

## **Evaluación de la fiabilidad, para gestionar el mantenimiento, en una flota de transporte de combustibles por carretera en Cuba**

### **Proposed reliability study, to manage maintenance, in a fuel transport fleet by road in Cuba**

**Jorge López Nuñez<sup>1</sup>, Carlos Alberto Trinchet Varela<sup>2</sup>, Víctor de la Cruz Ramos<sup>3</sup>, René Ortis Cruz<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Transcupet Holguín, Cuba y [jorge@hlg.trans.cupet.cu](mailto:jorge@hlg.trans.cupet.cu), <sup>2</sup>Profesor Centro de Estudios CAD/CAM, Universidad de Holguín, Holguín, Cuba, [carlos.trinchet@uho.edu.cu](mailto:carlos.trinchet@uho.edu.cu), <sup>3</sup>Profesor Universidad de Holguín [victorc@uho.edu.cu](mailto:victorc@uho.edu.cu), <sup>4</sup>Universidad de Holguín [rene@uho.edu.cu](mailto:rene@uho.edu.cu)

#### **RESUMEN**

El trabajo muestra la realización de un estudio de fiabilidad a una flota de transportación de combustibles por carretera en una región de Cuba empleando la base de datos propia que normalmente es explotada de forma limitada, parcial, con algunos indicadores clásicos, pero alejados de las tendencias mundiales para este tipo de entidad por lo que no logran identificar ni emplear herramientas que permitan diagnosticar, evaluar, la función mantenimiento. Los objetivos del estudio se centraron en el procesamiento de la información estadística, el diagnóstico de su sistema de mantenimiento por medio del análisis de su fiabilidad y la propuesta de medidas para la toma de decisiones para la mejora continua que permitan el incremento de la competitividad. Para ello se acude al empleo de indicadores de clase mundial y a la norma cubana NC 92-31:1981 con índices que miden propiedades particulares como la operatividad, durabilidad, conservabilidad y la mantenibilidad de los equipos industriales. Los resultados muestran la identificación de las líneas de equipos, sus sistemas, subsistemas y componentes con comportamientos críticos desde el punto de vista de los fallos y las propuestas de medidas preventivas que fortalecen el sistema de mantenimiento preventivo planificado e incrementan la fiabilidad del parque de equipos e influyen en el rendimiento económico productivo de la entidad analizada.

Palabras claves: Mantenimiento; indicadores; fiabilidad; flota de transporte.

#### **ABSTRACT**

It is known that fleets of fuel transport by road are essential in the functioning of the economy of any country, are responsible for linking imports or manufactured products, fuels for example, to destinations where it is used as an end product for provide a service, they are vital. In order to guarantee it efficiently, high levels of availability are required with adequate reliability, that is the responsibility of the maintenance system. The work shows the results of a reliability study to a fleet of fuel transport by road, using its database usefully, with the indicators of the discipline and other world class that are not normally used in the country for this type of entities, surpassing the current system, very simplistic and far from global trends, for this type of entities. An identification of the lines, models, systems, subsystems and components with a critical behavior from the point of view of the failures is obtained, being able to propose preventive measures, in tune with the current maintenance system, with a marked objective to increase the reliability of the park and its influence on the productive economic management of the entity analyzed. The specific objectives focused on processing the statistical information of its database, diagnosing the maintenance system based on reliability and proposing specific tasks for decision-making and continuous improvement as a support for the necessary competitiveness of the country's business system..

Keywords: Maintenance; reliability; indicators; transport fleet.

#### **1. INTRODUCCIÓN**

La transportación de carga por carretera es responsable de una parte importante del PIB de cualquier país como fuente de generación de riquezas, es vital lograr enlazar los productos desde donde se importan o producen hasta los destinos donde adquieren su verdadero valor, donde se brinda un servicio.

En Cuba la transportación de carga y pasajeros tiene una capacidad insuficiente para sostener la demanda exigida. Entre las múltiples causas de esta situación se destaca el escaso empleo de herramientas actualizadas para gestionar los sistemas de gestión del mantenimiento, elementales según Rigol (2008) para mantener de una manera coherente las flotas de transporte. Una valoración de Ballester (2002) sostiene que en la actualidad en este grupo de vehículos es tendencia potenciar el mantenimiento predictivo y disminuir el correctivo, o sea, se buscan altos niveles de fiabilidad y mantenibilidad o al menos la adecuada, unido a que se minimicen los fallos imprevistos. De Viveros, P. et al. (2013) se conoce que “en la actualidad el mantenimiento está destinado a ser el pilar fundamental de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva” y Muchiri, P., et al. (2010). afirma que es vital en el funcionamiento sostenible de cualquier entidad, y cuantitativamente Keith, R. (2004). define que: “Para ser competitivo en el mercado de hoy, los retrasos causados por problemas relacionados con el mantenimiento deben ser menos de un 1% de las horas de producción total”. Es conocida la gran influencia que va teniendo en el mundo el estudio del mantenimiento por la notable influencia en la gestión de activos en cualquier sistema económico o sociedad, y es visible el desarrollo alcanzado en las últimas décadas. Muchos estudiosos identifican, como muestra de ello, la aparición de la quinta generación relacionada con los procesos terotecnológicos desde una visión integradora para gestionar los activos.

Un rasgo común que aparece en las flotas de transporte de carga y pasajes en el país es su deterioro prematuro, lo mismo cuando son activos de calidad reconocida mundialmente o de menor renombre. Para hacer una valoración de esta problemática, se plantea una propuesta de estudio de la fiabilidad que incluye algunos indicadores de Clase Mundial para este tipo de entidades especializadas, teniendo en cuenta a Handbook. (2008) que sostiene: “Si Ud. no puede medir, Ud. no puede gestionar” y añade “medir el desempeño de una organización es una tarea compleja, pero medir el desempeño del proceso de mantenimiento en una organización es incluso más complejo debido a la naturaleza multidisciplinaria del proceso y también de la multiplicidad de entradas y salidas del propio proceso”.

Se definen como objetivos específicos de la investigación:

- ✓ Procesar la información estadística y clasificarla para obtener los indicadores necesarios de fiabilidad de la flota de transporte de combustibles por carretera de Cupet en la provincia de Holguín.
- ✓ Identificar de manera precisa los sistemas, subsistemas y los componentes críticos fundamentales que afectan el parque de vehículos.
- ✓ Proponer tareas específicas que mejoren el desempeño del mantenimiento en la unidad.

## 2. METODOLOGÍA

Uno de los rasgos presente en cualquier tipo flota de transporte por carretera estudiada en Cuba es su baja fiabilidad, entendido en la alta frecuencia de fallos presentes. La rama encargada de estudiar, analizar el fallo es la fiabilidad y BONET, M. (2010). expone la necesidad de aumentar la fiabilidad de los equipos, ya sea pagando por ella cuando se compra o posteriormente, en su explotación. Por su parte Nachlas, J. (1995). la define como: “la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado”. Por Castillo, A. (20 ). conocemos que la Fiabilidad garantiza que el producto permanezca en buenas condiciones durante un periodo razonable de tiempo y Viveros, P. et al. (2013) expone que “es el grado de confianza que puede concederse a un elemento, ateniéndose a la calidad de los materiales empleados, la perfección con que ha sido labrado, y la multiplicidad y cuidado de los controles y pruebas a que ha sido sometido” y Mindus. (2016). concluye que fiabilidad es un parámetro probabilístico que permite saber que va a pasar en el futuro. Mientras que Redondo, J. (2007). enumera la influencia de la misma en el coste del ciclo de vida de un producto y su seguridad. De Nachlas, J. (1995). conocimos que en el transporte el gasto por concepto de mantenimiento puede llegar a ser tan alto como el capital necesario para la operación, excluyendo la inversión inicial. Por su parte Carrillo, A. (2015). esboza que la gestión del mantenimiento se transforma en

un poderoso factor de competitividad cuya importancia en el ámbito empresarial crece día a día y Viveros, P. et al. (2013) resuelve que la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades.

Por su parte Rigol, B. (2008) señala que en Cuba las flotas utilizan muy pocos indicadores técnicos para evaluar la función mantenimiento y reducido casi siempre a la obtención de la disponibilidad técnica, CDT, Torres, L. (2005) resalta en la importancia de los parámetros RAMS y profundiza en la necesidad de abordar los indicadores económicos asociados y Muchiri, P., et al. (2010). sostiene que los indicadores no deben analizarse aisladamente sino que deben vincularse, sobre todos los que relacionan la función mantenimiento, con los de producción. Por ello propone dos grupos: los que miden el desempeño del equipamiento y los que evalúan el rendimiento de y los costos.

El trabajo propone incluir otros, por ahora, que complementen y resalten la idea de combatir el fallo como elemento pernicioso para la fiabilidad de los equipos y los resultados económicos del negocio que desarrolle. Se trata de emplear otros indicadores que describan con más precisión el proceso de explotación técnica. La Norma Cubana NC 92-31:1981 recoge un grupo de índices que miden algunas propiedades particulares como la operatividad, durabilidad, conservabilidad y la mantenibilidad de los equipos industriales. A nivel teórico estos indicadores (1) y (2) predicen la probabilidad de trabajar sin fallos o de que ocurran, importantes herramientas que confirman la importancia de emplearlas, así queda que:

$$P(t)=1-Q(t) \quad (1)$$

P(t): probabilidad de trabajo sin fallo.

$$Q(t)=1-\int_0^t f(t)dt=1-e^{-(t/b)^k} \quad (2)$$

Q(t): Probabilidad de que ocurra el fallo.

De forma práctica se obtiene el flujo de fallos (3) en un intervalo de tiempo determinado como:

$$W(t)=f(t)=\frac{N}{n*\Delta t} \quad (3)$$

Wt: Flujo de fallos.

N: No de artículos que han fallado.

n: No de artículos que se ensayan.

Δt: Intervalo de tiempo considerado.

Otro indicador recomendado (4) para medir la operatividad en artículos reparables:

$$TMEF = \frac{NOIT * HROP}{\sum NTMC} \quad (4)$$

TMEF: Tiempo Medio Entre Fallos.

NOIT: No de artículos ensayados.

HROP: Horas totales en operaciones.

NTMC: Sumatoria del número de fallos imprevistos.

Sin embargo, para equipos de transporte es usual intercambiar las horas en operaciones por la distancia recorrida. Se obtiene entonces la distancia promedio recorrida a la que se presenta el fallo, o sea, Kilómetro Medio Entre Fallos, KMEF.

Unos de los indicadores más difundidos (5) para medir mantenibilidad, obtiene su valor teniendo en cuenta solo el tiempo en mantenimiento correctivo:

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC} \quad (5)$$

TMPR: Tiempo Medio Para Reparar.

HTMC: Horas taller por Mantenimiento Correctivo.

Un índice complejo es la disponibilidad (6), aunque otro método de cálculo emplea el TMEF y el TMPR para la disponibilidad requerida, en las flotas de transporte se utiliza con regularidad la disponibilidad física, tiene como inconveniente que considera el tiempo de parada por otras causas que con frecuencia son significativos, por ejemplo el de espera de piezas o aseguramientos por la logística pero en cambio este brinda la situación real del medio:

$$CDT = \frac{TTM - TTT}{TTM} \quad (6)$$

CDT: Coeficiente de Disponibilidad.

TTM: Tiempo Total Medido.

TTT: Tiempo Total en Taller.

#### Caracterización de la unidad de investigación

Se escoge como unidad de investigación la entidad Transcupet en Holguín. La cual brinda servicios de transportación de combustibles y sus derivados, fundamentalmente, en esa región del país en volúmenes considerablemente elevados: 274 378 Mm<sup>3</sup>, recorriendo un total de 1 834 185 kilómetros en el último año. Se tomaron como fuente de información la base de datos disponible del año 2017, aunque en algunos casos considerados necesarios, se incluyeron de 2014, 2015, 2017, referentes al parque de vehículos productivos, 73 en total, de 24 líneas diferentes y una alta variedad de países de origen.

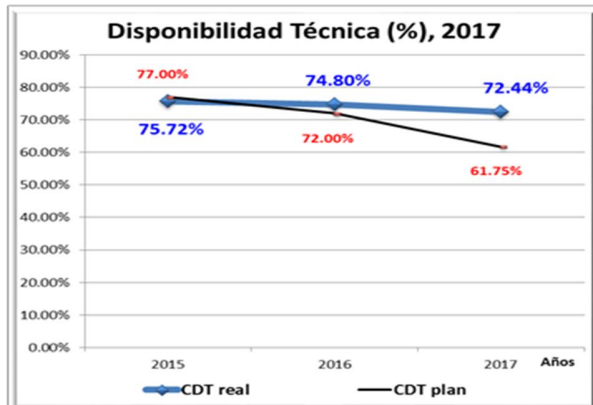
La información parte de registros y documentos primarios como las trayectorias de los equipos que brinda el Grupo de Control de Flota, las ordenes de trabajo, hojas de rutas, chips de consumo de combustibles, que permiten procesar y obtener indicadores, variables y parámetros como el kilómetro que recorre cada equipo, las horas trabajadas, los metros cúbicos transportados, el tiempo desde que entra a taller por mantenimiento planificado, correctivo, el gasto en materiales, mano de obra, el número de fallos clasificados por sistemas, subsistemas y componentes, entre otras. Todo procesado con una frecuencia mensual para su mejor análisis y comprensión.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

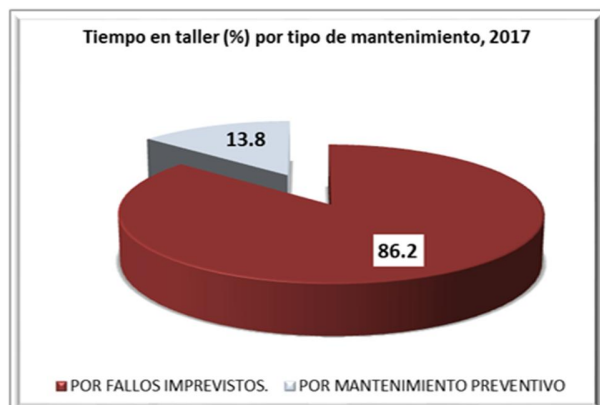
#### Indicadores propuestos

De estas variables se seleccionaron algunas para analizar su comportamiento en la flota de transporte de combustibles por carretera del sistema Cupet en la provincia de Holguín. Se comienza con el cálculo de la disponibilidad física y en este caso se empleó información de los tres últimos años, 2015 al 2017, para

mostrar una muestra comparativa apreciable del total del parque productivo reflejando una tendencia a la disminución de 3.28 % en el período contemplado, a pesar de su bajo nivel planificado, aunque es válido enumerar que lo cumple, figura 1.

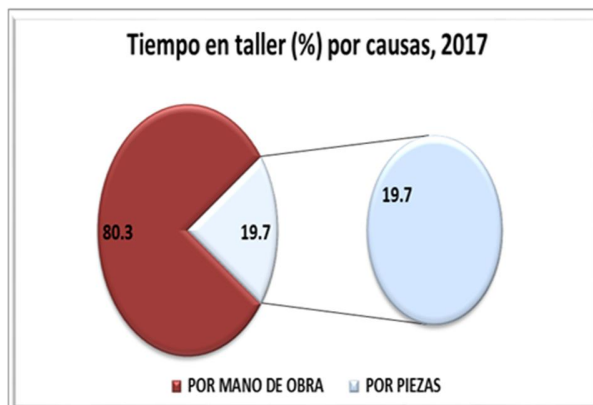


**Figura 1. CDT en 2015, 2016 y 2017.**  
Fuente: Elaboración Propia.

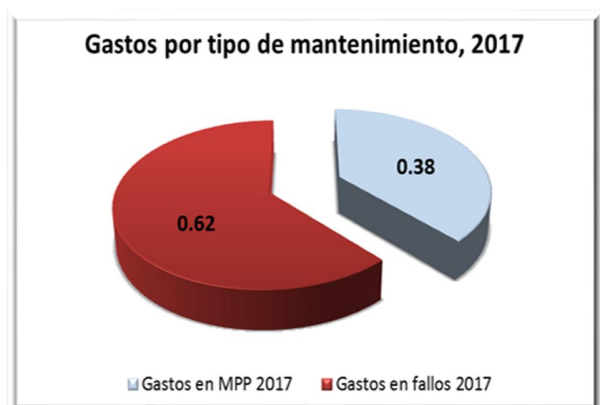


**Figura 2. Tiempo por tipo de mantenimiento.**  
Fuente: Elaboración Propia.

En el análisis del tiempo empleado para mantener y reparar se observa, figura 2, cómo el coeficiente de mantenimiento correctivo alcanza un valor de 0.86, contradictoriamente con el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado que rige la función en la institución. Ello evidencia la existencia de "errores" en la aplicación de la estrategia preventiva planificada. El continuo análisis de la variable tiempo muestra en la figura 3, que la afectación por partes y piezas solo alcanza un 19.7 % y evidencia una situación crítica con la mano de obra empleada en la institución, tanto en completamiento de la plantilla como en habilidades o buenas practicas. Esto afecta notablemente la disponibilidad del parque de equipos.



**Figura 3. Clasificación del tiempo en taller.**  
Fuente: Elaboración Propia.

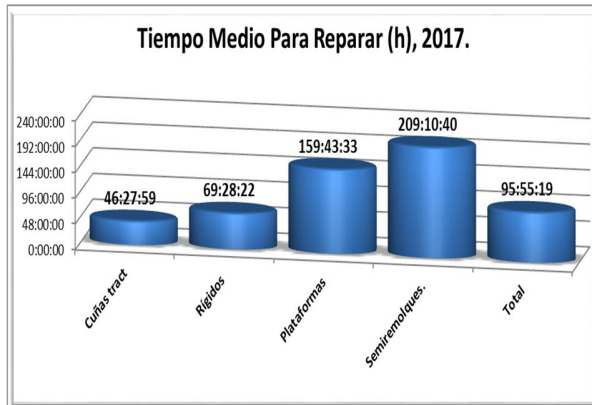


**Figura 4. Gastos por tipo de mantenimiento.**  
Fuente: Elaboración Propia.

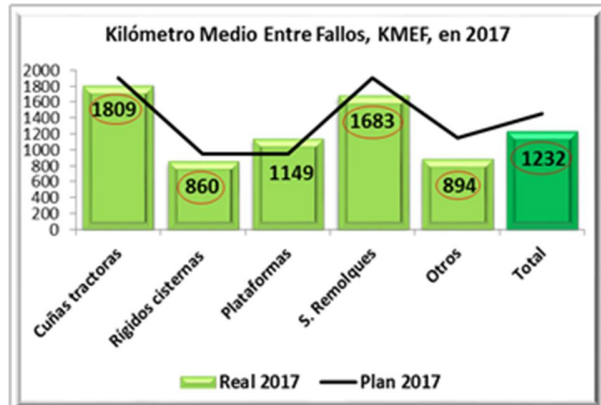
El traslado del análisis para los gastos de la actividad confirma un síntoma negativo que se corresponde con valoraciones anteriores al tiempo empleado para cada tipo de mantenimiento, en la figura 4, el por ciento del gasto empleado en el mantenimiento preventivo es de solo un 38 % del total, o sea un 62 % de los gastos se utilizan en corregir fallos de manera reactiva.

Al observar en la figura 5, el indicador más significativo para medir la mantenibilidad (TMPR), es apreciable su valor: 95:55 h, casi 4 días continuos, es una cifra promedio muy elevada para solucionar un fallo

imprevisto. Al compararse con la limitada influencia negativa que brinda las afectaciones por piezas de repuesto, se comprende que la fuerza de trabajo (cantidad, composición y calificación) constituye un elemento decisivo en la situación actual.



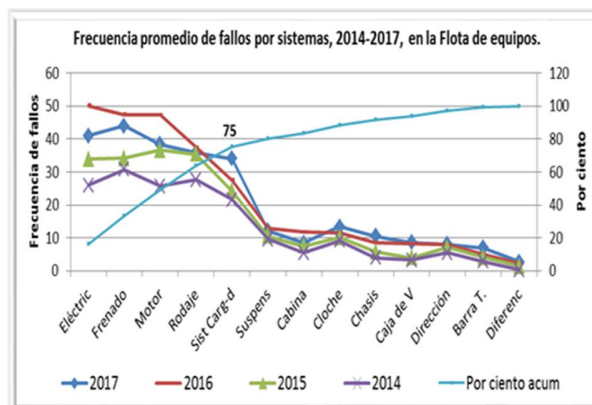
**Figura 5. TMR por tipos de equipos.**  
Fuente: Elaboración propia.



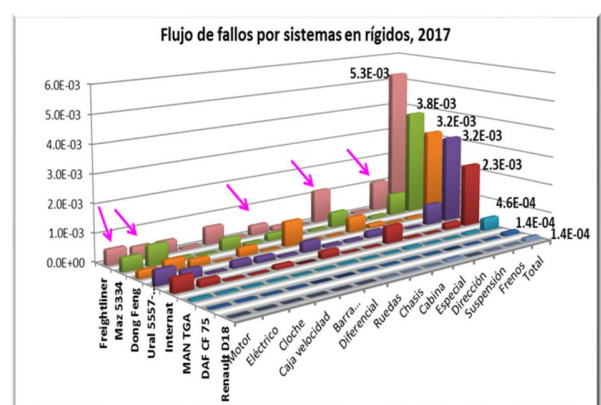
**Figura 6. Kilómetro Medio Entre Fallos.**  
Fuente: Elaboración propia.

Al revisar la fiabilidad por medio del indicador TMEF, para una flota transporte, Kilómetro Medio Entre Fallos (KMEF), se presentan valores muy bajos que apenas alcanzan los valores planificados para casi todas las categorías de equipos y que reflejan profundamente la negativa situación de los rígidos cisternas que son responsables, entre otras, de la transportación de los combustibles domésticos y que fallan cada 860 km, el más bajo, ver figura 6.

Ante los resultados obtenidos en un año se decide analizar el comportamiento de fallos por sistemas que muestra el parque de equipos, figura 7, y compararlos con los años precedentes aplicando el principio de Pareto. El resultado es un patrón uniforme concentrado en cinco sistemas, que en 2017 alcanza el 75 % del total, a pesar de la disminución total en relación a 2016. En el 2017 al sistema de freno se asocia el peor comportamiento relacionado con regulaciones y ajustes incorrectos de sus componentes y el empleo de nomenclaturas no adecuadas de forros de frenos. En el sistema eléctrico, el segundo en baja fiabilidad, se concentran elevados valores de fallos atribuidos a los circuitos, luces y baterías con un componente importante en la aplicación incorrecta de las buenas prácticas de operarios y mantenedores.



**Figura 7. Frecuencia de fallos por sistemas.**  
Fuente: Elaboración propia.



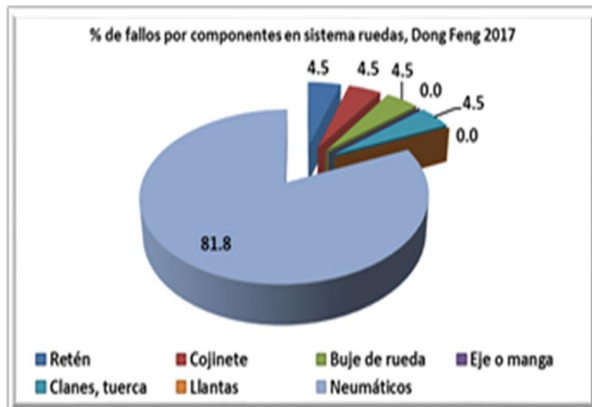
**Figura 8. Flujo de fallos por líneas y sistemas en Rígidos cisternas.** Fuente: Osorio, E. (2018).



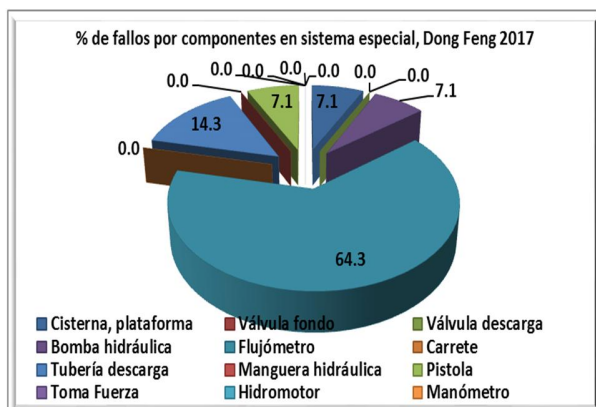
En el sistema motor los fallos, tercero en nivel de imprevistos según el gráfico 7, se concentran en los sistemas de alimentación y la alta frecuencia de cambios de neumáticos para el sistema de rodaje como cuarto.

Particularizando en la oportuna información que muestra a los rígidos como los de más baja fiabilidad se pasa a obtener el flujo de fallas de este grupo de medios mostrándose los resultados en la figura 8, como en estos medios se incluyen dos de las últimas líneas de equipos adquiridas por la entidad, se presenta como interesante conocer como ha sido su comportamiento y tomarlos como patrón para analizar otros modelos en este grupo de similares funciones o características técnicas. Así se selecciona Dong Feng con un flujo de fallos de  $32 \cdot 10^{-4}$ , Man con  $4,6 \cdot 10^{-4}$  y Renault con  $1,4 \cdot 10^{-4}$ .

Del primero, el Dong Feng DLQ 5102G, un medio especial de triple tracción destinado a zonas de difícil acceso, se identifican el sistema ruedas como el de mayor frecuencia de fallos y añadimos un segundo, el llamado especial, destinado a la carga y descarga del combustible. Al observarse la incidencia de las fallas en cada componente, figura 9, resalta que el 81.8 % de ellas se relacionan con los neumáticos empleados.



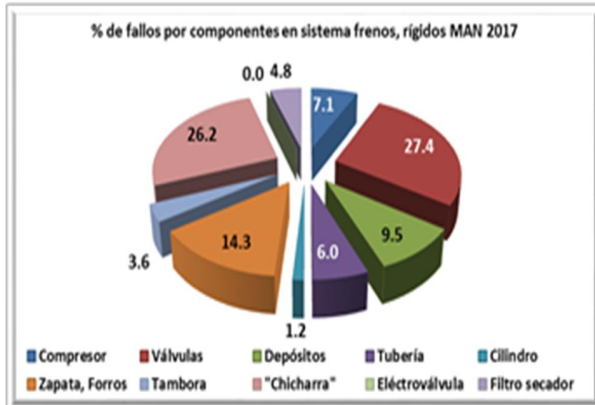
**Figura 9. Distribución de fallos en Dong Feng.**  
Fuente: Osorio, E. (2018).



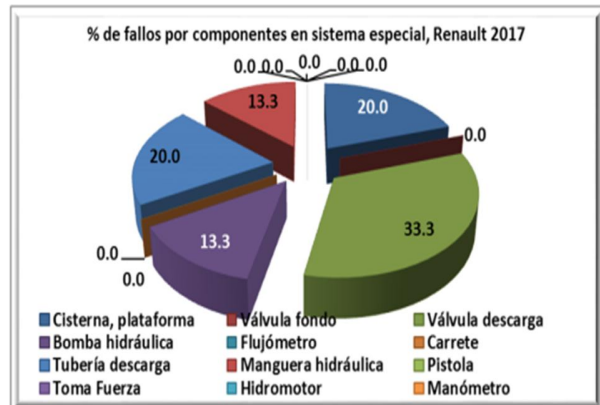
**Figura 10. Distribución de fallos en Dong Feng.**  
Fuente: Osorio, E. (2018).

El resto de las partes de este sistema a penas influyen, al menos tan decididamente. Ahí se destacan la alta frecuencia de averías como ponches, fallos de las válvulas de las cámaras, etc., por una incorrecta selección para esta actividad y equipo. Del segundo sistema es destacable que el 64,3 % de los fallos se relacionan con el flujómetro, como muestra la figura 10, lo que unido al 14,3 % por roturas con las tuberías, mangueras y conexiones suman 78,6 % del total.

Al pasar al segundo modelo de equipos, el Man TGA 33.430, con similares características al anterior pero con 11 años de explotación, que en el sistema de frenos refleja alrededor del 20 % de los fallos presentes. Las válvulas del mismo (27.4%), los reguladores de freno (26.2) y en las zapatas y forros (14.3) se concentran el 67.9 %, permitiendo identificar que componentes no alcanzan la fiabilidad necesaria como refleja la figura 11.



**Figura 11. Distribución de fallos en Man TGA 33.**  
**Fuente: Osorio, E. (2018).**





**Figura 12. Distribución de fallos en Renault D18.**  
**Fuente: Osorio, E. (2018).**

La baja pericia en el diagnóstico y reparación de válvulas neumáticas, errores en las prácticas de mantenimiento y regulación, relacionadas con el componente humano, influyen en los resultados identificados.

Por último se muestra el sistema especial, carga y descarga, de la línea Renault D18 donde se concentran el 60.5 % del total de fallos de estos medios. Del este subconjunto se conoce, figura 12, que salideros en válvulas del sistema de descarga, "bypass", con un 33,3 %; en sus tuberías de líquido, 20 %; suman un total de 73.0 % del total. La información mostrada hasta aquí se muestra importante, sin embargo al procesarla y clasificarla por sistemas, líneas, años de explotación o los componentes críticos, permite arribar a definir causas de fallos y proponer medidas que tienden a priorizar el comportamiento del factor humano desde el punto de vista práctico para mejorar resultados cuantitativos medibles. La tabla 2 refleja el sistema de ruedas, uno de los más críticos según mediciones, con causas y posibles medidas preventivas.



**Tabla 2. Resumen de sistema ruedas con causas y propuestas de medidas preventivas para evitar fallos. Fuente: Osorio, E. (2018).**

Sistema crítico	Líneas más afectadas	Años de explotación	%	Componente crítico	Causas	Medida
<b>Ruedas</b> 	Cuñas Daf	19,0	10,5	<b>Neumáticos</b>  <b>BAJA PRESIÓN</b>	Inadecuada presión en los neumáticos y la no rotación. En el caso específico del Dong Feng es su incorrecta selección para su actividad	Aplicar correctamente los parámetros técnicos que brinda el fabricante. Controlar la alineación, el balanceo y la rotación. Selección correcta del neumático.
	Rígidos Dong Feng	1,0	22,2			
	Plataformas Hyundai	20,0	13,3			

Lo mismo ocurre con el sistema especial, de carga y descarga del combustible, tabla 3, que afecta a todo el parque de rígidos y aunque presenta afectaciones desde el punto de partes y materiales anularía una importante base de sus fallos con medidas de carácter organizativas como la incorporación del mismo al sistema de Mantenimiento Preventivo con tareas de chequeo específicas.



**Tabla 3. Resumen de sistema especial con causas y propuestas de medidas preventivas para evitar fallos. Fuente: Osorio, E. (2018).**

Sistema crítico	Líneas más afectadas	Años de explotación	%	Componente crítico	Causas	Medida
<b>Sistema especial de carga y descarga</b> 	Rígidos Dong Feng	1,0	14,0	Bomba hidráulica y tuberías de descarga. 	Único sistema que no entra en la política de mantenimiento preventivo por la falta de "know how" y de las partes principales	Incorporar el ajuste y el chequeo en alguna operación de mantenimiento preventivo del ciclo
	Rígidos Man	12,0	17,4			
	Rígidos Renault	2,0	68,2			

Queda demostrada otra utilidad de los estudios de fiabilidad en el tratamiento al fallo. También lo necesarios de emplear otros indicadores relacionados a los costos de mantenimiento y producción, así como a los de revalorización, imposibles por ahora, atendiendo a la insuficiente data. Queda entonces como objetivos inmediatos incluir mecanismos para la clasificación más exhaustiva de otras variables relacionadas con el costo y la clasificación de los tiempos que permitan enriquecer el análisis.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Se confirma la utilidad y versatilidad de los estudios de fiabilidad como vía de predecir, diagnosticar y mejorar la función mantenimiento.
2. Los niveles de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad alcanzados son cuantitativamente bajos y reflejan la ineficiencia de un sistema de mantenimiento diseñado como preventivo planificado.
3. Se logra revelar aquellos sistemas, subsistemas y componentes con niveles críticos de fiabilidad y proponer medidas para su mejora.
4. Los estudios futuros deben enfocarse a las siguientes direcciones fundamentales:
  - Emplear indicadores para medir la fiabilidad y desempeño de la fuerza de trabajo.
  - El análisis de los fallos y su relación directa con pedidos de piezas de repuestos.
  - Definir y utilizar indicadores que permitan medir la fiabilidad y la función mantenimiento desde el punto de vista económico.
  - Ajustar el sistema de mantenimiento preventivo respecto al objeto y volumen de mantenimiento considerando los sistemas críticos identificados, con énfasis en la composición y calificación de la fuerza técnica calificada y la gestión del mantenimiento con software profesionales.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rigol Cardona, B., et al. (2008). Estudio de gastos en insumos de mantenimiento correctivo de las cuñas tractoras en empresa de transporte. *Ingeniería Mecánica*, 2, 61-66.
- Ballester Bauset, S., et al. (2002). El mantenimiento de las flotas de transporte. *Técnica Industrial* 247 - Diciembre.
- Viveros, Pablo., et al. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, vol. 21 N° 1, 125-138.

- Muchiri, P., et al. (2010). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2010.04.039
- Keith Mobley, R. (2004). *Maintenance Fundamentals*. 2nd Edition Elsevier Butterworth-Heinemann. Elsevier Inc. All rights reserved.
- Handbook. Training Material in Maintenance Management* with the Support of the European Commissions Leonardo da Vinci Programme and the State Scholarships Foundation of Greece. www.traininmain.eu
- BONET, M. (2010). *Fiabilidad aplicada al transporte*, Ed. CUJAE, La Habana, Cuba, ISBN: 978-959-261-319-5.
- Nachlas, Joel A. (1995). *FIABILIDAD* © Isdefe c/ Edison, 4 28006 Madrid. Impresión: T. G. Forma, S.A. ISBN: 84-89338-07-8 Depósito legal: M- Printed in Spain - Impreso en España.
- Castillo S., Alfredo. (20 ) *Estadística y fiabilidad en el mantenimiento*. Monografía.
- Ministerio de Industrias. (2016). *Sistema de Gestión de Mantenimiento Industrial*.
- Redondo Expósito, Juan Carlos. (2007). *Un modelo matemático óptimo de mantenimiento y fiabilidad aplicado a la aviación comercial*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.
- Carrillo Gálvez, Adrián. (2015). Determinación de elementos críticos en vehículos de transporte de cargas mediante el empleo de matrices de riesgo. *Revista Cubana de Ingeniería*. Vol. VI, No. 3, septiembre - diciembre. 69 - 76, ISSN 2223 -1781.
- Torres, Leandro Daniel. (2005) *Mantenimiento, su implementación y gestión*. ISBN: 987-9406-81-8. Segunda Edición. UNIVERSITAS. Impreso en Argentina © - Printed in Argentine.
- Osorio Fernández, Einer Gustavo. (2018). *Índices de la fiabilidad del parque automotor de la unidad de transportación de combustible del sistema Cupet de la provincia de Holguín*. Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Mecánico en la Universidad de Holguín.

## **SOBRE LOS AUTORES**

Jorge López Nuñez, Ingeniero mecánico (1996), Master en Mantenimiento y Reacondicionamiento de Máquinas (2013), ambos por la Universidad de Holguín. Se desempeña como Especialista en Mantenimiento y Piezas de Repuesto en la UEB Transcupet Holguín. Miembro de la Asimec.

Carlos Alberto Trinchet Varela, Ingeniero mecánico en motor y fuselaje de aviación (1983), Maestro de la Técnica de Aviación (1995); Doctor en Ciencias Técnicas (2000), Investigador Auxiliar (2014). Se desempeña como investigador en el Centro de Estudios CAD/CAM.

Víctor de la Cruz Ramos, técnico e Ingeniero mecánico en motor y fuselaje de aviación, Maestro de la Técnica de Aviación (1999). Se desempeña como profesor en el Departamento de Defensa de la Universidad de Holguín.

René Ortiz Cruz. Ingeniero en construcción de maquinaria. Se desempeña como jefe técnico del Centro de estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín.