/día. La nacionalización en 1960 introdujo un enfoque sistemático, y condujo al mayor descubrimiento, en Varadero, parte del Cinturón de Petróleo Pesado del Norte de Cuba, con reservas estimadas en 2, 000, 000,000 de barriles.

Hasta 1991 no se priorizó la extracción, debido al suministro soviético estable y con precios preferenciales, aunque la producción nacional alcanzó 18,000 barriles /día de un consumo total de 220,000, en 1989. El territorio fue dividido en 45 bloques, de ellos, 23 contratados por compañías de Francia, España, Suecia, Canadá y otros, con la mayoría de los 25 pozos en el Cinturón de Crudos Pesados en el Norte de Cuba.

Para satisfacer las necesidades sobre el uso del petróleo, Cuba consume el petróleo que se extrae del cinturón de crudos pesados en el norte de Cuba y con los convenios con Venezuela se recibe una cantidad derivada del petróleo, que será refinado a partir de diciembre en la Refinería de Cienfuegos.

#### ➤ **Gas natural**

Cuba consume 170,000 b/d de crudo y 120,000 metros cúbicos de gas natural y las compañías venden su crudo a Cuba, a precios del mercado mundial, como prevén los contratos de producción compartida vigentes. El gas natural se procesa desde 1997 por ENERGAS SA para generar 220 megawatts y suministrar combustible doméstico a 1, 000,000 de residentes en La Habana y Santiago de Cuba.

La producción de gas natural debe llegar a 283,000 metros cúbicos diarios, de ahí los planes para emplearlo en el combustible hogareño, aunque no como hasta 2003, sino como 'aire-metano', mezcla a partes iguales mucho más limpia y económica. Los trabajos también son intensos en tierra, a cargo de varias compañías, entre ellas, SINOPEC, de China (Bloque 3, del norte de Pinar del Río, desde 2005), Sherritt Internacional y PEBERCAN.

PEBERCAN perforó un pozo en Santa Cruz del Norte con un inusual crudo ligero (19° API), que se puede refinar y exportar.

Cuba sostiene negocios con SINOPEC desde 2005 y conversa para la incorporación de ambas grandes corporaciones chinas (la otra es CNPC) en los bloques disponibles en

su sector del Golfo. Con los actuales precios del petróleo, La Habana ha decidido aprovechar para vender algunas cantidades en el exterior, declaró sobre el tema recientemente el ministro de economía y planificación, José L. Rodríguez.

#### ❖ **Energía producida por el viento**

Particularmente avanzado resulta el sector de la energía eólica, que se genera por diferencias de temperaturas y presión en griegas y romanas, y luego en el Medioevo, estaban difundidos en Europa los molinos de viento. En la actualidad los que apoyan el uso de las energías renovables tratan de darle un nuevo impulso a este tipo de energía indirecta, extremadamente prometedora. Los países mas avanzados son Dinamarca, Alemania, Suecia, Holanda, España, Estados Unidos (California), Canadá y China. En Dinamarca y Alemania las instalaciones pertenecen y están administradas por numerosas cooperativas campesinas. Se construyen frecuentemente parques eólicos donde se registran velocidades del viento bastante constantes y elevadas (por lo menos, 4m/s). En el Sur del mundo las proyecciones para el desarrollo de la energía eólica son extraordinarias.

La expansión de la generación eléctrica mediante la energía eólica es un interés de máxima prioridad para el estado cubano, que aspira al gradual despegue de esta fuente renovable en los próximos años.

En febrero del año pasado fue inaugurado el Parque Eólico de la Isla de la Juventud y actualmente se construye otro cerca de la ciudad de Gibara, en la costa norte de Holguín y esta previsto desplegar un tercero en esa provincia a inicios del año próximo. En su conjunto, estas tres instalaciones de prueba y el Parque Demostrativo que funciona en la Isla de Turiguanó desde 1999, tributaran a mediados del 2008 una modesta potencia de algo más de 11,7 megawatt.

#### ❖ **Energía cinética del agua**

El ciclo del agua está conformado por las evaporaciones de los mares, la condensación del vapor en la atmósfera con la formación de las nubes y la lluvia, la formación de torrentes y ríos, y su retorno a los mares. El agua es, por tanto, movida por la energía de los rayos del sol.

El sector hidroeléctrico, en el cual la energía del agua se convierte en energía eléctrica a través de turbinas y generadores, es importante, pero delicado. Existe la tendencia a construir grandes centrales, como está aconteciendo en Brasil, por ejemplo, con el peligro de provocar graves daños ecológicos. La vía correcta es lo contrario: instalar pequeñas mini hidroeléctricas con pequeñas centrales del orden de las decenas de kilowatt y hasta algunos megawatt, siempre cuidando de utilizar solo una pequeña parte del agua de un torrente o de un río, de modo que se reduzca al mínimo el impacto ambiental.

La Hidroenergía, por su aporte energético, estabilidad, autonomía, ventajas operacionales y dispersión territorial es una de las fuentes renovables de energía de importancia en Cuba.

A partir del triunfo de la Revolución y como respaldo al desarrollo agrícola y social, Cuba desarrollo una verdadera voluntad hidráulica: en todo el periodo se construyeron más de mil presas de diversos tamaños. Estas inversiones iniciales permiten con pocos recursos la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas que, en regimenes subordinados al destino final del agua, pueden ser incorporadas al Sistema Nacional o ser usadas para resolver necesidades aisladas, con el consiguiente ahorro de petróleo en las termoeléctricas.

En el caso particular de la Hidroenergía, sus niveles de producción están estimados a partir de la energía eléctrica producida por las centrales hidroeléctricas del país, operadas por la Unión Eléctrica y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

#### ❖ **Energía de la biomasa**

La biomasa está considerada como una de las principales fuentes de energía renovable en el futuro, para la producción de biocombustibles que sustituyan a los fósiles y para la producción de energía eléctrica y eventualmente calor (con equipos de cogeneración). El interés en esta forma de energía está creciendo cada vez más, como lo demuestran los frecuentes congresos internacionales sobre el tema. Entre otros, resultado de particular importancia el que tuvo lugar en Wurzburg, Alemania, entre el 8 y el 11 de junio de 1998, con el título Biomasa for Energy and Industry. Según estudios, en el 2025 de 40 a 50% de la energía primaria mundial podría proceder de la biomasa empleada racionalmente, con tal de que exista la voluntad política de ir en esa dirección.

Es factible utilizar la biomasa en forma cíclica con fines energéticos, de modo semejante a lo que ocurre en el ciclo fundamental de la vida, que incluye la fotosíntesis, mediante la cual los vegetales, los animales y el hombre al respirar y nutrirse utilizan la energía del sol y la transforman en energía vital.

En el caso de la utilización del ciclo de la biomasa para la producción de energía con fines industriales, el sistema pulmonar se sustituye por pequeñas turbinas o motores que queman biomasa sólida, líquida o gaseosa para producir energía eléctrica, motriz y térmica.

### ❖ **Energía Solar Térmica y Fotovoltaica**

Como es conocido, en Cuba la radiación solar tiene un valor energético considerable, de unas 5000 Kcal. /m<sup>2</sup> al día, índice que varía muy poco de un lugar a otro del territorio, en virtud de la forma alargada y la orientación de este a oeste de la isla. Dicha variación es casi despreciable de un mes a otro, lo que posibilita el aprovechamiento energético de esta fuente durante todo el año.

La radiación solar se utiliza directamente en transformaciones térmicas y fotovoltaicas, es decir, en forma de calor y electricidad.

En 1993 se comenzaron de nuevo a comercializar por ECOSOC y resol sistema a partir de colectores planos importados y fabricados o ensamblados en el país. Recientemente, con el apoyo de CUBASOLAR, se desarrolló la producción de colectores compactos de alta eficiencia, apropiados a las condiciones climáticas de Cuba, con materiales de alta calidad, que produce ECISOFT y comercializa EcoSol.

La repuesta en vigor de tarifas en divisas para el cobro de la electricidad en el turismo y otras actividades ha despertado el interés de los empresarios, debido a la rápida recuperación de las inversiones y al ahorro de energía que proporcionan.

### 1.3. Análisis de los Portadores Energéticos

El Instituto Nacional Recursos Hidráulicos (INRH). Para sus actividades utiliza normalmente los siguientes portadores energéticos:

- La electricidad
- El diesel
- La gasolina regular y especial
- El gas licuado petróleo (GLP)
- Aceite lubricante

Los suministradores son Cupet y Cuba Lux.

Los precios de compra de los tipos de Portadores Energético:

- La electricidad es 90 pesos/Mwh
- El diesel es 589,28 pesos/Ton.
- La gasolina regular y especial es 748,50 pesos/Ton.
- El gas licuado petróleo (GLP) es 605,50 pesos/Ton.
- Aceite lubricante y grasas es 850 pesos/Ton.

### 1.4. Características de los Portadores Energéticos

#### ❖ Gas Licuado de Petróleo (GLP)

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es un combustible alternativo a la gasolina y el diesel, en su composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas y que contienen propileno o butileno o mezclas de estos como impurezas principales. Las fuentes de obtención de este combustible son las refinerías y plantas de proceso de gas natural, las cuales aportan alrededor del 25% y 75%, respectivamente.

Es un hidrocarburo derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de otro derivado denominado gasolina. El GLP se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener 1 litro de gas líquido.

Cabe señalar, que dependiendo el país, se puede aplicar el mismo término a productos diferentes, por ejemplo en Estados Unidos y Canadá, se conoce por Gas Licuado Petróleo al combustible constituido por propano en prácticamente un 100%, con algunas

trazas de otros componentes, los cuales se consideran de alto valor, por lo que se separan de la corriente de líquidos y se emplean como materia prima para sintetizar componentes de alto octano que se usan en la formulación de gasolinas.

El Gas Licuado Petróleo se encuentra en estado gaseoso a condiciones normales, sin embargo, para facilitar su almacenamiento y transporte, se licua y se maneja bajo presión para mantenerlo en este estado.

El gas al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, en cuyo estado se le transporta y maneja desde las refinerías, a las plantas de almacenamiento y de estas a los usuarios, ya sea por auto tanques o recipientes portátiles, en donde el gas sale en estado de vapor para poder ser utilizado en calderas, aparatos domésticos y vehículos.

#### ➤ **Composición química**

Sus principales componentes son: 90% propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) y 6% el butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), los cuales se obtienen en grandes cantidades de los pozos de gas y de petróleo crudo, así como de las refinerías. Tiene una presión normal de 45°C y su estado es normalmente gaseoso.

#### ➤ **Características**

- Permanece en estado gaseoso a temperatura normal y presión atmosférica.
- Se almacena y transporta en estado líquido manteniéndolo bajo presión en los tanques.
- No tiene color, es transparente como el agua en su estado líquido.
- No tiene olor, cuando se produce y licua, pero se le agrega una sustancia de olor penetrante para detectarlo cuando se fugue, llamada etyl mercaptano.
- Es muy inflamable, cuando se escapa y se vaporiza se enciende violentamente con la menor llama o chispa.
- Es excesivamente frío, porque cuando se licuó se le sometió a muy bajas temperaturas de bajo 0°C, por lo cual, al contacto con la piel producirá siempre quemaduras de la misma manera que lo hace el fuego.
- En estado líquido: 1 litro de GLP es equivalente a 273 litros en estado gaseoso.
- No es venenoso ni corrosivo y se disuelve en muchos otros productos.

### ❖ **Diesel**

El Diesel se produce a partir de una selección de corrientes de refinería que finalmente se mezclan para obtener un combustible que permite el encendido del motor de manera rápida y fácil. Posee un elevado poder calorífico y excelentes propiedades de combustión lo que permite obtener una buena economía de combustible. Además, el diesel mediano presenta un bajo contenido de cenizas.

Satisface los requisitos de la norma venezolana COVENIN 662:1998.

Usos:

Para ser utilizado en todos los motores de combustión interna de encendido por compresión que operen a alta velocidad, como los encontrados en camiones, tractores y equipos de construcción en general. También se usa como combustible de turbinas a gas, en quemadores industriales y calderas

### ❖ **Gasolina**

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos líquidos y ligeros que comprende los primeros productos de la destilación del petróleo. Su composición difiere la del petróleo de donde proviene y del procesamiento, mediante el craqueo y reformación se obtienen cantidades muy superiores a la simple destilación fraccionada.

Los distintos calidades de gasolina así obtenidos llamados bases, se mezclan en proporciones convertientes para elaborar productos de composición definidos. Los principales aditivos son el butano que aumenta su tensión de vapor el tetraetileno del plomo eleva el índice octavo y el xilenol confiere propiedades antioxidantes y evita la formación de gomas.

La gasolina ordinaria tiene un índice de octano de 80 a 90, la gasolina con plomo tiene un índice de 90 a 100. En Cuba se vende gasolina con índice octano 83, conocida como regular y de índice 90 la especial.

## ❖ Aceites Lubricantes

Un lubricante es un cuerpo susceptible de reducir el rozamiento cuando se interpone entre dos superficies con movimiento relativo.

Otras funciones del lubricante:

1. Facilitar el movimiento
2. Reducir el desgaste
3. Reducir el consumo de energía
4. Refrigerar los componentes
5. Transmitir la potencia
6. Proteger contra la corrosión
7. Mejorar la estanqueidad
8. Transmitir el calor
9. Aislar

Los lubricantes pueden ser:

- Líquidos como el aceite
- Semisólidos como la grasa
- Sólidos como el grafito

Los orígenes de los lubricantes son de dos tipos: naturales y artificiales.

Dentro de los naturales tenemos:

1. Los aceites vegetales como el de oliva o colza
2. Animales como el de ballena
3. Minerales como el petróleo o la hulla

Dentro de los artificiales:

1. Productos de Síntesis como el aceite sintético, esteres, etc.
2. Siliconas

Por lo tanto vamos a conocer un poco del aceite mineral como lubricante solamente para poder distinguir cuál es el más adecuado para nuestra máquina.

El aceite que se compra es pues generalmente de origen mineral, es decir, un destilado del petróleo. De ahora en adelante al decir “aceite” nos referiremos a este, puesto que los aceites sintéticos requerirían un capítulo aparte.

### 1.5. El factor de conversión a TEP

El factor de conversión convierte todos los Portadores Energéticos a una misma unidad de medida, conocido como el Tonelada Equivalente de Petróleo (TEP).

Para determinar el factor de conversión se relaciona los valores caloríficos inferiores del portador con respecto al fuel oil.

Por ejemplo para el diesel:

Valor Calorífico Inferior (V. C .I)

$$\text{Valor Calorífico Inferior de Fuel Oil (V .C. I. f. O)} = 9800 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg.Fuel Oil}}$$

$$\text{Valor Calorífico Inferior de Diesel (V. C. I. Diesel)} = 10135,6 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg.Diesel}}$$

$$\frac{\text{Valor Calorífico Inferior del PortadorEnergetico} \left[ \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg.Diesel}} \right]}{\text{Valor Calorífico Inferior del FuelOil} \left[ \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg.FuelOil}} \right]} = \frac{10135,6}{9572}$$

$$= 1,05888 \frac{\text{Kg.FuelOil}}{\text{Kg.Diesel}}$$

**Por lo Tanto;**

**1Kg Diesel = 1, 05888 Kg. Fuel Oil**

### 1.5.1. Tabla 1.1. Factores de Conversión para los diferentes portadores energéticos

Nº	Portadores Energéticos	Factor de Conversión en el Año 2004	Factor de Conversión en el Año 2005	Factor de Conversión en el Año 2006
1	Electricidad	0,356294	0,358520	0,35400
2	Diesel	1,05888	1,05888	1,0534
3	Aceite Lubricante	1,000	1,000	1,000
4	Gasolina Regular	1,0971	1,0971	25,562
5	Gas Licuado Petróleo (GLP.)	1,1631	1,1631	0,233

### 1.6. Derivados del petróleo

Los productos resultantes de las transformaciones o elaboración a partir de portadores energéticos naturales (o en determinados casos a partir de otro portador ya elaborado) se denominan portadores elaborados (o secundarios).

Son portadores energéticos elaborados la electricidad, toda la amplia gama de derivados del petróleo, el carbón vegetal, el alcohol desnaturalizado y el gas manufacturado (o gas de ciudad).

El grupo de los derivados del petróleo incluye una amplia variedad de productos energéticos útiles que se obtienen a partir del procesamiento del petróleo en las refinerías, entre los cuales se encuentran las gasolinas, los turbocombustibles y los combustibles diesel (gasóleos) de extraordinaria demanda universal.

La mayor parte de los lubricantes que se obtienen en Cuba se producen a partir del procesamiento de aceites básicos en la refinería de Caibaguán. En los últimos años se han ampliado algunas capacidades con el objetivo de obtener determinados cortes de aceites básicos a partir de la refinación del petróleo.

## **1.7. El uso de energía en las empresas de aprovechamiento de recursos hidráulicos**

Las empresas de recursos hidráulicos para cumplir su objeto social usan combustibles fósiles en las siguientes tareas.

### **1.7.1. Principales actividades que consumen energía**

#### **❖ Electricidad**

- Sistemas de bombeo
- Aires acondicionados
- Ventiladores
- Alumbrado
- Medios de computación
- Bebederos

#### **❖ Gasolina Regular**

- Tareas de mantenimiento
- Movimiento de tierra
- Equipos electromecánicos
- Construcción civil
- Recorrido para la recolección de las muestras de laboratorio
- Otros como viajes, cobros de agua, facturación, etc.
- Agroindustrial para la transportación y preparación de tierras.

#### **❖ Diesel**

- Monitoreo de redes
- Gestión administrativa
- Trabajo de presas
- Movimiento de obras
- Mantenimiento de tierra
- Construcción civil
- Chapea mecanizada
- Cocinas

#### ❖ **Gas Licuado Petróleo (GLP)**

- Cocinas

#### ❖ **Aceite Lubricante**

- Transporte automotor
- Conservación de obras hidráulicas

Los mayores consumidores de portadores energéticos son el transporte automotor y los sistemas de bombeo en la gestión de los recursos hídricos.

#### **1.7.2. Sistema hidráulico de bombeo**

Los sistemas hidráulicos de bombeo consisten en suministrar energía al agua estancada en ríos, presas, etc., para ser trasladada a su destino de uso poblaciones, industria y riego. Los sistemas hidráulicos constan de bombas generalmente centrífugas, las conductoras metálicas o plásticas y los depósitos de recepción del agua, que pueden ser tanques, embalses reguladores, etc.

Los sistemas hidráulicos de bombeo presentan grandes problemas en Cuba, porque son altos consumidores de electricidad por su diseño, ya que para bombear un caudal de un L/s se necesitan aproximadamente 1 Kwh. de electricidad. Además las pérdidas en las conductoras son elevadas y las bombas tienen una alta explotación, debido a las grandes pérdidas en los grifos, sanitarios en las organizaciones.

#### **1.7.3. Equipos de motores de combustión interna**

##### ❖ **Motor de combustión interna**

Un motor de combustión interna es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor.

Se utilizan motores de combustión interna de cuatro tipos:

- El motor cíclico Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina que se emplea en automoción y aeronáutica.

- El motor diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasóleo. Se emplea en instalaciones generadoras de electricidad, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y automóviles. Tanto los motores Otto como los Diesel se fabrican en modelos de dos y cuatro tiempos.
- El motor rotatorio.
- La turbina de combustión.

### ➤ **Estructura y funcionamiento**

Los motores Otto y los diesel tienen los mismos elementos principales.

- **Cámara de combustión**

La cámara de combustión es un cilindro, por lo general fijo, cerrado en un extremo y dentro del cual se desliza un pistón muy ajustado al interior. La posición hacia dentro y hacia fuera del pistón modifica el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. La cara exterior del pistón está unida por un eje al cigüeñal, que convierte en movimiento rotatorio el movimiento lineal del pistón.

En los motores de varios cilindros el cigüeñal tiene una posición de partida, llamada espiga de cigüeñal y conectada a cada eje, con lo que la energía producida por cada cilindro se aplica al cigüeñal en un punto determinado de la rotación. Los cigüeñales cuentan con pesados volantes y contrapesos cuya inercia reduce la irregularidad del movimiento del eje. Un motor puede tener de 2 a 28 cilindros.

El sistema de bombeo de combustible de un motor de combustión interna consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo que vaporiza o atomiza el combustible líquido. Se llama carburador al dispositivo utilizado con este fin en los motores Otto. En los motores de varios cilindros el combustible vaporizado se conduce a los cilindros a través de un tubo ramificado llamado colector de admisión. Muchos motores cuentan con un colector de escape o de expulsión, que transporta los gases producidos en la combustión.

Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el

cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la correa de distribución. En la década de 1980, este sistema de alimentación de una mezcla de aire y combustible se ha visto desplazado por otros sistemas más elaborados ya utilizados en los motores diesel. Estos sistemas, controlados por computadora, aumentan el ahorro de combustible y reducen la emisión de gases tóxicos.

### ➤ **Motores Diesel**

En teoría, el ciclo diesel difiere del ciclo Otto en que la combustión tiene lugar en este último a volumen constante en lugar de producirse a una presión constante. La mayoría de los motores diesel tienen también cuatro tiempos, si bien las fases son diferentes de las de los motores de gasolina.

En la primera fase se absorbe aire hacia la cámara de combustión. En la segunda fase, la fase de compresión, el aire se comprime a una fracción de su volumen original, lo cual hace que se caliente hasta unos 440 °C. Al final de la fase de compresión se inyecta el combustible vaporizado dentro de la cámara de combustión, produciéndose el encendido a causa de la alta temperatura del aire. En la tercera fase, la fase de potencia, la combustión empuja el pistón hacia atrás, transmitiendo la energía al cigüeñal. La cuarta fase es, al igual que en los motores Otto, la fase de expulsión.

Algunos motores diesel utilizan un sistema auxiliar de ignición para encender el combustible para arrancar el motor y mientras alcanza la temperatura adecuada.

La eficiencia de los motores diesel depende, en general, de los mismos factores que los motores Otto, y es mayor que en los motores de gasolina, llegando a superar el 40%. Este valor se logra con un grado de compresión de 14 a 1, siendo necesaria una mayor robustez, y los motores diesel son, por lo general, más pesados que los motores Otto. Esta desventaja se compensa con una mayor eficiencia y el hecho de utilizar combustibles más baratos.

Los motores diesel suelen ser motores lentos con velocidades de cigüeñal de 100 a 750 revoluciones por minuto (rpm o r/min.), mientras que los motores Otto trabajan de 2.500 a 5.000 rpm. No obstante, en la actualidad, algunos tipos de motores diesel trabajan a velocidades similares que los motores de gasolina, pero por lo general con mayores cilindradas debido al bajo rendimiento del gas oil respecto al diesel.

## ❖ Equipos Electr6genos

### ➤ Grupos Electr6genos Estacionarios

Los Grupos Electr6genos estacionarios, son equipos destinados a proveer energfa el6ctrica antes emergencias por corte de suministro de la red p6blica o como generadores de base para cooperativas el6ctricas, establecimientos industriales o residencias rurales. Equipados con motores a combusti6n interna, diesel o gas, giran a 1.500 o 3.000 rpm., entregando energfa monof6sica o trif6sica con tensiones de 380 / 220 Vca, y frecuencia de 50 Hz.

#### • Grupos Electr6genos 4MW Impulsados por el C175

La familia C175 de grupos electr6genos diesel ofrece la mayor potencia posible en un solo paquete de alta velocidad. Ideal para una variedad de aplicaciones de servicio principal, de servicio continuo o de reserva.

### ➤ Grupos Electr6genos de Diesel

El tipo Perkins es uno de los mayores fabricantes Del mundo de motores y grupos electr6genos diesel de alta velocidad, ofreciendo la m6s extensa gama de especificaciones.

- Con clasificaciones de los 12 Kw. a los 10.475 Kw.
- Cumplen las regulaciones sobre emisiones de la mayor parte del mundo
- F6ciles de especificar y comprar. F6ciles de instalar y operar
- Amplia gama de opciones dise1adas en f6brica
- Bajos costos durante el ciclo de vida 6til
- Excelente respuesta transitoria y rendimiento de estado uniforme
- Economfa de consumo inigualable
- Una sola fuente de soluciones energ6ticas
- Respaldo desde el principio de la red de distribuidores Catepillar

## ❖ **Equipos de construcción**

### ➤ **Bulldózer**

Las máquinas más empleadas para el movimiento de tierras en el bosque nativo son tractores niveladores (bulldózer) de potencias entre 150 y 220 HP montados sobre zapatas (orugas),. Actualmente se utilizan máquinas de marca y modelo TD - 130 como los equipos con marca de motor DZ 109. Los tractores están equipados con una hoja de 4 metros de ancho y una capacidad de 4 a 7 metros cúbicos. Por lo general operan con zapatas de ancho estándar (510 mm.), pesan de 18 a 24 toneladas y las presiones al suelo alcanzan valores de 50 a 60 kPa. Además están equipados de un desgarrador de tres dientes que se emplea para remover terrenos duros y soltar tocones.

### • **Tractores**

El fabricante de los tractores MTZ de la marca “Belarus” es Fabricado de Tractores de Minsk. Produce los componentes y realiza el montaje de tractores. Como existe la multitud de las empresas fabricantes de las piezas para tractores MTZ Belarus de la misma nomenclatura, la Fábrica de Tractores puede escoger los suministradores de los componentes para el transportador principal entre los que fabrican los productos de mejor calidad. Esta regla se aplica para completar los pedidos para exportar los productos. Durante más de 30 años de fabricación de tractores y otros automóviles especial a base de tractor MTZ se difundieron ampliamente en el mercado mundial. La modificación de tractor MTZ-80, y este tractor está equipada con modelo básico de motores MTZ 80 y YUMZ. Por la gama suficientemente amplia de potencias, economía, alta seguridad y durabilidad, simplicidad en servicio, mantenimiento y reparación, relativamente bajo precio las modificaciones de motores Diesel consiguieron volverse de ser aplicados ampliamente por diferentes fabricantes para instalar en la maquinaria agrícola, de transporte, industrial así como en otras unidades de diferente destino. Son modificaciones de motores D243, D243L, D245, los que se instalan en los tractores de orugas y de ruedas de otros fabricantes, segadoras de propulsión automática, excavadoras, cargadores de cucharón y de orquilla, técnica especial de construcción de carreteras, transportadores, automóviles de carga, autobuses, centrales compresoras móviles y fijas, instalaciones energéticas y bombas de agua para las necesidades de agricultura.

### ❖ **Chapea (Moto guadaña STIHL FS 200)**

En terrenos difíciles y especialmente en aquellas zonas donde no puede trabajar un cortacésped, las moto guadañas son las más apropiadas. Las posibilidades de aplicación de estas máquinas se amplían en función de la potencia del motor y de la herramienta de corte: desde el corte de bordes hasta la eliminación de maleza. Existe una gran variedad de modelos que se ajustan a todas sus necesidades. Las Empresas de Aprovechamiento Hidráulico para el corte de hierba y arbustos en las áreas cercanas de presas y canales.

### **1.8. Ciclo de vida de los portadores energéticos**

El ciclo de vida es en este caso, un proceso para identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales asociados a los consumos energéticos de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos y así como a las emisiones al ambiente, que pueden contribuir al desempeño ambiental.

El ciclo de vida de la empresa los portadores energéticos integran las estrategias de consumo y combina la evaluación de impacto ambiental. Los resultados obtenidos son descriptos en el transcurso de este trabajo.

La representación gráfica de ciclo de vida se representa en el Anexo F.

El anexo se puede observar las diferentes transformaciones que sufre los portadores energéticos, desde su extracción hasta su uso en los diferentes equipos de la empresa.

En las transformaciones de los portadores energéticos se aprovecha su energía para el funcionamiento de los equipos e instrumentos, pero estos contaminan al ambiente con los productos de la reacción química.

### **Conclusiones del capítulo**

1. Los grandes consumidores de electricidad de las Empresas de Aprovechamiento Hidráulico son los sistemas de bombeo de agua de las presas a las potabilizadoras y a los sistemas de riego.
2. Las empresas de aprovechamiento hidráulico provinciales tienen que gestionar el abastecimiento y calidad de las aguas en toda la provincia, por lo cual se hacen

grandes consumidores de combustible y diesel para el movimiento de los trabajadores y el mantenimiento de las instalaciones hidráulicas.

## **Capítulo II: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA EAHCF**

### **2.1. Características de la EAHCF**

La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos (EAHCF) perteneciente al INRH se crea el primero de Mayo del 2001 con el objetivo fundamental de hacer cumplir con lo establecido por el Decreto-Ley No. 138 de 1993 de las Aguas Terrestres y para ello administra una infraestructura hidráulica en dos Unidades Empresariales de Base ubicadas en los municipios de Abreu y Cumanayagua, para la operación de seis presas y una red de pozos que disponen de un potencial de 727,7 millones de metros cúbicos de agua anuales, correspondiendo el 42% a aguas subterráneas y el 58% a aguas superficiales.

Dentro de su objeto social se encuentra el Servicio de Provisión Mayorista de Agua Superficial y Subterránea, el Monitoreo de las Redes Hidrogeológica, Hidrológica y de la Calidad del agua (Red CAL) y el Monitoreo de los Focos Contaminantes en la provincia de Cienfuegos.

La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos surge, con personalidad jurídica independiente y patrimonio propio, el primero de mayo del año 2001, en Perfeccionamiento Empresarial, estando autorizada su creación por el Presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, por Resolución No.18 de fecha 22 de marzo de ese propio año. Cuyas funciones fundamentales son:

- Brindar servicios de provisión de agua superficial regulada, no regulada y subterránea, tanto las operadas por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, como por el derecho de uso de las operadas por el usuario al sistema del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en moneda nacional y otras entidades en moneda nacional y divisa.
- Otorga el derecho de vertimiento en moneda nacional y prestar los servicios de vertimiento de residuales a corrientes superficiales y otras autorizadas, en moneda nacional y divisa. Prestar servicios de estudio de calidad de las aguas superficiales y subterráneas, uso, disponibilidad y conservación de las aguas y prevención, de inundaciones y avenidas; de información y estudios relacionados con el ciclo hidrológico de mantenimiento constructivo y electromecánico a instalaciones obras hidráulicas.

- Definir las evaluaciones y trabajos necesarios para autorizar captaciones de agua subterránea y perforación de pozos.

Además la empresa trabaja para que el servicio de provisión de agua se realice bajo la premisa de que se entregue el volumen de agua acordado, con el caudal necesario, en el lugar convenido, a la hora fijada y con la calidad de agua requerida.

## **2.2. Política de la Calidad de la EAHCF**

La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos trabaja por satisfacer los requisitos del cliente basado en los principios del Sistema de Gestión de la Calidad de la NC- ISO 9001: 2001, asegura que los Servicios de Provisión Mayorista de Agua Superficial Regulada y el Monitoreo de las Redes del Ciclo Hídrico se gestionen en procesos eficaces y con trabajadores responsables y competentes.

Cumple con las disposiciones sobre el medio ambiente para prevenir la contaminación mediante la aplicación de medidas organizativas y tecnológicas que sean adecuadas y viables dentro del marco de su competencia.

Cumple con las disposiciones de la seguridad y salud de los trabajadores garantizando un ambiente laboral seguro y un entorno adecuado para el desarrollo de sus actividades.

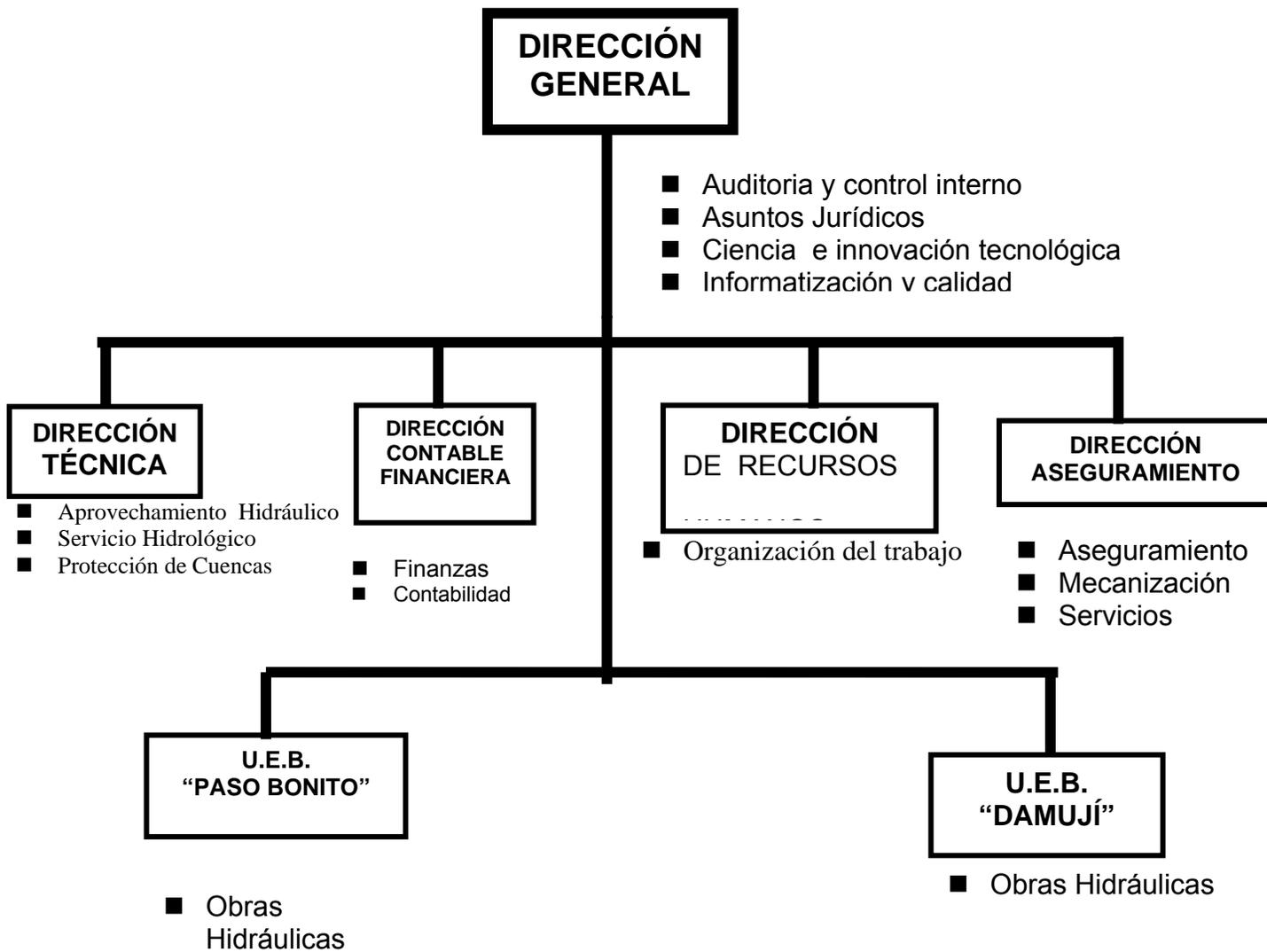
Trabaja bajo el estricto cumplimiento de la legislación vigente que sea de aplicación, así como respeta los acuerdos y requisitos provenientes del cliente.

### **2.3. Organigrama de la Empresa**

La dirección funcional de la empresa se muestra en el diagrama 2.1, cuenta con una dirección general, cuatro direcciones operativas y dos Unidades Empresariales de Bases (UEB) en los municipios Abreu y Cumanayagua. Es una empresa pequeña de 241 trabajadores distribuidos por toda la provincia.

La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos (EAHC) inmersa en la implantación de un Sistema de Gestión de Calidad por las normas NC-ISO 9000-2001 ha identificado 13 procesos, que actúan de forma vertical en la organización.

Entre ellos el proceso de Medio Ambiente, que la empresa tiene el propósito de gestionarlo adecuadamente para obtener el certificado de Administración Responsable del Medio Ambiente, que otorga cada año el CITMA, aquellas organizaciones más destacadas en la gestión del Medio Ambiente.



**Diagrama 2.1. Organigrama de la Empresa**

## **2.4. Caracterización ambiental de la empresa**

Para cumplir su objeto social, que está muy relacionado con el medio ambiente, realiza los servicios de provisión mayorista de agua superficial regulada y el monitoreo de las redes del ciclo hídrico se gestionen en procesos eficaces y con trabajadores responsables y competentes cuenta con la siguiente infraestructura hidráulica:

- 6 Embalses
- 1 Estación de bombeo
- 2 Embalses reguladores
- 2 Conductoras con 20,7 Km. de longitud
- 1 Canal magistral con 35,0 Km. de longitud
- 1 Canal trasvase 3,1 Km. de longitud
- 102 estación pluviométrica
- 142 pozos de observación
- 114 estaciones básicas y de vigilancia
- Un parque automotor de 22 vehículos
- Otros equipos de construcción, chapea, etc.
- Tres edificios administrativos

La empresa en la gestión del agua produce una serie aspectos e impactos ambientales negativos que son necesarios identificarlos, para proponer planes de acciones para mitigación.

### **2.4.1. Identificación de los Aspectos e Impactos Ambientales de la Empresa**

Para identificar aspectos ambientales y determinar los que más impactan en la empresa se aplicó la “Metodología para la realización de una revisión medio ambiental inicial” publicada por la Delegación Territorial del CITMA de Cienfuegos.

La técnica usada para la identificación de los aspectos ambientales fue la aplicación de la técnica de criterios de expertos a los directivos y especialistas, determinándose el orden de importancia de prioridad de los aspectos ambientales.

Los datos de los expertos fueron recogidos mediante la aplicación en una encuesta. La concordancia de los expertos fue determinada por el Coeficiente de Concordancia de Kendall y la técnica de Chi Cuadrado.

El número de expertos  $M$  se determina empleando un método probabilística y asumiendo una ley de probabilidad binomial  $M = p (1-p) k / i^2$  donde  $i$  es el nivel de precisión alcanzado, se recomienda entre 0.14 y 0.5,  $p$  es la proporción estimada del error y  $k$  una constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza  $(1-\alpha)$  seleccionado. Para 90 %  $k = 2,67$ .

Tomando como base un nivel de confianza del 90% y el valor de  $i$  medio de 0.14 se calcula el número de expertos:  $M = 12$  expertos, es decir, se requieren de 12 expertos para realizar en el análisis para con un 10% de error en la estimación.

Tabla No. 2.2. Relación de los principales aspectos ambientales de la empresa

No	Problemas ambientales	Orden de prioridad
A	Afectación en las actividades del suministro de agua a los clientes.	8
B	Alta generación de residuales líquidos y desechos sólidos de la empresa.	10
C	Deficiente control de la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.	3
D	Deficiente medios de protección e higiene del trabajo.	5
E	Escasa educación, divulgación e información ambiental en la empresa.	7
F	Existe propagación de vectores en la empresa.	13
G	Emisiones de gases residuales en la empresa.	12
H	Fuentes con disminución en las reservas explotadas.	9
I	Inadecuada condiciones estructurales (tupiciones, derrames, filtraciones, etc.).	11
J	Inadecuada condiciones ambientales laborales (ventilación, ruido e iluminación).	1
K	Limitaciones en las condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades.	2
L	Pobre documentación ambiental de la empresa.	12

M	Pobre reforestación de la franja hidrorreguladora	6
N	Sobreconsumo de portadores energéticos.	4

El aspecto de mayor importancia se le concede 1 puntos y así en orden decreciente hasta 14 puntos al de menor importancia. Esta matriz se presenta en el anexo A y a partir de los resultados obtenidos por la encuesta a cada experto según el formato que se presenta en la tabla 2.3.

Tabla No.2.3 Matriz con los datos de la desviación del valor medio

No	Requisitos	Expertos				A <sub>ij</sub>	Δ
		1	2	3	M		

M es el número de expertos, A<sub>ij</sub> es el juicio de importancia del experto i sobre el requisito j, Δ es la desviación del valor medio que se calcula:

$$\Delta = (\sum A_{ij} - \tau)$$

τ = factor de comparación (valor medio de los rangos) que se calcula

$$\tau = \frac{1}{2} M (K+1) \text{ donde } K \text{ es el número de requisitos a evaluar.}$$

El valor que posibilita decidir el nivel de concordancia entre los expertos se determina por el estadígrafo Kendall ω. El valor w oscila entre 0 y 1. Valores mayores de 0,7 se deben aceptar la decisión, valores entre 0,45 y 0,7 se debe continuar el análisis y valores menores de 0,45 se deben rechazar las decisiones de los expertos.

Se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall.

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

$$\omega = 0,57$$

Se realiza una prueba de hipótesis donde: Ho: ω=0

Para muestra grandes K>7 se utiliza el criterio de si χ<sup>2</sup> calculado > χ<sup>2</sup> tabla, α, y f = K-1 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay concordancia significativa entre los expertos. Aunque sería recomendable realizar otra consulta con los expertos.

$$\chi^2 \text{ calculado} = M (K-1)\omega.$$

$$\chi^2 \text{ calculado} = M (K-1) \omega = 12*(14-1)*0,57 = 88$$

$$\chi^2 \text{ tabla} = 27,63 \text{ para } \alpha = 0,1 \text{ y } f = 13$$

El valor de  $\chi^2$  tablas es obtenido en la tabla 4, página 467 del libro de texto Metodología de Investigación parte 2 de Roberto Hernández Sampier.

Es necesario señalar que el hecho de que exista concordancia no implica que los resultados sean confiables, ya depende en gran medida de la preparación y selección de los expertos y deben confrontarse con otras evaluaciones.

#### **2.4.2. Descripción de los Impactos Ambientales**

Para fundamentar la identificación de los aspectos ambientales se realiza una descripción de la situación actual de la empresa en cada aspecto.

##### **1. Inadecuada condiciones ambientales laborales (ventilación, ruido e iluminación).**

Los trabajadores manifiestan problemas con la ventilación por no contar con los ventiladores necesarios para todas las oficinas, sobre todo en esta época de verano. Los ruidos mas característicos son los propios de tener al frente a unos 20 metros el hotel deportivo. La ventilación en algunas oficinas es deficiente. Puede considerarse que tiene un impacto alto.

##### **2. Limitaciones en las condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades**

Uno de los aspectos que más impacta en la empresa son las condiciones materiales para desarrollar las actividades, provocando afectaciones en la eficacia con un ambiente de trabajo por debajo de las necesidades laborales. Entre los aspectos fundamentales se encuentran:

- Problemas de transporte para la asistencia a las actividades laborales
- El estado técnico del parque de transporte es pobre
- Medios de computación deficientes y sin acceso a Internet
- Medios de reproducción de documentos es deficiente.
- No se cuenta con la infraestructura adecuada para el desarrollo del trabajo en las oficinas, tales como carencias de buró, estantes, etc.
- El estado del edificio no es bueno, ventanas rotas, etc.

##### **3. Deficiente control de la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales**

La empresa cuenta con dos redes de vigilancia del agua: la red hidrogeológica y la red CAL para las aguas subterráneas y superficiales, pero por problemas de recursos materiales y organizativos el monitoreo de los focos contaminantes no es totalmente adecuado. Se trabaja arduamente por mejorar este proceso de monitoreo.

#### 4. Sobreconsumo de Portadores Energéticos

Para la identificación de los principales problemas relacionados con los portadores energéticos se aplicó la técnica de Criterios de Expertos. De igual forma se determinó la cantidad de expertos, o sea un total 12.

Tabla No.2.4.Relación de los portadores energéticos de la empresa

No	Problemas ambientales sobre los portadores energéticos	Orden de prioridad.
A	Parque de equipos con motores de combustión interna muy deteriorado	<b>2</b>
B	Alto sobreconsumo electricidad en la estación de Damují por salideros de las redes hidráulicas, mal estado de las bombas y mala operación de la recepción del agua.	<b>1</b>
C	Uso de aire acondicionado soviéticos de alta demanda de corriente eléctrica	<b>3</b>
D	Inexistencia del plan consumo energético de la empresa	<b>5</b>
E	Cocinas rusticas mal diseñada	<b>6</b>
F	Incumplimiento de las medidas de ahorro de electricidad	<b>4</b>
G	Emisiones de gases residuales en la empresa.	<b>7</b>

Se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall.

$$\omega = 12 \sum \Delta^2 / M^2 (K^3 - K)$$

$$\omega = 0,65$$

Se realiza una prueba de hipótesis donde: Ho:  $\omega=0$

Para muestra grandes  $K>7$  se utiliza el criterio de si  $\chi^2$  calculado  $>$   $\chi^2$  tabla,  $\alpha$ , y  $f = K-1$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay concordancia significativa entre los expertos.

$$\chi^2 \text{ calculado} = M (K-1) \omega = 12*(7-1)*0,65 = 46,8$$

$$\chi^2 \text{ tabla} = 16,81 \text{ para } \alpha= 0,1 \text{ y } f = 6$$

$\chi^2$  tablas, dato obtenido en la tabla 4 página 467 del libro de texto Metodología de Investigación parte 2 de Roberto Hernández Sampier.

Como puede observarse en la tabla los problemas que más impactan son el alto sobreconsumo electricidad en la estación de Damují por pérdidas de agua en las redes hidráulicas, mal estado de las bombas y mala operación de la recepción del agua y parque de equipos con motores de combustión interna muy deteriorados.

Con los elementos obtenidos en este capítulo sobre la caracterización de los aspectos ambientales se procede hacer un análisis de los portadores energéticos de la empresa y de la estación de Bombeo de Damují, que son las actividades que más impactan en el uso de los portadores energéticas. .

#### **5. Deficiente medios de protección e higiene del trabajo**

Con los medios de Protección Higiene del Trabajo se presentan problemas, hay una asignación en CUC anual para la compra de materiales a los trabajadores de la presa y los chapeadotes, pero se considera que es insuficiente.

#### **6. Pobre reforestación de la franja hidrorreguladora**

La reforestación de la franja hidrorreguladora la EAH de Cienfuegos solo controla esta actividad. En el caso de los embalses la tarea está a cargo del MINAGRI, que debe reforestar todos los embalses excepto en de Paso Bonito.

#### **7. Escasa educación, divulgación e información ambiental en la empresa**

La educación ambiental fundamentalmente consiste en un concurso anual sobre el agua con los estudiantes de primaria y secundaria y un círculo de interés con estudiantes de primarias. No se han tenido en cuenta un aspecto que deben ser analizado en trabajos posteriores el legislativo ambiental, que tanto desconocimientos se presenta en los trabajadores y población.

## 8. Afectación en las actividades del suministro de agua a los clientes

La excesiva explotación de la reservas de agua puede ocasionar su agotamiento y serán afectadas actividades de riego, servicios industriales y domésticos. Por esta razón es necesario investigaciones en Cienfuegos para una adecuada planificación ubicación de los sectores poblaciones, industriales y de riego, más aún con los periodos prolongados de sequías.

## 9. Fuentes con disminución en las reservas explotadas

Después de una disminución de la reserva de agua en la presas del 36 % en el 2005, en la actualidad están satisfechas todas las demandas a los acueductos, industrias y el riego de la provincia con un 82 % llenado de los embalses. La presa Abreu está alrededor del 56 % para no presentar problemas con la ciudad de Rodas y Voladora no se ha llenado, probablemente demasiado infiltraciones y evaporaciones.

Tabla No.2.5. Datos sobre el llenado de las presas de la provincia de Cienfuegos

No	Embalses	% de llenado			Observaciones
		2005	2006	2007	
1	Paso Bonito	70	98,1	92	Suministra agua a Cienfuegos
2	Abreu	36,7	72,6	56	Suministra agua a Cienfuegos
3	Áviles	66	97,7	103	Ubicada en Cumanayagua
4	El Salto	51	97,3	100	Ubicada en Lajas
5	Voladora	10,4	89,1	49	Ubicada en Cartagena
6	Galindo	16,4	90	96	Ubicada en Yaguaramas
	Total	36	92,1	82	

No se presentan afectaciones con las aguas subterráneas, con excepción de algunos pozos inactivos en la cuenca Juraguá por intrusión salina y otros que se abaten sobre todo en la zona norte de la provincia.

## 10. Alta generación de residuales líquidos y desechos sólidos de la empresa

Los vertimientos de sólidos y líquidos de los diferentes sectores son los causantes de focos contaminantes en las aguas subterráneas y superficiales. En la provincia se cuenta con numerosos vertederos de basura y sectores industriales, domésticos y agrícolas que vierten al medio sin el adecuado tratamiento. La empresa tiene las

funciones de dar permiso para estos vertimientos y el controlar el efecto (impacto) que produce en las aguas subterráneas y superficiales.

En las áreas de las edificaciones de las empresas no se observa residuales líquidos y sólidos (basura) y se encuentran limpias y chapeadas. En la zona del parqueo no se observan derrames de aceites y grasas, los aceites quemados son cambiados en los garajes.

**11. Inadecuada condiciones estructurales (tupiciones, derrames, filtraciones, etc.).**

No se presentan problemas con las condiciones estructurales.

**12. Pobre documentación ambiental de la empresa**

La empresa tiene aprobada la estrategia ambiental 2007-2010 y los documentos legislativos sobre medio ambiente, hay plan ambiental donde se declaren los impactos ambientales y un plan de acción como mitigar estos impactos. Aunque las limitaciones fundamentales para mitigar los impactos ambientales se encuentran en los pobres recursos económicos que dispone la empresa para esta actividad.

**13. Emisiones de gases residuales en la empresa**

Las emisiones de gases es pobre se queman en la cocina alrededor de 15 litros de combustible

**14. Existe propagación de vectores en la empresa**

No se presentan propagación de vectores en las instalaciones de la empresa.

**2.6. Importancia de los impactos ambientales**

La identificación de los impactos ambientales es importante para tratar de mitigar sus impactos ambientales en al empresa. En la tabla 2.5 se puede observar los principales efectos ambientales.

Tabla No.2.6. Niveles de importancia de los impactos ambientales

NIVEL DE IMPORTANCIA	VALOR DEL PARÁMETRO	POTENCIAL DE RIESGO	IMPACTOS AMBIENTALES	EXIGENCIAS DE LAS PARTES INTERESADAS
BAJA 1	No existe o se presenta en pequeña cantidad	Ninguno	No	No se manifiestan
MEDIA 2	Existe por debajo del valor límite y en cantidades moderadas	Medio	Limitados	Son Reconocibles
ALTA 3	Existe por encima o en la zona del valor límite en grandes cantidades	Alto	Importantes	Se manifiestan

Como resumen de los aspectos que más impactos presentan en la empresa se presenta la siguiente tabla.

Tabla No.2.7. Relación de los aspectos e impactos ambientales de la EAHC

Causas (Aspectos)	Efectos (Impactos)
1. Condiciones ambientales laborales (ventilación, ruido e iluminación).	1. Disminuye la eficacia de los trabajadores. Importancia Alta.
2. Condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades.	2. Disminuye la eficacia de los trabajadores. Importancia Alta.
3. Control de los focos contaminantes en las aguas subterráneas y superficiales.	3. Monitoreo deficiente para detectar el agua contaminada con componentes químicos y bacteriológicos que afecta la salud, los riegos de cultivos y procesos industriales. Importancia Alta
4. Sobreconsumo de los portadores energéticos	4. Alto consumo de electricidad en la Estación de Bombeo de Damují y equipos altos consumidores de combustibles. Alta
5. Deficientes medios de protección	5. Para lograr la forestación de presas y limpieza de canales. Medio
6. Reforestación de la franja hidrorreguladora.	6. Disminución de la protección de las presas e incremento de la evaporación de la masa de agua. Medio
7. Educación, divulgación e información ambiental en la empresa	7. Desconocimiento de la importancia de la gestión ambiental, sobre el ahorro del agua y su calidad. Medio
8. Afectación en las actividades por el suministro de agua	8. Algunas afectaciones en los pozos. Medio

El conocimiento los aspectos ambientales y los impactos ambientales le permiten a la empresa realizar un plan de acción anual.

Como puede observarse en la tabla 2.6 el sobreconsumo de los portadores energéticos es identificado por los expertos como el 4, por lo tanto deben impactar de una forma muy negativa.

En otros trabajos investigativos realizados se han analizado las afectaciones del suministro de aguas, limitaciones en las condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades y deficiente control de la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

### **Conclusiones del capítulo**

1. Las empresa presenta varios aspectos ambientales que provocan serios impactos ambientales, que aunque se han ido tomando medidas para su mitigación, hay una serie de factores objetivos y subjetivos que no permiten el avance deseado.
2. El sobreconsumo energético es uno de los aspectos ambientales que más impacta, según criterios de los especialistas de la empresa ocupa el cuarto lugar de importancia.
3. La empresa actualmente cuenta con una buena disponibilidad de agua en las estaciones básicas, sin embargo los problemas de recursos materiales no le permiten avanzar lo suficiente para alcanzar el reconocimiento de Administración Responsable del Medio Ambiente.

### **Capitulo III: CONSUMO DE PORTADORES ENERGÉTICOS EN EL EAHCF**

Los portadores energéticos usados en la empresa proceden de combustibles fósiles, no renovables derivados del petróleo, los consumidos por la empresa son los siguientes:

- Electricidad
- Diesel
- Gasolina Regular
- Grasas y Aceites Lubricantes
- Gas Licuado Petróleo (GLP)

La empresa utiliza estos tipos de energía para el transporte, equipos de construcción, equipos agrícolas, el bombeo de agua, cocción de los alimentos, alumbrado de las instalaciones, equipos de cómputo, etc.

#### **3.1. Consumo de electricidad**

En la empresa se encuentra instalados 6 contadores de electricidad, uno en la dirección, tres en las instalaciones de a UEB Paso Bonito y dos en la UEB Damují, uno que está en la oficina y otro en la Estación de Bombeo de Damují. Las lecturas de estos contadores se realizan diariamente.

El Sistema Eléctrico de la instalación comprende los sistemas de recepción y consumo, provenientes del Sistema Electro Energético Nacional (SEN). Las instalaciones son de 110 V y 220 V, con excepción de la Estación Bombeo Damují, que para las bombas tiene una alimentación de voltaje de 440 V. La instalación eléctrica de las bombas presente un factor de potencia bajo de alrededor de 0,87, aspecto que se tendrá en cuenta mejorar con la instalación de nuevas bombas para la ampliación que será sometido este año el sistema de bombeo, con vista de incrementar el suministro de agua para la puesta en funcionamiento de la Refinería de Cienfuegos.

❖ **3.1.1. Consumo de electricidad de los equipos de mayores consumidores de corriente**

La Potencia instalada está dada por algunos de los siguientes principales equipo en la tabla 3.1, como observarse las bombas de la Estación de Bombeo de Damují consumen alrededor del 97,7 % de la electricidad de la empresa. Aunque actualmente se realiza las sustituciones de los equipos altos consumidores de energía eléctrica. Los esfuerzos necesarios deben hacerse sobre mejorar el funcionamiento del sistema de bombeo.

Tabla 3.1. Relación de los equipos mayores consumidores de electricidad.

Cantidad	Equipos	Potencia instalada (Kwh.)	Consumo MWh/año	Observaciones
3	Bombas 250KSB. Omega	240	3048,48	Mayores consumidores de electricidad
2	Bombas 200KSB. Omega	158	1337,94	Mayores consumidores de electricidad
5	Aires acondicionados	1,1	23,28	Equipos Rusos
5	Ventiladores	0,055	1,16	Menores consumidores
10	Equipos de computación	0,245	10,37	Menores consumidores
3	Refrigeradores domésticos	1,45	18,41	Menores consumidores
	Otros	-	50	Menores consumidores

- El sistema de bombeo de la estación de Bombeo de Damují se convierte en un impacto negativo ambiental, porque las bombas tienen baja eficiencia debido a sus reparaciones, pérdidas de agua de las redes conductoras y pérdidas por retroceso de agua en el embalse regulador de Juraguá.
- Otro impacto negativo de menor envergadura es que no han sido sustituido los aires acondicionados rusos.

### **3.1.2. Consumo de electricidad en la Estación de Bombeo Damují**

La Estación de Bombeo de Damují es una de las obras hidráulicas de la Unidad Empresarial Base de Damují, ubicada en el municipio de Abreu. El agua es tomado de la Presa Abreu, mediante 3 motores bombas de 300 L/S y 2 motores bombas de 220 L/S, estos equipos fueron montadas en el 2001 por una donación financiera y son de la firma Omega tipo KBS 250 y 200.

Los 3 motores bombas de 300 L/S bombea agua para cultivos varios de Juraguá y al acueducto de la CEN, mediante una tubería de 17,4 Km. de largo y 900mm de diámetro de acero centro de 3mm revistada de maya con hormigón, que tiene alrededor de 20 años de instalada.

Los 2 motores bombas de 220 L/S bombean agua para la zona industrial de Cienfuegos, la tubería hasta la potabilizadora Abreu, ubicada en el entronque de la carretera de Abreu y Central 14 de Julio, está tiene 3 Km. de largo y de 800 mm de diámetro de diámetro de acero centro de 3mm revistada de maya con hormigón, que tiene alrededor de 10 años de instalada.

La Estación de Bombeo de Damují, después de alrededor de 6 años de explotación, ha comenzado a tener serios problemas de roturas de las bombas y motores y salideros en las conductoras, estas averías influyen directamente en resultados negativos de los usuarios de la misma, como son el plan de Cultivos Varios, zona industrial de la Ciudad de Cienfuegos y la población de Cienfuegos y Abreu en el Anexo C.

Actualmente la Estación se encuentra en fase de ampliación, ya que debe suministrar agua a la Refinería de Cienfuegos, que debe comenzar a refinar petróleo a fin de este año.

#### **❖ Cálculo de la pérdida económica para la conductora de Juraguá**

Estas 3 motobombas envían agua para Juraguá, por un tramo de tubería que existen numerosos salideros, para ser consumida en la Potabilizadora Juraguá y en el Riego de los cultivos de la zona de Juraguá.

De los datos de la tabla 3.2 hay dos parámetros con un alto grado de incertidumbre: el volumen de agua entregada para Riego a Juraguá, pues no hay flujometro para su medición y las pérdidas en la conductora, que se ha estimado en el 30 % por criterios de los especialistas.

Los datos del volumen entregado y energía consumida fueron tomados del registro diario del modelo DT-31-2 del año 2006 y los tiempos anuales y mensuales y diarios fueron tomadas una media según el modelo. Los datos de diseño fueron recopilados del folleto de instalación de las bombas.

Todos los cálculos realizados para la determinación de los diferentes parámetros se realizaron mediante el programa Microsoft Excel.

Tabla 3.2. Datos sobre el sistema de bombeo hacia Juraguá

No	Parámetros	Unidades	Valores	Observaciones
1	Cantidad de bombas funcionando	Unidad	3	
2	Eficiencia de la bomba	%	82	Para una bomba. Por diseño
3	Potencia del motor	Kw./h	240	Para una bomba. Por diseño
4	Caudal de la bomba	m <sup>3</sup> / s	0,3	Para una bomba. Por diseño
5	Volumen de agua entregada	m <sup>3</sup> / día	35454	Modelo: DT-31-2. Año 2006
6	Pérdidas en la conductora	%	30	Estimada
7	Caudal de agua de la Potabilizadora	L/s	117	Lectura en el flujometro digital
8	Precio de venta de la electricidad	Pesos/ Kw./h	0,09	
9	Tiempo de bombeo mensual	Días	22	
10	Tiempo de bombeo diario	Horas	16	Recesan de 4:00 a 12:00 PM. hora pico
11	Tiempo de bombeo anual	Meses	12	
12	Energía consumida	MW/año	3048	Modelo: DT-31-2. año 2006

➤ **Cálculo para determinar las pérdidas económicas por disminución de eficiencia**

En la tabla 3.3, se puede observar que las pérdidas por disminución por eficiencia del bombeo, el caudal de agua según los cálculos realizado disminuye de 300 a 266 L/s con una eficiencia de bombeo del 80 %, el cual debería ser determinado experimentalmente para el posterior destino de las bombas, después que se monten las nuevas bombas en fase de contratación.

Tabla 3.3. Datos para el cálculo las pérdidas económicas por baja eficiencia del sistema de bombeo hacia Juraguá

No	Indicadores	Cálculos	Unidades	Resultado
1	Bombeo de agua/electricidad (82%)	$= \frac{300}{240}$	L/s/ Kw.h	1,25
2	Energía consumida por bomba	$= \frac{3048000}{(16 * 22 * 3 * 12)}$	Kwh.	240
	Volumen de agua bombeada	$= 35454 + 35454 * (0,3)$	m <sup>3</sup> /día	46090
3	Caudal de la bomba actual	$= \frac{46090}{(3 * 3600 * 16)}$	m <sup>3</sup> /s	0,266
	Eficiencia de la bomba actual	Ver Anexo D	%	80
4	Consumo de agua/electricidad	$= \frac{266}{240}$	L/s/ Kw.h.	1,11
5	Horas de bombeo con 82%	$= \frac{46090}{(0,3 * 3600 * 3)}$	Horas	14,2
6	Pérdidas de energía por disminución de eficiencia	$= 3 * 240 * 22 * 12 * (16 - 14,2)$	Kwh./año	342144
7	Pérdidas económicas	$= 342144 * 0,09$	Pesos/año	30792,96

➤ **Cálculos de las pérdidas de agua en la conductora**

Las pérdidas en la conductora pueden ser por salideros, posibles instalaciones ilegales para la extracción de agua y venta de aguas que no se contabilizan en el trayecto de la tubería.

Para la determinación de estas pérdidas se habían realizados las gestiones con el Acueducto para la contratación de las mediciones de un flujometro ultrasónico que poseen y ofrece servicio al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Pero teniendo en

cuenta que la Estación será sometida una reparación y ampliación por entrar en servicio la línea de la Refinería se pospuso para el próximo año.

Los datos permiten tener un criterio aproximado de los principales parámetros y poseer la base de cálculo para las próximas mediciones, como se puede observar en la tabla 3.4, el aumento de las pérdidas en las conductoras produce alto sobreconsumo de corriente eléctrica.

Tabla 3.4. Datos para el cálculo de las pérdidas económicas por salideros del sistema de bombeo hacia Juraguá

No	Indicadores	Cálculo	Unidades	Resultado
3	Volumen de agua perdida	= 46090– 35454	m <sup>3</sup> /día	10636
6	Caudal de agua perdida	$= \frac{10636}{(16 * 3600)}$	L /s	184
7	Sobreconsumo electricidad	$= \frac{184 * 16 * 22 * 12}{1,11}$	KW/año	700194,6
6	Pérdidas económicas	=700194,6*0,09	Pesos/año	63017,51

Tendiendo en cuenta los datos obtenidos en la tabla 3.4 se pierden alrededor de 184 L/s por salideros, superior a los 117 L/s que potabiliza la planta de Juraguá. Los especialistas de la Estación de Bombeo de Damují estiman que las pérdidas por salideros en la conductora de Juraguá y regulación de niveles se encuentran alrededor de 30 % del agua bombeada.

❖ **Cálculo de la pérdida económica para la conductora de Abreu**

Estas 2 motobombas envían agua para Abreu y Refinería, aunque en estos días a veces se utilizan hasta tres bombas para satisfacer la demanda actual de la Refinería. Para este caso se estimó un 5 % de pérdidas en la conductora que va desde la estación a la potabilizadora, los restantes datos fueron recopilados similarmente que para la conductora Juraguá.

Tabla 3.5. Datos sobre el sistema de bombeo hacia Abreu y Refinería

No	Parámetros	Unidades	Valores	Observaciones
1	Cantidad de bombas funcionando	Unidad	2	
2	Eficiencia de la bomba por diseño	%	82	
3	Potencia del motor diseño	Kw./h	158	Para una bomba
4	Caudal de la bomba por diseño	m <sup>3</sup> / s	0,22	Para una bomba
5	Volumen de agua entregada	m <sup>3</sup> / día	19363	Modelo: DT-31-2. Año 2006
6	Pérdidas en la conductora	%	5	Estimada
7	Precio de venta de la electricidad	Pesos/ Kw./h	0,09	
8	Tiempo de bombeo mensual	Días	22	
9	Tiempo de bombeo diario	Horas	16	Recesan de 6:00 a 10:00 PM.
10	Tiempo de bombeo anual	Meses	12	
11	Energía consumida	MW/año	1337,94	Modelo: DT-31-2. año 2006

➤ **Cálculos para determinar las pérdidas económicas por disminución de eficiencia**

En la tabla 3.6, se puede observar que las pérdidas por disminución por eficiencia del bombeo, el caudal de agua según los cálculos realizado disminuye de 220 a 176 L/s con una eficiencia de bombeo del 80 %, el cual debería ser determinado experimentalmente para el posterior destino de las bombas, después que se monten las nuevas bombas en fase de contratación.

Tabla 3.6. Datos para el cálculo de las pérdidas económicas por baja eficiencia del sistema de bombeo hacia Abreu

No	Indicadores	Cálculos	Unidades	Resultado
1	Bombeo de agua/electricidad	$= \frac{220}{158}$	L/s/ Kw.h	1,26
2.	Energía consumida por las bombas	$= \frac{1337,94}{(16 * 22 * 2 * 12)}$	Kw./h	158
	Volumen de agua bombeada	$= 19363 + 19363 * (0,05)$	m <sup>3</sup> /día	20331
	Caudal de la bomba actual	$= \frac{20331}{(2 * 360 * 16)}$	m <sup>3</sup> /s	0,176
	Eficiencia de la bomba actual	Ver Anexo E	%	80
3	Consumo de agua/electricidad	$= \frac{176}{158}$	L/s/ Kwh.	1,11
5	Horas de bombeo con 82%	$= \frac{20331}{(0,22 * 3600 * 2)}$	Horas	12,83
5	Pérdidas de energía por disminución de eficiencia	$= 2 * 158 * 22 * 12 * (16 - 12,83)$	Kw./año	264454,1
6	Pérdidas económicas	$= 264454,1 * 0,09$	Pesos/año	23800,87

➤ **Cálculos de las pérdidas por pérdidas en la conductora**

Tabla 3.7. Datos para el cálculo de las pérdidas económicas por salideros del sistema de bombeo hacia Abreu

No	Indicadores	Cálculo	Unidades	Resultado
3	Volumen de agua perdida	$= 20331 - 19363$	m <sup>3</sup> /día	968
6	Caudal de agua perdida	$= \frac{968}{(16 * 3600)}$	L /s	16,8
7	Sobreconsumo electricidad	$= \frac{16,8 * 16 * 22 * 12}{1,11}$	KW/año	63930,81
6	Pérdidas económicas	$= 63930,81 * 0,09$	Pesos/año	5753,77

Las pérdidas en la conductora de Abreu deben ser bajas, pues las tuberías están en buen estado y como puede observarse en la tabla 3.7., el flujo de agua calculado es de 16,8 L/s, que representa unos 6000, 00 pesos/año.

➤ **Resumen de las pérdidas por electricidad y económicas**

Tabla 3.8. Datos para el cálculo de las pérdidas económicas del Sistema de Bombeo de Damují

No	Indicadores	Electricidad KW/año	Económicas Pesos/año	Observaciones
1	Baja Eficiencia en las bombas para Juraguá	342144	30792,96	Representa un sobre consumo del 8 %
2	Por salideros en Juraguá	713042,2	64173,80	Representa un sobre consumo del 16 %
3	Baja Eficiencia en las bombas para Abreu	264454,1	23800,87	Representa un sobre consumo del 4 %
4	Por salideros en Abreu	63930,81	5753,77	Representa un sobre consumo del 1 %
5	Sobreconsumo (Total)	1383571,11	124521,4	Representa un sobre consumo del 29 %
6	Energía consumida en el bombeo	4386000,42	394740,04	

Las pérdidas económicas son considerables según los cálculos realizados según la Tabla 3.8, por lo que la Empresa debe priorizar los posibles impactos ambientales que pueden producir la estación de Bombeo de Damují. Pequeñas variaciones de la eficiencia de bombeo o pérdidas en las conductoras puede ocasionar grandes pérdidas de energía. Puede causar sobreconsumo de energía superior al 29 %.

### 3.2. Consumo de combustible

En la Empresa se utiliza fundamentalmente de combustible el diesel y la gasolina regular. El consumo de GLP y el aceite regular como lubricante es prácticamente despreciable con respecto a los restantes

La Gasolina y Diesel se utilizan principalmente como combustible automotor. La empresa cuenta con un parque automotor, que se le asigna una cantidad de combustible para su uso en la transportación. El combustible se emite en tarjeta y/o bonos y se adquieren en los serví centros del país.

La empresa para sus funciones cuenta con 21 vehículos, 3 equipos de construcción, 10 equipos de agrícolas, 1 moto soldador, 1 Moto Guadaña, 4 equipos de electrógenos estacionarios y 1 motobomba estacionaria, como se puede observarse en las tablas No. 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Los equipos de transporte automotor, los equipos de construcción y los equipos electrógenos son altamente consumidores de portadores energéticos en la empresa, lo cual hace que en términos de requerimientos cuantitativos sean de los más significativos en cuanto a política energética. Evidentemente, mientras más años de uso tengan se incrementa el consumo de combustible y aumenta la emisión de contaminantes al medio ambiente. Para lograr reducir el consumo de combustible y explotar eficientemente los equipos de motores de combustión interna se pueden aplicar medidas tales como:

- Mantenimiento periódico de los equipos que garanticen un buen estado técnico.
- Establecer conceptos de logística, rutas para el caso de los equipos transporte.
- Cambiar el parque de equipos por otros más eficientes.
- Control del suministro del combustible en los puntos de abastecimiento.
- Alto nivel de calificación técnica de los operarios de estos equipos.

### **3.2.1. Equipos de motores de combustión interna en la EAHCF**

#### **❖ Transporte automotor**

El parque automotor de la empresa es procedente del ex campo socialista como se muestra en la tabla 3.9 con una serie de características, que los convierten en grandes consumidores de combustibles:

- Con alrededor de 20 años de fabricación como se muestra en la tabla 3.9.
- Equipos con alta explotación en la empresa,
- Limitaciones de recursos para las reparaciones de estos equipos,
- Difícil adquisición de repuesto de piezas de los países europeos,
- La empresa no cuenta con una infraestructura adecuada para la explotación y conservación de estos equipos,
- Este parque automotor es estatal, por lo que el cuidado es generalmente pobre.

Tabla 3.9. Relación del transporte automotor de la empresa

Cant .	Modelo de Vehículo	Marca del Motor	Año de Fabricación	Consumo Teórico del Motor Km/L	Consumo Real del Motor Km/L	Tipo de combustibles (Gasolina o Diesel)
1	Auto Lada 2106	2101	1986	10	9,8	Gasolina
2	Jeep Niva 2121	2106	1986	10	8,9-9,2	Gasolina
2	Jeep y Camioneta	Aro 243	1989	12-14	10,8-12	Diesel
3	Camión Plataforma ZIL 130	MTZ - 80	1985-1986	3	2,2-2,3	Diesel
3	Camión Plataforma GAZ 66	D 48m	1978-1985	6-8	5,8-6,5	Diesel
8	Moto c/sidecar	URAL	1988 -1990	10	8,8-10	Gasolina
2	Camión Plataforma y Volteo Maz 500	YAMZ 238	1988-1989	3,5	2,1	Gasolina

#### ❖ Equipos de la construcción

Los equipos de construcción en la empresa son procedentes del ex campo socialista como se muestra en la tabla 3.10 con una serie de características, que los convierten en grandes consumidores de combustibles:

- 3 Con alrededor de 22 años de fabricación como se muestra en la tabla 3.10.
- 4 Equipos con alta explotación en la empresa,
- 5 Limitaciones de recursos para las reparaciones de estos equipos,
- 6 Difícil adquisición de repuesto de piezas de estos países europeos,
- 7 La empresa no cuenta con una infraestructura adecuada para la explotación y conservación de estos equipos,

Tabla 3.10. Relación de los equipos de construcción de la empresa

Cant.	Modelo de Equipo	Marca del Motor	Año de Fabricación	Consumo Teórico del Motor Km/L	Consumo Real del Motor Km/L	Tipo de combustible (Gasolina o Diesel)
1	Moto Niveladora	A41M	1989	3.0	2.1	Diesel
1	Buldózer	DZ 109	1989	1.5	0.9	Diesel
1	Cargador Frontal	A41M	1989	3.0	2.6	Diesel

### ❖ Equipos electrógenos

Los equipos electrógenos ubicados en los aliviaderos de la empresa como se muestra en la tabla 3.11. con una serie de características, que los convierten en grandes consumidores de combustibles:

3. Con alrededor de 21 años de fabricación como se muestra en la tabla 3.11.
4. Limitaciones de recursos para las reparaciones de estos equipos,
5. Dificil adquisición de repuesto de piezas de estos países europeos,
6. La empresa no cuenta con una infraestructura adecuada para la explotación y conservación de estos equipos.

Tabla 3.11. Datos de los grupos electrógenos y otros equipos ubicados en los aliviaderos de las presas.

Cant .	Marca Modelo	Tipo Generador	Año de Fabricación	Combustible	Consumo Teórico L/h	Consumo Real L/h
1	Grupo Electrónico	Perkins 3	1970	Diesel	10	9.5
1	Grupo Electrónico	URSS	1991	Diesel	10	9.5
1	Grupo Electrónico	Alemania	1982	Diesel	12	10.4
1	Grupo Electrónico	España	1991	Diesel	11	10.0
1	Moto Soldador	-	2006	Gasolina	2.0	2.0
1	Moto Guadañas	-	1990	Diesel	3.0	3.8

### ❖ Equipos agrícolas

Los equipos agrícolas ubicados en los UEB de la empresa como se muestra en la tabla 3.12. con una serie de características, que los convierten en grandes consumidores de combustibles:

3. Con alrededor de 21 años de fabricación como se muestra en la tabla 3.12.
4. Limitaciones de recursos para las reparaciones de estos equipos,
5. Dificil adquisición de repuesto de piezas de estos países europeos,
6. La empresa no cuenta con una infraestructura adecuada para la explotación y conservación de estos equipos,

Tabla 3.12. Relación de los equipos agrícolas de la empresa.

Cant .	Modelo de Equipo	Marca del Motor	Año de Fabricación	Consumo Teórico del Motor Km/L	Consumo Real del Motor Km/L	Tipo de combustible (Gasolina o Diesel)
6	Tractor sobre neumático MTZ 80	D-240	1987-1988	8	6,7	Diesel
4	Tractor sobre neumático MTZ 80	D-65	1986-1987	8	6,5	Diesel

El impacto ambiental sobre el uso inadecuado de los equipos consumidores de combustibles se debe a varias causas que son necesarias un análisis profundo, entre las fundamentales son:

### 3.3. Otros derivados de petróleo usado en la EAHCF

#### ➤ Aceites

Los aceites y lubricantes se aplican en los equipos de motores de combustión interna y en la conservación y engrase de los mecanismos mecánicos e hidráulicos de las presas.

➤ **GLP**

El GLP es consumido para la cocina de los alimentos en los tres comedores que se encuentran instalados en la Empresa y las dos Unidades de Base Empresarial de Paso Bonito y Abreu.

**3.3. Establecimiento de la estructura de consumo de portadores energéticos**

De acuerdo a la información estadística oficial establecida por el MEP para cada centro, se establecerá la estructura de consumo de portadores energéticos para el año 2004, 2005 y 2006.

Para ellos, se convierten cada uno de los consumos de portadores energéticos a toneladas de petróleo equivalente (TEP), a partir de los factores de conversión.

En las tablas 3.13, 3.14 y 3.15 se puede observar el consumo de los portadores energéticos para los años 2005, 2006 y 2007 de la empresa y mediante un factor de conversión se unifica el criterio del indicador del consumo en TPE (Toneladas equivalente de petróleo). También se representa el % que representa el TEP de cada portador energético con respecto al total.

Tabla 3.13. Comportamiento de los portadores energético. 2004

Nº	Portadores Energéticos	U.m.	Consumo	Factor de Conversión	TEP Real	% Consumo total TEP
1	Electricidad	MWh	3859,6	0,356294	1375,152	95,661
2	Diesel	T	30,1	1,05888	31,872	2,217
3	Aceite Lubricante	T	-	1,000	-	-
4	Gasolina Regular	T	27,8	1,0971	30,499	2,122
5	GLP.	T	-	1,1631	-	-
	TOTAL				1437,523	

Tablas 3.14. Comportamiento de los portadores energético 2005

Nº	Portador Energéticos	U.m.	Consumo	Factor de Conversión	TEP Real	% Consumo total en TEP
1	Electricidad	MWh	4378,5	0,358520	1569,779	94,846
2	Diesel	T	56	1,05888	59,397	3,583
3	Aceite Lubricante	T	-	1,000	-	-
4	Gasolina Regular	T	23,7	1,0971	26,001	1,571
5	GLP.	T	-	1,1631	-	-
	TOTAL				1655,077	

En los tres años evaluados se observa que el consumo de electricidad representa alrededor del 95 del consumo de los portadores energéticos, la causa se debe a que la empresa cuenta con una Estación de Bombeo en Damují que funciona alrededor de 16 horas diarias y que es un aspecto ambiental de relevancia en la empresa.

Tablas 3.15. Comportamiento de los portadores energético 2006

Nº	Portadores Energéticos	U.m.	Consumo	F.Conver.	TEP Real	% Consumo total en TEP
1	Electricidad	MWh	5041,5	0,35400	1784,691	95,398
2	Diesel	T	56,3	1,0534	59,306	3,170
3	Aceite Lubricante	T	1,0	1,000	1,000	0,053
4	Gasolina Regular	T	23,3	1,0971	25,562	1,366
5	GLP.	T	0,2	1,1631	0,233	0,012
	TOTAL				1870,792	

Los otros dos portadores energéticos con gastos significativos son el diesel y la gasolina, consumidos en los equipos de transporte, construcción equipos electrógenos y en la cocina. Si este aspecto ambiental debe impactar menos que el consumo de electricidad de la Estación de Bombeo de Damují, si debe ser analizado profundamente pues el parque de equipo de la empresa tiene más de 20 años en explotación y deben ser altos consumidores de portadores energéticos.

Tabla 3.16. Resultados de los Ingresos en los años 2004, 2005 y 2006

AÑOS	PLAN DE INGRESO (MP) MN	REAL DE INGRESO (MP) MN	PLAN DE CONSUMO DE INDICE TEP/MP	REAL DE CONSUMO DE INDICE TEP/MP
2004	2351,50	2461,50	0,611	0,584
2005	2612,80	2626,20	0,633	0,630
2006	2397,20	2542,30	0,780	0,736

En la tabla 3.16 se puede observar que el índice real de consumo ha aumentando apreciablemente en los últimos tres años, alrededor del 23% del 2004 al 2006. Este incremento puede deberse al sobre consumo de electricidad en la Estación de Bombeo de Damují y el envejecimiento de los equipos de combustión interna, estos equipos son casi todos de la década del 80 con varias reparaciones de los motores, que los convierta cada vez más consumidores de combustibles.

### **3.4. Emisiones gaseosas por consumo de portadores energéticos**

El hombre en menos de tres siglos aprendió a usar la energía de combustión de los portadores energéticos fósiles y revolucionó a la humanidad con la electricidad, equipos de transporte, etc. Pero la reacción de combustión tiene una gran inconveniente, que producen gases de combustión, los cuales por su baja densidad viajan a la atmósfera y producen grandes impactos ambientales de nivel global, como el efecto invernadero, la lluvia ácida, etc.

#### **3.5.1. Ciclo de vida de los portadores energéticos**

El ciclo de vida es en este caso, un proceso para identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales asociados a los consumos energéticos de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos y así como a las emisiones al ambiente, que pueden contribuir al desempeño ambiental.

El ciclo de vida de la empresa los portadores energéticos integran las estrategias de consumo y combina la evaluación de impacto ambiental. Los resultados obtenidos son descritos en el transcurso de este trabajo.

El diagrama del ciclo de vida para la empresa se representa en el Anexo F, como puede observarse, un ahorro de portadores energéticos repercute en la empresa y en el entorno sobre todo en la disminución de la contaminación de gases a la atmósfera.

### **3.5.2. Cálculo de las emisiones de gases producto del uso de los portadores energéticos**

La emisión de los gases contaminantes producto de la combustión de los combustibles provoca una considerable contaminación al medio ambiente en esta etapa, particularmente con la emisión de gases tóxicos como el CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, el NO<sub>2</sub>, partículas sólidas como el hollín, inquemados, etc.

Para lograr sensibilizar, aún mas a los dirigentes y trabajadores de la empresa sobre la importancia del ahorro de los portadores energéticos se les ofrece en este epígrafe, los datos de cuanto es la contribución en el envío de gases de combustión a la atmósfera.

#### **➤ Conversión portadores energéticos a fuel oil (f. O)**

Para poder calcular el contenido de gases de carbono, azufre y nitrógeno se convierte los portadores energéticos a fuel oil (f. O) equivalente.

Los datos sobre la conversión de los portadores energéticos y la e emisión de gases son reportados por Lázaro L. Betancourt Pineda en el trabajo sobre La Revisión Medio Ambiental (Rema): Herramienta Necesaria para Determinar y Evaluar el Desempeño Ambiental en una Empresa Cubana.

- Una tonelada de TEP es igual 0,9903 Tonelada Fuel Oil (Ton.f.O)
- La combustión es completa en todos los procesos de combustión.
- Una tonelada de Fuel Oil produce 3,10 toneladas de dióxido de carbono
- Una tonelada de Fuel Oil produce 0,05 toneladas de dióxido de azufre
- Una tonelada de Fuel Oil produce 0,0054 toneladas de dióxido de nitrógeno
- Se desprecia para los cálculos el contenido de Dióxido de Nitroso (NO<sub>2</sub>) en los Aceites Lubricantes y Gas Licuado Petróleo (GLP.).

➤ Ejemplo para el año 2004

De la tabla 3.17. Se obtiene que  $1437,523 \text{ ton de TEP} \times 0,9903 = 1423,579 \text{ Tonelada de Fuel Oil}$

- Contenido de Carbono en el  $\text{CO}_2$ , se emite al Medio Ambiente

Por lo tanto una  $1423,579 \text{ Tonelada de Fuel Oil} \times 3,10 = 4413 \text{ Ton de CO}_2$ .

- Contenido de Azufre en el  $\text{SO}_2$ , se emite al Medio Ambiente en el año 2004.

Por lo tanto una  $1423,579 \text{ Tonelada de Fuel Oil} \times 0,05 = 71,18 \text{ Ton de SO}_2$ .

- Contenido de Azufre en el  $\text{NO}_2$ , se emite al Medio Ambiente en el año 2004.

Por lo tanto una  $1423,579 \text{ Tonelada de Fuel Oil} \times 0,0054 = 7,67 \text{ Ton de NO}_2$ .

Teniendo en cuenta los TEP para los años 2005 y 2006 se calcula de igual forma que el 2004, la emisión de gases de los portadores energéticos en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulicos Cienfuegos.

Tabla 3.17. Emisión de gases de los portadores energéticos consumidos en la EAHCF

No.	Años	Cantidad de Fuel Oil al Año (Ton.)	Cantidad de $\text{CO}_2$ al Año (Ton.)	Cantidad $\text{SO}_2$ al Año (Ton.)	Cantidad $\text{NO}_2$ al Año (Ton.)
1	2004	1423,579	4413,049	71,179	7,617
2	2005	1639,014	5080,943	81,950	8,769
3	2006	1852,663	5743,252	92,633	9,904

En los tres años evaluados se puede observar en tabla 3.17, que la empresa en el consumo de los portadores energéticos contribuye con alrededor de la emisión de 5000 toneladas de óxidos de carbono, 80 de óxidos azufre y 9 de óxidos nitrógeno a la atmósfera por año.

## Conclusiones del capítulo

1. El consumo de energía eléctrica en la Estación de Bombeo de Damuji es alto, representa el más del 97% de la electricidad que gasta toda la empresa de aprovechamiento hidráulico de Cienfuegos. Aunque las mediciones tiene alta incertidumbre, hay un sobreconsumo del alrededor de 30 por ciento, que se puede disminuir si se mejoran las mediciones de los caudales, las pérdidas en las conductoras y la eficiencia de las motobombas.
2. Las pérdidas de agua en las conductoras, además de las pérdidas económicas, causa problemas sociales por inestabilidad en el suministro de agua a la población.
3. El consumo de combustible se encuentra centrado fundamentalmente en los equipos con motores de combustión interna, los gastos de combustible de gasolina y diesel de estos equipos son altos debidos a que son muy viejos y de alta explotación, son de procedencia de los antiguos países socialistas con carencia de piezas de repuesto y alrededor de 20 años de explotación.
4. El índice de TEP/MP, en los últimos tres años se ha incrementado en más de un 23%, esto es debido fundamentalmente al sobre consumo de la estación de bombeo de Damují y al envejecimiento de los equipos con motores de combustión interna y el parque de transporte automotor.
5. La reducción del uso de portadores energéticos, además del impacto económico a la empresa, disminuirá su consumo que como se conoce cada día tienden agotarse y menos gases serían enviados a la atmósfera.

## CONCLUSIONES

1. Los aspectos ambientales que mas impactan en la empresa son la inadecuada condiciones ambientales laborales (ventilación, ruido e iluminación), limitaciones en las condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades, deficiente control de la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales y el sobreconsumo de portadores energéticos según el criterios de expertos aplicado a los especialistas de la empresa.
2. La inadecuada condiciones ambientales laborales (ventilación, ruido e iluminación) y limitaciones en las condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades influyen directamente en todos los aspectos ambientales de la empresa.
3. El consumo de energía eléctrica en la Estación de Bombeo de Damuji es alto, representa más del 97% de la electricidad que consume toda la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos. Aunque las mediciones tiene alta incertidumbre, hay un sobreconsumo de alrededor de 30 por ciento, que se puede disminuir si se mejoran las mediciones de los caudales, las perdidas en las conductoras y la eficiencia de las motobombas.
4. La inestabilidad del bombeo por las causas relacionadas, provocan periódicamente las penalizaciones por bombear en la hora pico, que pueden alcanzar la suma de 6000 pesos al mes.
5. Las pérdidas de agua en las conductoras, además de las pérdidas económicas, causa problemas sociales por inestabilidad en el suministro de agua a la población.
6. El consumo de combustible se encuentra centrado fundamentalmente en los equipos con motores de combustión interna, los gastos de combustible de gasolina y diesel de estos equipos son altos debidos a que son muy viejos y de alta explotación, son de procedencia de los antiguos países socialistas con hay carencia de piezas de repuesto y alrededor de 20 años de explotación.

7. El índice de Tonelada Equivalente Petróleo /Miles Pesos en moneda nacional, en los últimos tres años se ha incrementado en más de un 23%, esto es probablemente al sobre consumo de la estación de bombeo de Damují y al envejecimiento de los equipos con motores de combustión interna. parque de transporte automotor.
  
8. La reducción del uso de portadores energéticos, además del impacto económico a la empresa, disminuirá su consumo que como se conoce cada día tienden agotarse y menos cantidad de gases serían enviados a la atmósfera.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe mejorar las condiciones ambientales laborales sobre todo la ventilación de los locales para el bienestar de los trabajadores y la protección de los equipos de computación.
2. Se debe mejorar las condiciones materiales en la empresa para desarrollar sus actividades de transportación, monitoreo de las redes de aguas subterráneas y superficiales, el mantenimiento de las obras hidráulicas, equipos de oficina, normalización y metrología, etc.
3. Se debe hacer una valoración técnica del estado de las bombas para su posible sustitución en la Estación de Bombeo Damují.
4. Proponer la sustitución los equipos de Transporte Automotor mayores consumidores de combustible en la empresa.
5. Proponer la sustitución de los aires condicionados soviéticos que son altos consumidores de electricidad.
6. Se debe mejorar la educación sobre la necesidad del ahorro de los portadores energéticos en la empresa.
7. Se debe continuar el desarrollo de este tema por la importancia que tiene para la empresa, pues el objetivo de la tesis fue realizar una revisión del consumo de los portadores energéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt, Pineda L. Eficaz indicador de la gestión ambiental empresarial estudio de caso. / Lázaro Betancourt. - - Cienfuegos: Ciget, 2006.
- \_\_\_\_\_ . La Revisión Medio Ambiental (Rema): Herramienta Necesaria para Determinar y Evaluar el Desempeño Ambiental en una Empresa Cubana. II Encuentro de Tecnologías y Gestión del Conocimiento / Lázaro Betancourt.- - Cienfuegos: Ciget, 2006. - - 26p.
- \_\_\_\_\_ . Metodología para la AMA en instalaciones turísticas / Lazaro Pineda Betancourt, Luís Pichs Herrera- tutor. Tesis de opción Master en Ciencias Técnicas. UCF (Cf), 1997.
- Clases, aceites y lubricantes. Tomado De: [www.monografias.com/trabajos15/aceites/aceites.shtml](http://www.monografias.com/trabajos15/aceites/aceites.shtml), Junio 2006.
- Estación de Bombeo Damují. Empresa de Investigaciones y proyectos hidráulicos Villa Clara / UEB.- - Cienfuegos, 2002.- - 12p.
- Estudio y caracterización de los diferentes combustibles sólidos existentes en Cuba.- - Santa Clara: UCLV, 1993.- - 23p.
- Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y MA. Estrategia Ambiental Nacional / CITMA. - - La Habana: CITMA, 1997.
- \_\_\_\_\_ . Estrategia Ambiental Provincial / CITMA. - - La Habana: CITMA, 1998.
- Cienfuegos. Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos. Estrategia Integrada de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente 2007-2010 / EAHCF.- - Cienfuegos: EAHCF, 2007.- - 15p.

- Cienfuegos. Estación de bombeo Damují. Ficha técnica Juraguá / EBD.- - Cienfuegos: [S.N.], 2002.- - 8p.
- Cienfuegos. Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Cienfuegos. Rediseño de la red de calidad de las aguas (red cal) / EAHCF.- - Cienfuegos: EAHCF, 2006.- - 8p.
- Cuba. Ministerio de la Industria Básica. Programa de Ahorro de Energía de Cuba. (PAEC) / MINBAS.- - La Habana: MINBAS / MEP, 1997.- -12p.
- Cienfuegos. Empresa Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos. Puesto Claves y Gestión Total Eficiente de la Energía en el sector Productivo y Servicios / EAHCF.- - Cienfuegos: EAHCF, 2006, - -12p.
- Cienfuegos. Empresa Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos. Análisis del proceso de medio ambiente de la Empresa Aprovechamiento Hidráulico de Cienfuegos VI Evento Caribeño / EAHCF. - -Cienfuegos: EAHCF, 2005.- - 14p.
- Franco Pérez, Diosdado, Equipos de Bombeo / Diosdado Pérez Franco.- - La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1977.- -212p.
- Gestión ambiental empresarial. Metodología para la realización de una revisión medio ambiental inicial. Tomado De: [www.monografias.com/trabajos16/gestion-ambiental/gestion-ambiental.shtml](http://www.monografias.com/trabajos16/gestion-ambiental/gestion-ambiental.shtml), Junio 2005.
- Grasas y aceites lubricantes. Tomado De: [www.monografias.com/trabajos10/gralu/gralu.shtml](http://www.monografias.com/trabajos10/gralu/gralu.shtml), Junio 2005.
- Hernández Sampier, R. Metodología de Investigación / R. Sampier Hernández.- - La Habana: Editorial Félix Varela, 2003. - - 210p.
- Motor Diesel. Tomado De: <http://en.wikipedia.org/wiki/Diesel>, Mayo 2007.

- Turín, Enrico. El camino del sol / Enrico Turín.- - La Habana: Editorial Cubasolar, 2006.- - 200p.