

REORDENAMIENTO DEL TRANSPORTE DE CARGA EN LA RECUPERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS MEDIANTE INDICADORES TÉCNICOS ECONÓMICOS

Autores: MSc. Ing. Carlos Requejo Bravo*, MSc. Ing. Ernesto Tomás Dalmau García**, MSc. Ing. Edelvy Bravo Amarante**, Lic. Antonio Mendoza de la Cruz**

* Empresa de Recuperación de Materias Primas de Sancti Spíritus

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

e-mail: dalmau@bibliocuss.suss.co.cu

RESUMEN

El reordenamiento en el transporte es uno de las medidas tomadas en Cuba dentro de la de Revolución Energética en ejecución, con el propósito de ahorrar combustible. Este artículo trata sobre el aprovechamiento de la capacidad de carga y recorrido del transporte de carga, en la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Sancti Spíritus (ERMPSS). La toma de tal decisión representa un reto para la propia medida en sí, pues hay que demostrar en la práctica su viabilidad, ya que representa un cambio de conceptos en la gestión del transporte, estrategias y en algunos casos gastos de recursos. El presente trabajo sirve como base para la toma de tal decisión, pues parte de un diagnóstico de la gestión energética (GE) realizado con el auxilio de herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE); que define las condiciones existentes antes del trabajo y analiza los indicadores que técnicamente se deben utilizar, para demostrar la factibilidad energética del reordenamiento. Demuestra además que se puede lograr un ahorro por: racionalización del parque, reubicación por municipios en función de los niveles de cada actividad y utilización rigurosa de la ingeniería de mantenimiento. Se obtiene un ahorro de 51 443,97 L de diesel con un efecto económico \$ 36 010,78 CUC.

Palabras clave: Reordenamiento de transporte; coeficiente; gestión; mantenimiento.

REORGANIZATION OF LOADING TRANSPORTATION IN RAW MATERIAL RECOVERY THROUGH TECHNICAL-ECONOMIC INDICATORS

Abstract

The transportation reorganization is one of the measures taken in Cuba in the framework of the Energy Revolution with the objective of saving fuel. This article deals with making a more appropriate use of the loading capacity and the routes for loading transportation at the Empresa de Recuperación de Materias Primas de Sancti Spíritus (ERMPSS) –Raw Material Recovery Enterprise of Sancti Spiritus-. Making such a decision represents a challenge for itself, because it is necessary to demonstrate its viability in practice, since it represents a change of concepts in the transportation management, strategies and, in some cases, in the expenditure of resources. The present work sets up the basis for making such a decision as it departs from a diagnosis of the Energy Management (GE), carried out with the aid of tools of the Energy Total Efficient Management Technology (TGTEE), which defines the existing conditions before this work and analyzes the indicators that technically should be used to demonstrate the energy feasibility of the reorganization. It also demonstrates that a saving can be reached by: the rationalization of the vehicle fleet, the relocation by municipalities in function of the levels of each activity and the strict usage of the maintenance engineering, with an economy of 51 443, 97 L of Diesel and an economical effect of \$ 36 010,7 8 CUC.

Key words: transportation reorganization; coefficient; management; maintenance.

INTRODUCCIÓN

Cada día el hombre ha de dar un paso en pos de la eficiencia energética, pues a medida que el mundo se vuelve más complejo, impredecible y turbulento; las entidades tienen que luchar por adaptarse, ser flexibles y aprender cómo obtener reducciones de energía, pues de lograrlo depende su propia supervivencia. La presión sobre el uso de los recursos, en especial los energéticos de origen fósil y los hídricos, obliga a utilizarlos de forma más racional y eficiente. La tendencia al encarecimiento de la energía y al agotamiento de los recursos hídricos, fuerza social y económicamente a la humanidad. Los más afectados son los países con menos desarrollo, pues la incidencia no es proporcional al adelanto económico y la idea de algunos países desarrollados en emplear alimentos como puede ser el maíz, en obtener energía (agrocombustibles). Esto no considera la amenaza que representa para países subdesarrollados en particular los pequeños en superficie, ya que pueden ser afectados seriamente y desencadenar una crisis alimentaria de extraordinarias proporciones, que pondría a la humanidad en una hambruna total ("Global Competitiveness Report," Report 1999). De lo anterior se evidencia que el mayor potencial para estas naciones es el ahorro.

Como información necesaria conocer para comprender las complejidades de la recuperación de materias primas, experiencias de otros países como por ejemplo Estados Unidos (USA), tiene legislado el transporte de residuos peligrosos, que los define como: los que se consideran Residuos Listados ó Residuos Característicos (Agencia de Protección Ambiental de USA, 2003).

Residuos Listados: Se consideran en este grupo los que pueden dañar la salud humana o el medio ambiente, cuando no se manejan debidamente. Son ellos:

- Residuos de fuentes no específicas. Ejemplo de estos son los solventes generados por algunas industrias.
- Residuos de fuente específicas. Son residuos de industrias expresamente identificados.

Residuos Característicos. Aunque el residuo no aparezca listado como residuo peligroso, puede estar regulado como tal si presenta una o más de las siguientes características: inflamables, corrosivos, radiactivos o tóxicos.

Por tal razón el aprovechamiento del recorrido de los equipos de tiro de chatarra reciclada, tiene que estar en armonía con un rígido sistema de clasificación de origen de los productos reciclados. Se toma en consideración para este indicador, la propia experiencia en la venta y recuperación de chatarra ferrosa, donde se pueden lograr coeficientes superiores al 60%.

En el caso de Cuba, el reordenamiento de la transportación de cargas surgió en 2008 como parte del programa de ahorro energético del país. De manera experimental se inició en Pinar del Río, Sancti Spíritus, Cienfuegos y Ciego de Ávila; cada cual con un modelo diferente a seguir, adecuado a las características del lugar. Luego se implementó en todo el territorio centro-occidental y posteriormente se extendió a la región oriental del país (Navarro, 2010). Esta medida representó un cambio en la empresa, con el rechazo lógico de los trabajadores y algunos cuadros por el potencial peligro de la pérdida de empleo, salarios y condiciones de trabajo de un grupo de obreros. Como tal no debe enfocarse solamente en términos de ahorro energético o económicos, sino en vincularse con la capacidad de aprendizaje de la organización, o sea: la interrelación entre los conocimientos, habilidades y valores de la misma; que le permite llevar a cabo su gestión, asimilar los cambios y renovarse a sí misma de forma sistemática (Díaz, 2008).

El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para conocer cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa. Ello permite establecer el grado de eficiencia en su utilización, identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética (Borroto, 2002:104; CONUEE, 2013).

En el país, cada entidad realizara sus propias gestiones con el propósito de garantizarse sus abastecimientos y poder concretar sus producciones o servicios. En la realidad ha provocado y aun provoca un movimiento continuo y desordenado de vehículos en el marco municipal y a veces provincial y nacional, para realizar gestiones de abastecimiento por cuenta propia, sin considerar la baja utilización de la capacidad de carga de los vehículos, el consumo de combustible y moto recursos (MITRANS, 1998). La Empresa de Recuperación de Materias Primas de Sancti Spíritus (ERMPSS) ha seguido como norma esta tendencia, lo que se originó como objetivo de este artículo: realizar una propuesta de racionalización en la utilización del parque de transporte de carga de la ERMPSS, para lograr ahorros de combustible por mejor aprovechamiento del parque de equipos de carga existente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó un grupo de herramientas pertenecientes a la TGTEE, las que se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Diagnóstico según TGTEE

Elemento analizado	Herramienta aplicada	Resultados
Flujo del proceso productivo y entradas de energía.	Diagrama energético-productivo (Ver gráfico 1)	Muestra el desarrollo del proceso productivo y el uso de los portadores energético en cada parte que lo compone.
Niveles de ventas / año	Valores creados / meses (Ver gráfico 2)	Se observa una disminución en los valores creados, que obedece a problemas de precio, mercado y proyecciones de la empresa.
Estructura de consumo de portadores energéticos	Consumo de diesel (Ver gráfico 2)	El consumo de diesel representa el 73.5% de total, mostrando el peso del portador en la eficiencia energética de la empresa.
Uso del Diesel por actividades	(Ver gráfico 3)	Las ventas y la recuperación representan el 80% del consumo de diesel.
Uso del Diesel por los equipos de	(Ver gráfico 4)	Muestran los equipos que más diesel consumen, debido a que son los más

ventas		utilizados por sus características de cargas.
Análisis de la correlación entre carga transportada Vs el consumo de diesel.	Prueba de dispersión (Ver gráfico 5)	Cada año estudiado pone de manifiesto una adecuada correlación del consumo de diesel Vs los productos transportados, demostrando que es un indicador fiable para los análisis.

En el diagnóstico se tomaron varios indicadores, como resultado del análisis de los relacionados con la carga transportada que tuvieron mejor comportamiento. Las herramientas aplicadas demostraron una mayor correlación con el consumo de combustible. Las evaluaciones a partir de los índices suministrados por los fabricantes se desestimaron, por la dificultad que representa tomar:

- a).-Valores puntuales determinados para un valor de velocidad promedio.
- b).-Las velocidades para los cuales se evalúa el consumo no son iguales, aún para un mismo fabricante.
- c).-Las normas utilizadas en la evaluación experimental son diferentes, en función del país de procedencia del vehículo, que se actualizan con determinada frecuencia (Pérez-Gálvez, 2010).

El nivel de integración de las fuentes de información proporciona una vista unificada de los datos, que están dispersos por varios orígenes de la organización. Puede ser una vista física de datos, que han sido recuperados de diferentes salidas informativas y consolidadas en un repositorio, o puede ser una vista virtual que es construida dinámicamente, a la vez que se accede a los datos (Alfonso, 2012).

Para determinar el comportamiento de los indicadores de transporte en la ERMPSS, no se debe tomar como referencia el comportamiento de otras empresas del sistema de la Unión de Recuperación de Materias Primas (UERMP), debido a la falta de uniformidad ya que las 15 Unidades Empresariales de Base (UEB) de transporte analizadas, no se comportan de

forma similar, a pesar de operar con los mismos tipos de productos tradicionales. Se valoró que sería factible económicamente establecer indicadores por tipo de producto, para mejorar los resultados en los años venideros, al tener en cuenta los alcanzados en los últimos años; de manera que pueda asumirse un sistema comparativo a nivel nacional.

En ausencia de estos indicadores se utilizó el aprovechamiento de la capacidad de carga (γ_{ce}), que es la relación entre la capacidad de carga real (G_{cr}) a la nominal (G_{cn}), mostrado en la ecuación 1:

$$\gamma_{ce} = \frac{G_{cr}}{G_{cn}} = \frac{\gamma V_{ol\ plat.}}{G_{cn}} \quad (1)$$

En buenas condiciones viales γ_{ce} debe ser lo más próximo posible a la unidad. Cuando existen baches y ondulaciones $\gamma_{ce} \approx 0.9$, para disminuir el efecto de las cargas dinámicas. De ser γ_{ce} muy pequeño, analizar la posibilidad de elevar la altura de las barandas de la plataforma, sin obviar que al hacerlo eleva el centro de gravedad del vehículo y se afecta su estabilidad longitudinal y transversal (Navarro, 2010).

Otro indicador utilizado de mucha importancia para un análisis de explotación del transporte de carga, es el coeficiente de aprovechamiento del recorrido (β). Se define como los kilómetros recorridos con carga (D_{cc}) entre el total de kilómetros recorridos (D_{rt}), calculado con la ecuación 2.

$$\beta = \frac{D_{cc}}{D_{rt}} \quad (2)$$

En el caso del indicador β , se debe tomar en consideración que los productos reciclados pueden ser en ocasiones peligrosos, lo que reduce la posibilidad de transportar otras cargas en combinación con las oficinas de control de tráfico del Ministerio de Transporte.

Se realizaron también cálculos por las ecuaciones 3, 4, 5 y 6 de la Tabla 2.

Tabla 2.- Ecuaciones empleadas

$$NV = \frac{CAT}{CC * \gamma_{ce} * \beta} \quad (3)$$

$$C_{RE} = NV * I_c * R_p \quad (4)$$

$$C_{RT} = \sum_{i=1}^x (C_{RE})_i \quad (5)$$

$$A_c = C_{SR} - C_{RT} \quad (6)$$

Simbología:

NV: Número de viajes por equipo **CAT**: Carga a transportar

CC: Capacidad de carga por equipos **C_{RE}**: consumo por equipo reordenado

I_c: Índice de consumo por equipo **x**: Equipos en reordenamiento

R_p: Recorrido planificado **C_{RT}**: Consumo total después de reordenado

A: Combustible ahorrado por el reordenamiento

C_{SR}: Consumo de combustible antes del reordenamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la ERMPSS

Los Gráficos 1, 2, 3 y 4 de elaboraciones propia, muestra la caracterización energética y productiva de la ERMPSS.

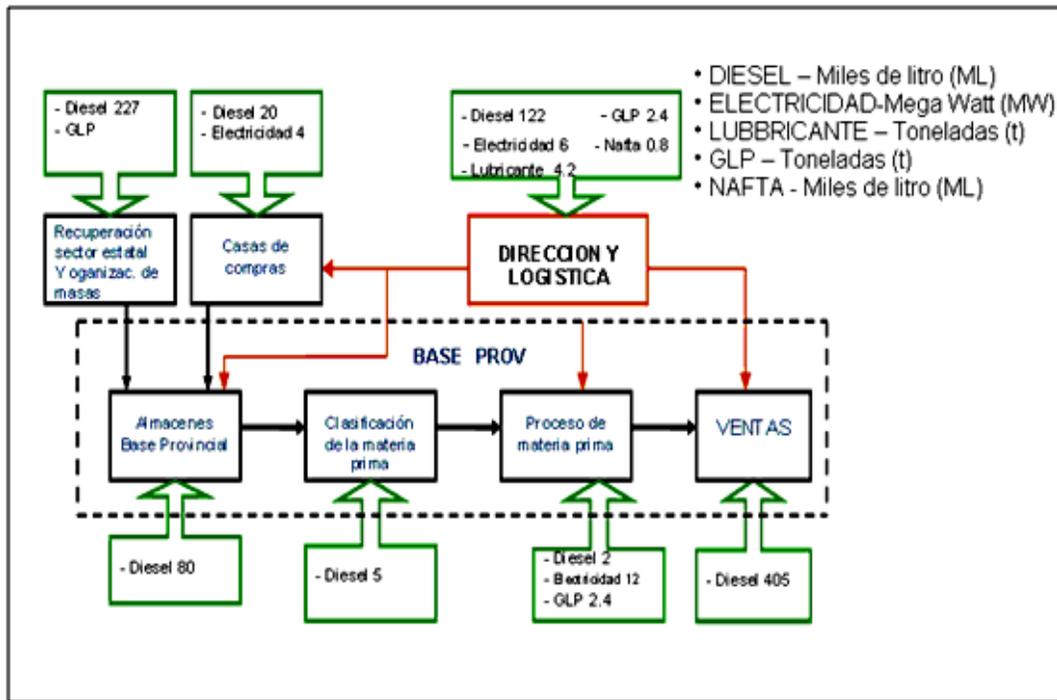


Gráfico 1.- Diagrama energético productivo de la ERMPSS

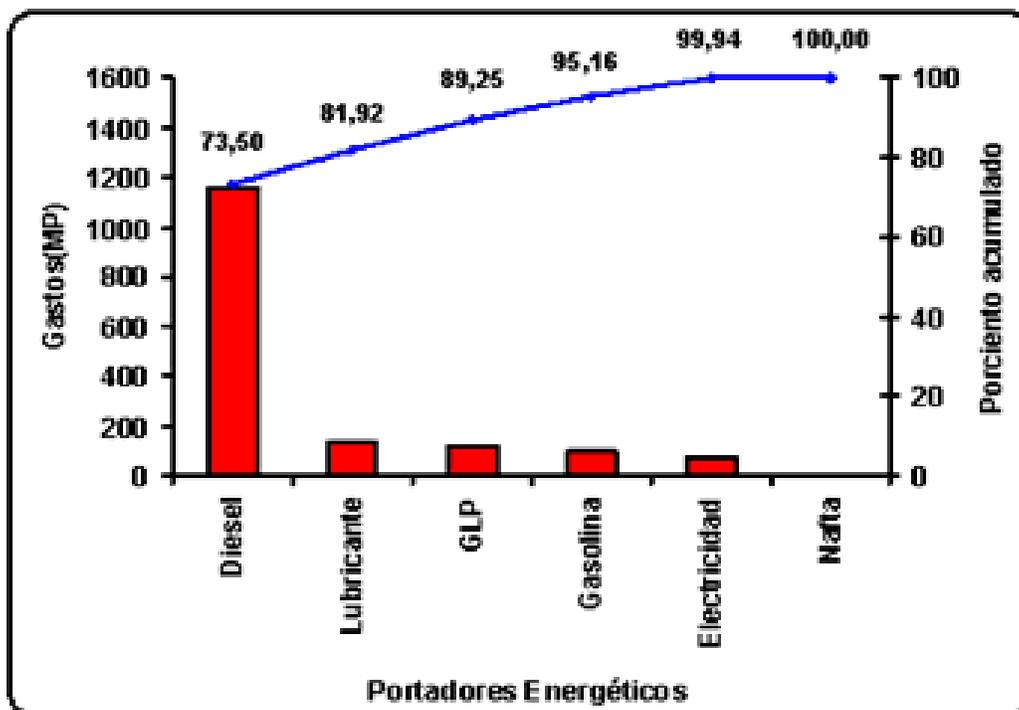


Gráfico 2.- Estructura de gastos por portadores energéticos

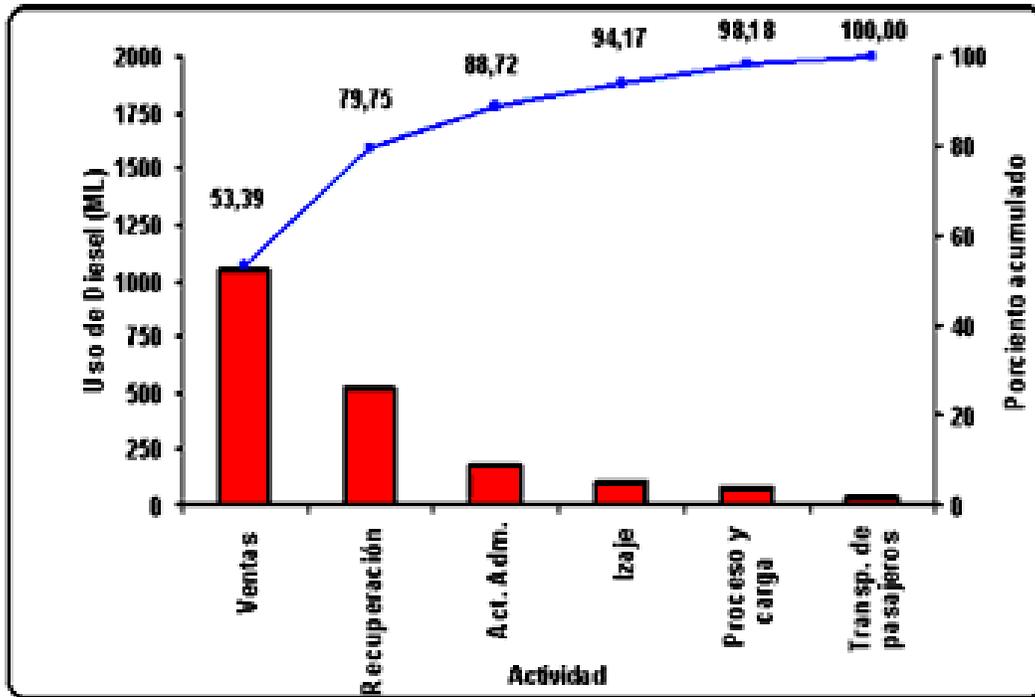


Gráfico 3.- Estructura del uso de diésel

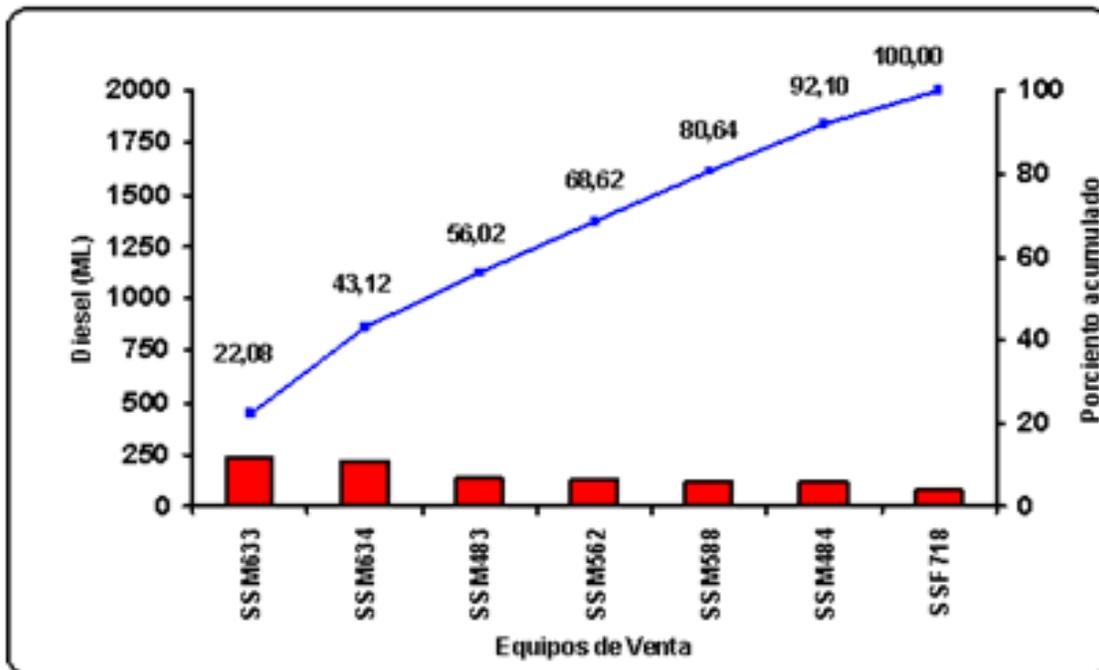


Gráfico 4.- Consumo de diesel en equipos de venta identificados con la matrícula del vehículo automotor

Los gráficos del 1 al 4 permitieron identificar que el mayor consumo de portadores energético en la ERMPSS, se concentra en el diesel y en específico en la actividad de venta.

El resultado de la Prueba de necesidad de la TGTEE, se ilustra en el Gráfico 5.

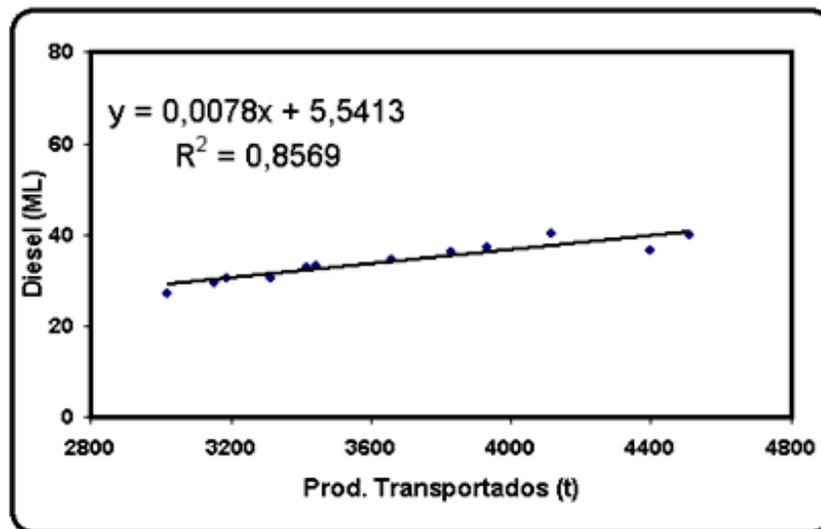


Gráfico 5.- Prueba de necesidad

Al registrar $R^2 > 0,75$, se determinó que está deteriorado el consumo de diesel.

La empresa para la recolección y procesamiento de la información, cuenta en su estructura con una oficina de tráfico, encargada según lo establecido en el Sistema de Aseguramiento y Transporte del Ministerio de la Industria Sideromecánica (Software SAT-SIME). Dentro de sus funciones controla la actividad del transporte y sus indicadores, así como las necesidades de transportaciones para una fecha o período dado. También la disposición técnica del parque, para confeccionar un plan de transportación de la entidad. Cuenta con 114 equipos, de ellos: 31 destinados al transporte de carga nacional. Los

equipos destinados al transporte de carga, se subdividen en: ventas, recuperación, asignados a los municipios y los que realizan otras actividades.

Una vez definidos estos indicadores y con una medida del aprovechamiento del transporte, en la actividad de venta y de recuperación; la dirección técnica de la empresa procedió a calcularlos y buscar un indicador que permitiera su comparación, lo cual se muestra en el Anexo 1.

Reestructuración del transporte

Como consecuencia de la crisis y situación económica en países en desarrollo, el movimiento de mercancías y pasajeros se ha visto reducido drásticamente. Son muchas las empresas que desaparecen, porque carecen de preparación para enfrentar estos problemas; los más difíciles de superar son los humanos (Fuentes, 2004).

Con los indicadores establecidos en la tabla del Anexo 1, los resultados de los cálculos realizados para 2010, mediante una tabla Excel denominada "Reestructuración" en la UEB, se brindan en el Gráfico 6. Se observan los indicadores de los aprovechamientos de la carga γ_{ce} y el recorrido β por comparación de los años 2000 y 2010. Se consideraron los indicadores establecidos como idóneos por la ERMPSS, para las transportaciones de productos tradicionales.

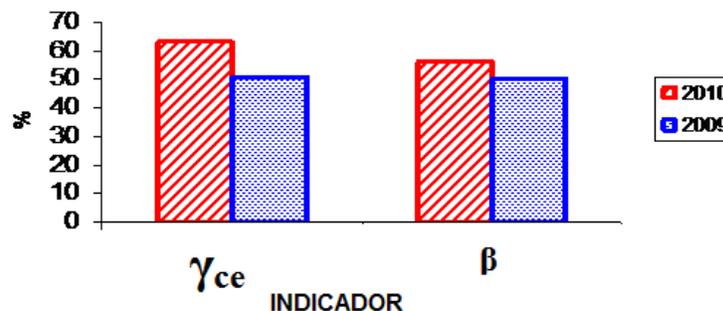


Gráfico 6.- Indicadores de aprovechamiento de la carga y el recorrido

Se puede constatar en el propio gráfico que al mejorar dichos indicadores, se logrará de forma inmediata reducir el gasto energético de la empresa, pues los L/t transportadas se reducirán y se emplearán menos equipos en el transporte de carga. Ello libera equipos que pasan a disposición de la UERMP. Esta reestructuración y racionalización origina la basificación del parque de equipos, propósito de la investigación.

Con la nueva reestructuración del parque, algunos equipos de carga se moverán de un municipio a otro con el fin de lograr ahorros de combustibles. Estos equipos fueron seleccionados según su capacidad de carga, y tuvo en cuenta los planes individuales del año 2010 y el aprovechamiento del mismo durante el año 2009.

Los datos obtenidos del balance de carga real años 2008 y 2009, así como 2010, consideró primero los indicadores obtenidos en los años 2008 – 2009 y con uso de los índices de transportación establecidos en el trabajo, se realizó la propuesta 2010. Se evidenció cómo es posible alcanzar ahorros de combustible diesel, pues se emplearían 237,99 t de diesel en las transportaciones con indicadores 2008 – 2009 y 194,19 t con el uso de los parámetros establecidos por la investigación. Esto representa un ahorro en el orden de los 51 443,97 L de combustible, lo que a un precio de 0,70 CUC por L, significa para la empresa \$ 36 010,78 CUC ahorrados en un año, lo que demuestra la viabilidad económica de la medida.

Plan de medidas

En la estructuración de las de medidas, las que más se incidieron fueron:

1. Prensado de la chatarra de plástico para llevar el coeficiente de aprovechamiento de la carga de este producto del 19% al 40%.

2. Tiro del papel reciclado para la papelera Pulpa Cuba, con transporte de retorno del municipio de Trinidad y el carro que recoge los recipientes de cristal.
3. Rebasificación del carro matrícula SSH931 de tres toneladas de capacidad de carga (3 t), del municipio Cabaiguán para la Base Provincial de Nieves Morejón (BP). Atiende los municipios de Cabaiguán, Fomento y La Sierpe.
4. Rebasificación del automotor matrícula SSH502 de cinco toneladas de capacidad de carga (5 t), del municipio Sancti Spíritus a la BP, para atender los municipios Cabaiguán, Fomento y La Sierpe.
5. Sacar de operación y conservar los semirremolques matrículas SSM588 (30 t) y SSM 633 (30 t).
6. Brindar servicios de transporte de carga en los retornos de la venta de productos tradicionales a La Habana y Matanzas, previa coordinación con la Oficina de Control de Tráfico del MITRANS.

CONCLUSIONES

1. La caracterización energética de la empresa permitió conocer la situación económica productiva de esta, así como identificar los principales potenciales de ahorros energéticos y económicos de acuerdo con su objetivo social.
2. Se determinó que el portador energético fundamental en la Empresa de Recuperación de Materias Primas Sancti Spíritus es el Diesel con 75,10%, el cual es usado fundamentalmente por los equipos de transporte de carga.
3. Se demostró que la forma de organización factible para el transporte de carga, radica en: la racionalización del parque, reubicación por municipios en función con los niveles de cada actividad y utilización rigurosa de la ingeniería de mantenimiento.

4. Se ha propuesto la reestructuración del parque de equipos que conforma el transporte de carga de entidad, lo cual permitirá ahorros significativos de combustible Diesel con mejora en aumentos de 12 % del aprovechamiento de la capacidad de carga y 6% del recorrido.

Referencias bibliográficas

1. Agencia de Protección Ambiental de USA, E. (2003 Agosto). *Ley federal que reglamenta el manejo responsable de de residuos industriales, domésticos y municipales, en su generación, transporte o almacenamiento (RCRA)*.
2. Alfonso, D. O. (2012). Propuesta de herramientas para la integración de datos. *Revista Cubana de Ingeniería*, 1(III)(5-13).
3. Borroto, A. E. (2002). *Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios U. Sur* (Ed.)
4. CONUEE. (2013). Guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones. Retrieved from www.conae.gob.mx/work/sites/.../R_GUIA3_Diagnostico_Instalacion.pdf -
5. Díaz, A. M. (2008). La determinación de la capacidad de aprendizaje de una organización mediante indicadores tangibles. Impacto en su capacidad de respuesta y adaptación al cambio. *Ingeniería Industrial*, 29 (2), 8.
6. Fuentes, J. R. (2004). *Eficiencia Energética en el Transporte Automotor Univ. Sur* (Ed.)
7. Global Competitiveness Report. *Word Economía Forum. Revista Semanal Económica*, 4 de octubre. *Elaboración: Apoyo Consultaría S.A.* .
8. MITRANS. (1998). Norma Ramal 223 del Ministerio del Transporte. Habana: MITRANS.
9. Navarro, L. P. (2010, 6 de marzo). Reordenar es sinónimo de ahorrar, *Granma*.
10. Pérez-Gálvez, R. (2010). Evaluación de la eficiencia energética de vehículos pesados en el ciclo de movimiento básico modificado. *Ingeniería Mecánica*, 13(1), 49-50.

Fecha de envío: 30-5-2013

Fecha de aceptación: 26-6-2013

Anexo 1.- Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga y recorrido por producto propuestos para la venta y recuperación de productos tradicionales. Fuente: Dirección Técnica UERMP

Producto	Ventas		Recuperación	
	γ_{ce}	$\beta \%$	γ_{ce}	$\beta \%$
Chatarra de acero.	68	50	65	50
Hoyo.	78	50	72	50
No ferroso	62	50	45	50
Papel y cartón	71	50	30	50
Envases de cristal	53	50	53	50
Vidrio	49	50	49	50
Plástico.	40	50	40	50
Otros	45	50	45	50
TOTAL	58	50	50	50