

# Estudio de gastos en insumos de mantenimiento correctivo de las cuñas tractoras en empresa de transporte.

**B. Rigol Cardona \*, D. Peña Escobio \*\*, C. Batista Rodríguez \*.**

\*Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín. Dirección postal: Universidad de Holguín, Avenida XX Aniversario s/n, Reparto Vista Alegre, Holguín. Cuba. Fax: +53 24 48 1843. Teléfono: +53 24 48 2675. e-mail: rigol.cardona@facing.uho.edu.cu

\*\* Organización Básica Eléctrica. Dirección postal: Carretera Central s/n esquina a Martí, Reparto Santiesteban, Holguín. Cuba. Teléfono: +53 24 42 3207. e-mail: damarys@une.minbas.cu

(Recibido el 14 de octubre de 2007; aceptado el 10 de enero de 2008)

## Resumen.

Las cuñas tractoras son vehículos de transporte utilizados en Cuba bajo intensas condiciones de explotación, con un sistema de mantenimiento preventivo, que teóricamente simultanea alta disponibilidad técnica a gastos aceptables. El trabajo presenta los gastos en insumos de mantenimiento correctivo en pesos convertibles cubanos (CUC) y su arancel en pesos cubanos (CUP) tras explotar ocho meses consecutivos una flota de 20 cuñas marca Renault, de la filial de transporte en la provincia de Holguín, en una empresa transportista nacional. Los objetivos del artículo son: recopilar la información sobre gastos de mantenimiento, realizar un análisis estadístico, obtener el comportamiento relativo de los gastos e interpretar los resultados. Los métodos empleados fueron, observación no participante, porcentajes componentes, análisis clúster, análisis de varianza, diferencias significativas medias y principio de Pareto. El estudio reveló que al 95 % de confianza hay diferencias significativas entre los gastos en CUC de mantenimiento correctivo, de donde se originan tres grupos de vehículos; los gastos de mantenimiento correctivo superan tres veces los de mantenimiento preventivo y esto contradice la supuesta aplicación de mantenimiento preventivo y se determinaron los vehículos con mayores gastos, empleándose en la actualidad esta herramienta para la toma de decisiones de la gerencia.

**Palabras claves:** mantenimiento, costos, vehículos de transporte, disponibilidad.

## 1. Introducción.

Almacenes Universales S. A. (AUSA) es un operador logístico integral que brinda sus servicios por todo el territorio nacional.

La Filial Holguín de dicha empresa transporta las cargas mediante camiones y cuñas tractoras con remolques. La dirección nacional de AUSA concentró en ella, como vehículos comercializables, los de marca Renault de diferentes modelos. Para que dichos vehículos se mantengan en alta disposición técnica se les aplica un servicio técnico que, partiendo de un ciclo definido en un sistema de mantenimiento, debe combinar elementos de racionalidad económica, técnica, medio ambiental, de tecnologías de informática y comunicaciones fundamentalmente, según lo establece AUSA [1].

En este trabajo se presentan los resultados parciales de una investigación que se inició el año anterior en la Filial Holguín, luego de detectarse como problema en la

empresa la poca utilización de la información económica asociada con el sistema de mantenimiento. El objetivo general del trabajo es fundamentar con criterios económicos las decisiones que se tomen sobre la política de mantenimiento, para contribuir a la realización de las operaciones de mantenimiento con eficiencia técnico - económica.

Los objetivos específicos son:

- Recopilar e interpretar la información sobre los gastos de los insumos de mantenimiento correctivo de los vehículos marca Renault.
- Realizar un análisis estadístico.
- Interpretar la información.
- Exponer el comportamiento relativo de los gastos de insumos de los mantenimientos preventivo y correctivo de los vehículos marca Renault.

Por ello se realizaron las siguientes tareas:

- Recopilar y agrupar los gastos en pesos convertibles cubanos (CUC) y el arancel en pesos cubanos

(CUP) de los insumos de mantenimiento correctivo de los vehículos marca Renault.

- Analizar el comportamiento de cada uno de estos grupos.

Los métodos empleados fueron:

- Observación no participante
- Porcentajes componentes
- Análisis clúster
- Análisis de varianza
- Diferencias significativas medias
- Principio de Pareto.

## 2. Desarrollo.

Es conocido que las decisiones administrativas deben basarse en la teoría de la decisión estadística, según recomienda Cochran [2]. Desde que se comenzó la investigación, se detectó que la aplicación de ésta teoría es un aspecto de mejoras en la Filial Holguín y no se realiza actualmente debido a la insuficiente cultura empresarial al respecto, la carencia de información histórica, el desconocimiento de metodologías para realizarlo y una actividad de mantenimiento planificada, pero ejecutada de manera diferente. Es decir, en la Filial Holguín el cotidiano bregar con problemas repetitivos impide realizar un verdadero ciclo administrativo.

Para que el concepto de Cochran se aplique, se necesitan dos tipos de información formalmente no utilizadas en el análisis clásico: consecuencias económicas de la elección de los errores tipo I y II y probabilidad de presencia de distintos valores de los parámetros de la población. Este trabajo fundamenta la necesidad de recoger parte de la información referida, se demuestra su utilidad práctica y se sistematiza en un procedimiento viable.

Durante la investigación se constató que la información económica en la Filial Holguín se registra de acuerdo con la legislación vigente y las prácticas contables internacionalmente aceptadas. Sin embargo, es el criterio de los autores que no existe una presencia de la información sobre los gastos de mantenimiento en el sistema de información de mantenimiento. Esta carencia puede ocasionar que la toma de decisiones sea errónea en ocasiones, por lo que se considera necesario mostrar un primer acercamiento a tales gastos de mantenimiento.

De acuerdo con Cabrera [3], al determinar el rendimiento en servicio de las cuñas tractoras como sujetos de control, son usuales temas de control tales como: el costo del servicio de mantenimiento, las averías y la mantenibilidad. Las unidades de medida más utilizadas del costo del servicio de mantenimiento son: relación entre horas de mantenimiento y horas de

funcionamiento y costo por cada orden de servicio. Las unidades de medida de las averías son: tiempo medio entre fallos (TMEF), uso medio entre fallos (Km) y tiempo medio entre llamadas de reparación. Las unidades de medida de la mantenibilidad son: tiempo medio de reparación (TMDR) y tiempo medio fuera de servicio.

Como guía para el estudio e interpretaciones de este tipo de información contable se empleó el criterio de Jurán: "*Raras veces la ampliación del sistema contable condujo a la mejora de la calidad*", por lo que se impone una reinterpretación del flujo informativo en la empresa a partir de los datos disponibles, una vez que se demuestre su utilidad.

La Filial Holguín posee motocicletas, automóviles, paneles, camiones y 21 cuñas tractoras. En el estudio se emplearon 20 cuñas de la misma marca, solo se excluyó una porque en el período (ocho meses consecutivos) circuló muy poco y no aportaba suficiente información. Se escogen las cuñas tractoras porque son los vehículos comercializables que generan la mayor cantidad de ingresos por poseer la mayor capacidad de carga específica, constituyen la mayoría del parque y constituyen una muestra poblacional homogénea.

El estudio se inició con la búsqueda de los datos de insumos de mantenimiento correctivo por vehículo, entre los meses de enero hasta agosto del año 2007, información que se resume en [4], incluyendo las cantidades de cada insumo y los precios en CUC y el arancel en CUP. La información se almacenó en un libro de Microsoft Excel [5].

## 3. Presentación de los gastos en insumos durante el mantenimiento correctivo.

Cuando se dispuso de la información resumida de los gastos de los insumos durante el mantenimiento correctivo para cada vehículo, la misma se ordenó descendientemente según el importe en CUC. De acuerdo con la lista, se le asignó a cada vehículo un número de orden en vez de la matrícula, para no hacer pública ninguna información sensible para la empresa.

Del mismo modo, para no reportar los valores absolutos de los gastos en insumos de mantenimiento correctivo, se empleó la herramienta de análisis financiero porcentajes componentes, tomada de [6], que muestra el tamaño relativo de cada partida en un total (100 % de los gastos de insumos de mantenimiento correctivo). La información se muestra en las tablas 1 y 2. Los números de cada vehículo son los mismos en ambas tablas.

Tabla 1. Porcentajes componentes de los gastos de los insumos del mantenimiento correctivo a los vehículos pesados marca Renault (CUC).

Vehículo No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje (%)	9,35	9,32	8,89	8,55	8,42	7,80	7,62	6,86	5,30	5,09

Tabla 1. Continuación.

Vehículo No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Porcentaje (%)	4,59	4,11	3,62	3,19	2,91	1,35	1,34	0,95	0,48	0,26

Tabla 2. Porcentajes componentes de los gastos de los insumos del mantenimiento correctivo a los vehículos pesados marca Renault (CUP).

Vehículo No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje (%)	11,51	9,57	7,47	9,58	5,34	6,66	5,14	3,77	2,13	2,59

Tabla 2. Continuación.

Vehículo No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Porcentaje (%)	12,51	6,27	4,43	4,79	3,45	1,63	1,88	0,33	0,67	0,25

Teniendo en consideración que el arancel en CUP depende del precio de los insumos en CUC, solamente se analizan los importes de los insumos en CUC mensuales para cada vehículo. La serie de datos de insumos en CUC se representó en un diagrama del tipo “XY (Dispersión)” mediante Excel, donde la variable independiente en el eje de las abscisas es el número de orden del vehículo y en el eje de las ordenadas los porcentajes de gastos de la tabla 1. La figura 1 muestra el diagrama “XY (Dispersión)” de los gastos en insumos en CUC.

Al observar la figura 1 se sugiere la existencia de 3 grupos de valores de gastos en insumos en CUC. El tratamiento estadístico que reafirma tal suposición se describe a continuación.

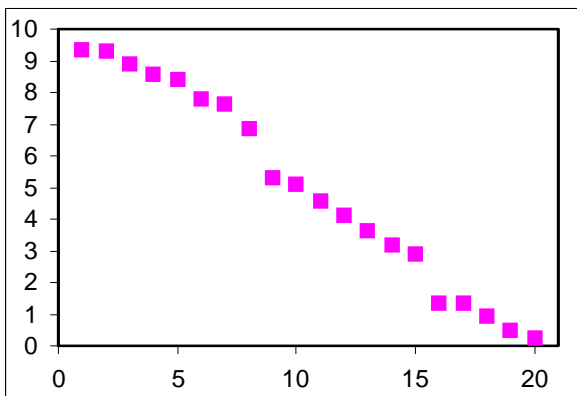


Figura 1. Gráfica de porcentajes componentes de gastos en insumos del mantenimiento correctivo a los vehículos Renault (CUC).

#### 4. Análisis estadístico de los gastos en insumos de mantenimiento correctivo.

Para analizar el comportamiento estadístico de los 3 posibles grupos de gastos de insumos de mantenimiento correctivo en CUC, se realizó un análisis clúster para segmentar estos datos. Esta técnica también se conoce con los nombres de: análisis - Q, tipología, análisis de clasificación y taxonomía numérica.

Los clústeres son grupos de observaciones con características similares y se forman colocando cada observación en un grupo separado. Entonces se combinan las dos observaciones más cercanas para formar un nuevo grupo. Después de recalcular la distancia entre los grupos, los dos grupos más cercanos se combinan. El proceso se repitió hasta que solamente quedaron los 3 grupos. Para realizar el análisis se empleó el sistema STATGRAPHICS [7], obteniéndose el dendograma de la figura 2.

En la figura 1 la variable independiente en el eje de las abscisas es cada uno de los 20 vehículos y en el eje de las ordenadas se representa la distancia entre ellos.

El dendograma se realizó por el método del vecino más cercano y la medición de la distancia por el método del cuadrado euclidiano.

Los valores del centroide de cada segmento sugieren que entre ellos existen grandes diferencias y se reafirma con un análisis de varianza.

El análisis de varianza prueba que existen diferencias significativas entre las medias de los grupos (ver tabla 3). Se reafirma la suposición de la existencia de 3 grupos: el primero con 8 miembros y centroide en 1880,31 CUC (40 % del total), el segundo con 7

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza de gastos en insumos de mantenimiento correctivo a vehículos Renault (CUC).

grupo	Count	Average	Varianc
1	8	1880.31	38687.3
2	7	926.904	43227.2
3	5	197.282	12459.2
Total	20	1125.86	511679.

grupo	Standard deviation	Minimum	Maximum
1	196.691	1544.3	2104.51
2	207.911	656.26	1193.31
3	111.621	58.76	303.73
Total	715.318	58.76	2104.51

miembros y centroe en 926,90 CUC (35 %) y el tercero y último con 5 miembros y centroe en 197,28 CUC (25 %).

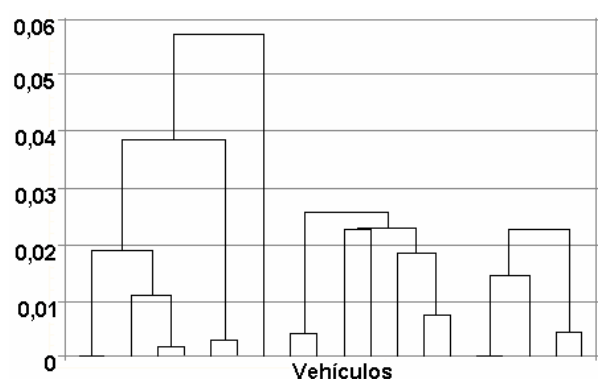


Figura 2. Dendrograma de los gastos de los insumos del mantenimiento correctivo a los vehículos Renault (CUC).

En la figura 3 se representan gráficamente los 3 grupos mediante el procedimiento de Fisher de las diferencias significativas medias (Least Significant Difference - LSD) y un intervalo alrededor de cada uno. Los intervalos se construyen de manera que si dos medias son la misma, se solaparían el 95 % de las veces.

En la figura 3 la variable independiente en el eje de las abscisas es el número de grupos de vehículos y en el eje de las ordenadas los valores de los centroides y el intervalo alrededor de cada uno, en CUC. Se aprecia que ningún par de intervalos se solapan, concluyéndose que tienen una diferencia estadísticamente significativa.

Aplicando el principio de Pareto [8] para resaltar los valores de gastos en CUC de mantenimiento correctivo que ocurren más frecuentemente, se determinó que en el primer grupo se concentran los pocos vitales, pues sólo

8 vehículos (40 % del parque) aportan el 66,80 % de los gastos. El gráfico de Pareto se muestra en la figura 4.

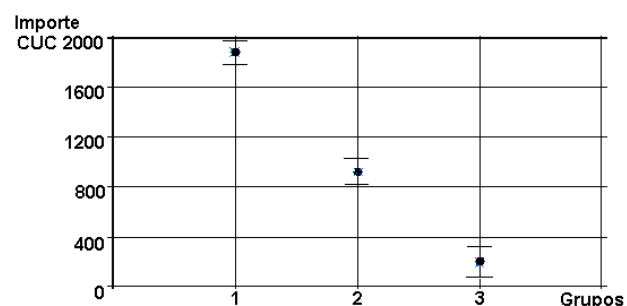


Figura 3. Gráfica de los 3 grupos de gastos en insumos de mantenimiento correctivo mediante el procedimiento de las diferencias significativas de medias (CUC).

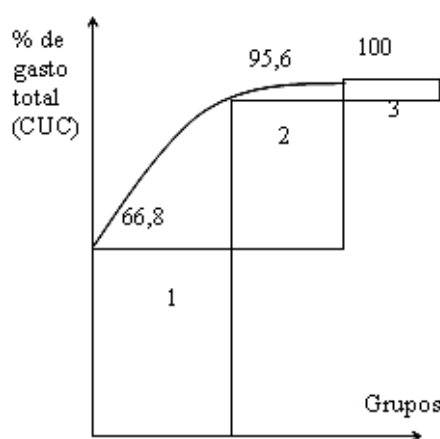


Figura 4. Gráfico de Pareto para los gastos (CUC) en insumos de mantenimiento correctivo en vehículos Renault por grupos.

Tabla 4. Distribuciones observada y supuesta de costos de insumos de mantenimiento.

Costos por tipo de mantenimiento	Distribución observada (% del total)		Distribución supuesta (% del total)
	CUC	CUP	
Preventivo	25,7	15,9	50
Correctivo	74,3	84,1	20
Predictivo	0	0	30
Totales	100	100	100

## 5. Comportamiento relativo de los gastos de los insumos de mantenimiento correctivo de los vehículos analizados.

A partir de los importes parciales de gastos en CUC en insumos de cada vehículo, se obtuvieron los importes totales de gastos en insumos de los mantenimientos preventivo y correctivo.

La distribución observada de los gastos se muestra en la tabla 4, junto a la distribución supuesta para empresas de mediana complejidad tecnológica, como se sugiere en [9]. Aunque tal criterio no es exhaustivo de las situaciones donde se aplique el mantenimiento, constituyó la guía para alertar a la Gerencia de la Filial Holguín de que la divergencia entre los valores es inaceptable porque contradice la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo. De ahí que se encuentre en estudio la reestructuración de la aplicación actual del sistema de mantenimiento existente.

Las marcadas diferencias entre los grupos de los gastos en insumos de mantenimiento se deben a las sustituciones no planificadas de: parachoques, pieles de zapatas de frenos, radiadores, neumáticos, juegos de juntas y pistones de motor de combustión interna, válvulas triples, baterías y focos.

## 6. Conclusiones.

Existen 3 grupos de vehículos según sus gastos en CUC de insumos de mantenimiento correctivo, de tamaño similar y con diferencias significativas. En el primer grupo se concentra la mayoría de los gastos.

Las marcadas diferencias entre los grupos de los gastos en insumos de mantenimiento de los vehículos marca Renault se deben a las sustituciones no planificadas de elementos en los sistemas de transmisión, frenos, eléctrico y el motor de combustión interna.

Existe una gran divergencia entre las distribuciones observada y supuesta de gastos de insumos de

mantenimiento, que contradice la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo.

## 7. Recomendaciones.

Estudiar la relación existente entre los costos de los insumos de mantenimiento y otras variables (distancias recorridas y consumo de combustibles).

Proporcionar un proyecto de mejora a la gerencia de la Filial Holguín, para disminuir los gastos de mantenimiento correctivo.

Determinar la eficiencia general del sistema de mantenimiento y en particular la fiabilidad que proporciona el sistema de mantenimiento existente.

## 8. Bibliografía.

1. AUSA. Ciclos de mantenimiento de la Compañía Almacenes Universales S. A. Octubre de 2007. 11 p.
2. Cochran, W. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental, S. A. México. S/f. 513 p.
3. Cabrera Gómez, J. Indicadores Clase Mundial. 10 de diciembre de 2003. 7 p.
4. Espinosa Aguilar, Y. Estudio de los gastos de mantenimiento en la Filial de transporte de AUSA Sucursal Holguín. Trabajo de diploma. Tutor: Buenaventura Rigol Cardona. Universidad de Holguín. 83 p.
5. Microsoft Corporation. Microsoft Excel 2000, versión 9.
6. Anónimo. Contabilidad, la base para decisiones gerenciales. S/f. 670 p.
7. Statistical Graphics Corp. STATGRAPHICS Plus for Windows 2.1. 1996.
8. Pareto, U. Gestiópolis, consultado: 21 de marzo de 2007.
9. Universidad Abierta. Análisis de la gestión de mantenimiento. Argentina. Descargado de: <http://www.mdp.edu.ar/uabierta/mantenimiento/modulo10.htm>. Consultado: 8/10/2006.

---

## **An study about consumable parts of corrective maintenance costs of the tractive vehicles of the Transportation Filial of Almacenes Universales Enterprise of Holguin City.**

### **Abstract**

The tractive vehicles are transportation vehicles used in Cuba under intensive exploitation conditions, and have a preventive maintenance system that theoretically produces both high technical availability and acceptable costs. In the article are presented the maintenance costs in Cuban convertible pesos (CUC) and the tariff in Cuban pesos (CUP) of using during eight consecutive months, a twenty Renault vehicle squadron, belonging to the transportation of Holguin City Almacenes Universales Enterprise, a national transportation enterprise. The objectives are: to seek for maintenance costs, to perform a statistical analysis, to obtain the relative behavior of costs and to interpretate the results. The employed methods are: non participant observation, component percentages, cluster analysis, analysis of variance, least significant difference and Pareto analysis. The study showed: the significative differences between the CUC costs of corrective maintenance to the 95 % level of confidence, that caused three groups of vehicles, that corrective maintenance costs are three times higher the preventive maintenance costs in CUC, and it goes against the supposed right application of preventive maintenance, and were determined the vehicles with highest costs, in a way that can help to decision taken to the Gerency.

**Key words:** maintenance, costs, transportation vehicles, availability