

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Diploma

Título: Análisis de comportamiento de fallos de las camionetas Gran Muralla en la Región Militar de Holguín.

Nolvis Rodríguez Martín



Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica
Trabajo de Diploma

Título: Análisis de comportamiento de fallos de las camionetas Gran Muralla en la Región Militar de Holguín.

Autor: Nolvis Rodríguez Martín.

Tutores: Dr.C. José Ramón Hechavarría Pérez
Dr.C. Fernando Robles Proenza.



Holguín, 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, por su apoyo, dedicación y consejos a lo largo de todos mis años como estudiante.

A todos los familiares y amigos que se han interesado por la materialización de este trabajo y la culminación satisfactoria de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a la Revolución cubana, por haberme dado la posibilidad de cursar mis estudios universitarios de manera gratuita.

A las Fuerzas Armadas Revolucionarias, por mi formación desde la Escuela Militar Camilo Cienfuegos de Holguín hasta la actualidad.

A mis tutores, por sus conocimientos y apoyo dedicados a este trabajo.

A los profesores que de una forma u otra han contribuido con este trabajo.

Al Primer Teniente Yasmani González Pérez, por su valiosa ayuda y las tantas dudas aclaradas.

Al Mayor Alexander Garrido Pupo, Jefe del Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín.

A Luis de la Cruz, por su ayuda con las órdenes de trabajo.

A Aldo Artímez Ramos, por la consulta a la base de datos de la Empresa de Revisión Técnica Automotor de Holguín (ERTA-H)

A todos mis amigos verdaderos por su ánimo en los momentos de estrés.

A todos, mi eterno agradecimiento.

RESUMEN

Este Trabajo de Diploma tiene como objetivo el análisis de comportamiento de fallos y la determinación de las posibles causas que los producen, en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín. Para ello se revisaron las órdenes de trabajo del Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, Unidad Militar 7946, correspondientes al período desde el año 2014 hasta el primer trimestre del 2017. También se realizaron consultas a expertos. A partir de esta información se determinaron las piezas más críticas por sistemas, se realizó un Análisis de Pareto y un Análisis de Causa Raíz haciendo uso del Diagrama de Ishikawa o espina de pescado. Se realizó una consulta a la base de datos de la Empresa de Revisión Técnica Automotor de Holguín (ERTA-H) y se determinó que el sistema de frenos es el mayor causante de camionetas desaprobadas. Se tomó en cuenta un estudio realizado a estos equipos por Zaldívar, año 2014, en un taller de la Empresa Eléctrica de Holguín y se estableció una comparación entre los fallos de los diferentes sistemas de estas camionetas. Se realizó una valoración económica y medioambiental del trabajo desarrollado y de su contribución a la defensa de la patria.

SUMMARY

This Diploma Work has as objective the analysis of fault behavior and the determination of the possible causes that produce them, in the trucks Great Wall of the Military Region of Holguín. To this end, the work orders of the Integral Workshop on Reparations of the Military Region of Holguín, Military Unit 7946, covering the period from 2014 to the first quarter of 2017 were revised. From this information the most critical pieces by systems were determined, a Pareto analysis and a root cause analysis were made using the Ishikawa diagram or fishbone. A query was made to the database of the Holguín Automotive Technical Review Company (ERTA-H) and it was determined that the brake system is the major cause of disapproved trucks. A study carried out on these equipment by Zaldívar, in 2014, was taken into account in a workshop of the Electric Company of Holguin, and a comparison was made between the failures of the different systems of these trucks. An economic and environmental assessment of the work developed and of its contribution to the defense of the homeland was made.

ÍNDICE	Páginas
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 El transporte.....	6
1.2 El automóvil.....	7
1.2.1 El Motor de Combustión Interna en el automóvil	7
1.2.2 Otros sistemas del automóvil	18
1.3 Fiabilidad	22
1.4 Mantenimiento.....	28
1.5 Método de Análisis de Pareto	29
1.6 Análisis de Causa Raíz (ACR).....	31
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE FALLOS DE LAS CAMIONETAS GRAN MURALLA EN LA REGIÓN MILITAR DE HOLGUÍN.....	33
2.1 Caracterización del Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, Unidad Militar 7946	33
2.2 Caracterización de las camionetas Gran Muralla.....	34
2.3 Mantenimiento Técnico aplicado a las camionetas Gran Muralla en la Región Militar de Holguín.....	36
2.4 Análisis de datos recopilados en el Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, Unidad Militar 7946	41
2.5 Análisis de Pareto	49
2.6 Resultados de fallos y averías de las camionetas Gran Muralla según ERTA- H	50
2.7 Comparación entre un estudio realizado a este tipo de vehículo en un taller de la Empresa Eléctrica de Holguín (Zaldívar, 2014) y el estudio realizado en el Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, UM 7946, expuesto en este trabajo	52
2.8 Análisis de Causa Raíz.....	53
2.9 Valoración económica	55
2.10 Valoración del impacto ambiental	56
2.11 Contribución del Trabajo de Diploma a la defensa de la patria	56
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA.....	1
ANEXOS	4

INTRODUCCIÓN

En 1883, el ingeniero alemán Karl Benz crea la Benz & Company, orientada al desarrollo de los motores de combustión interna. Benz construyó su primer modelo de automóvil en 1885 en Mannheim, un triciclo al que se denominó Motorwagen, lo patentó el 29 de enero de 1886 y empezó a producirlo en 1888. Ha sido considerado históricamente como el primer vehículo equipado con motor de combustión interna. Poco después, los ingenieros Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach, de Stuttgart, diseñaron su propio automóvil en 1889, el cual llegó a alcanzar una velocidad de 11km/h. El primer viaje largo en automóvil lo realizó la esposa de Benz en 1888, desde Mannheim hasta Pforzheim, ciudades separadas por unos 105km.

La industria automotriz, a lo largo del tiempo, ha sido muy importante para la comercialización y venta de autos. Países como Japón y de Europa, al igual que Estados Unidos, han sido beneficiados económicamente por la fabricación de automóviles de reconocidas marcas. La sociedad ve la necesidad de comprar un automóvil para una mayor comodidad de sus vidas. Hoy en día se trabaja para que, en el futuro, los automóviles sean más seguros, económicos y con un mínimo de efectos nocivos al medioambiente. Debido a esto, algunas marcas reconocidas como Honda y Toyota, han fabricado vehículos híbridos (con un motor de gasolina y otro eléctrico) con el objetivo de contrarrestar las emisiones de gases contaminantes.

Fundada en 1984, la firma china “Great Wall” (Gran Muralla) empezó produciendo sólo camiones, y su primer sedán no fue lanzado al mercado hasta el año 2010. Esta firma se consolidó desde el principio como productor de gran éxito con sus modelos Pick-Up, alcanzando la primera posición del mercado chino en 1998. Inicialmente y como reclamo de venta los vehículos “Great Wall” utilizaban motorizaciones Mitsubishi. Hasta su entrada en bolsa el 15 de diciembre de 2003, “Great Wall” había sido un fabricante de automóviles privado, pero a partir de ese momento fue convertido en empresa pública. (Fuente: [http:// www.autopasion18.com/](http://www.autopasion18.com/))

En 2011 “Great Wall” produjo 486.000 vehículos. A partir de 2012 la compañía sólo permitía a sus trabajadores un día libre a la semana y los nuevos contratos de trabajo

sometían a los trabajadores a un entrenamiento de tipo militar de varios meses de duración. “Great Wall” empezó a comercializar sus productos en Europa en 2006, ofreciendo una gama de pequeñas furgonetas y desde 2012 dispone de factorías propias en el territorio europeo. Actualmente la “Great Wall Motor Holding Company Limited” (GWM), es un grupo que integra a más de 10 empresas filiales con más de 8.000 empleados y una producción de más de 800.000 vehículos al año, y tiene presencia en más de 80 países en cinco continentes. Tras grandes inversiones en investigación y desarrollo, “Great Wall” consiguió tener capacidad para desarrollar y producir sus propias motorizaciones y transmisiones, lo que le permite lanzar cada año nuevos productos. (Fuente: [http:// www.autopasion18.com/](http://www.autopasion18.com/))

En Cuba, un significativo número de estos vehículos ha sido adquirido en los últimos diez años gracias a los convenios con China. Los modelos Deer y So Cool están presentes en gran parte de nuestras empresas, sobre todo en entidades y Unidades Militares pertenecientes a las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR). Por ello es necesaria la aplicación de un correcto mantenimiento que prolongue su vida útil e incremente su fiabilidad.

Todos los usuarios desean, por razones obvias, que sus sistemas se mantengan en estado de funcionamiento (SoFu) durante tanto tiempo como sea posible. Para lograrlo, es necesario ayudar al sistema a mantener su funcionalidad durante la operación, realizando las tareas apropiadas. Algunas de estas tareas son exigidas o sugeridas por los diseñadores o fabricantes. Sin embargo, a pesar de todas las tareas realizadas, no puede posponerse indefinidamente el momento en que el sistema deja de ser funcional. A partir de ahí, es necesario realizar otras tareas para que recupere su funcionalidad. Esto conduce al concepto de mantenimiento que incluye todas las tareas que realiza el usuario para conservar el elemento o sistema en el estado SoFu, o para recuperarlo a ese estado. (Knezevic, 1996)

El hecho de que los sistemas modernos tengan un elevado número de componentes y que esos componentes puedan tener varios modos de fallo, hacen que, además de ser necesario e interesante, el estudio de la mantenibilidad de los sistemas pueda resultar

una tarea de mucha importancia y con un grado elevado de complejidad. (Knezevic, 1996)

La mantenibilidad de un sistema está íntimamente relacionada con el apoyo logístico requerido por este. La documentación de mantenimiento y la formación que deban recibir las personas encargadas de realizarlo depende de la mantenibilidad del sistema. El mantenimiento influye también sobre la fiabilidad de los sistemas, si no es sencillo realizar el mantenimiento, por mala accesibilidad o identificación de los componentes, por ejemplo, la propia realización de mantenimiento puede propiciar la aparición de nuevas averías, disminuyendo por tanto la fiabilidad del sistema. Por ello el mantenimiento no debe realizarse de forma caprichosa, sino siempre que esté justificado (Sols, 1997).

El mantenimiento correctivo responde siempre a la necesidad de solucionar una avería detectada, pero el mantenimiento preventivo no obedece al mismo criterio. Los sistemas fallan y en ocasiones sus fallos significan perjuicios importantes para la misión desempeñada o riesgos elevados para el sistema y sus usuarios; por ello la fiabilidad se integra como una disciplina más en el diseño de los sistemas. Análogamente, cuando los sistemas han fallado deben ser reparados; más aún, muchas veces se realizan ciertas actividades de mantenimiento antes de que se produzcan los fallos, con el fin de evitar su aparición o de mitigar sus consecuencias (Sols, 1997).

El objetivo de la mantenibilidad es ayudar a que los sistemas alcancen la utilidad deseada por los usuarios, facilitando una elevada efectividad a un coste del ciclo de vida razonable. Esa contribución se logra tanto con la ejecución de tareas que eviten la aparición de fallos como la de otras que devuelven el sistema a un estado operativo, una vez que éste haya fallado. Para definir esas tareas es necesario conocer previamente qué puede fallar y cómo puede hacerlo. Es aquí donde se manifiesta la integración de las disciplinas de fiabilidad y mantenibilidad bajo la misma perspectiva del enfoque sistémico y del apoyo logístico integrado (Knezevic, 1996).

El objeto de estudio camionetas Gran Muralla, fue tratado por Zaldívar, año 2014, en el contexto de la guardia eléctrica de la Empresa Eléctrica de Holguín, no obstante a esto,

es necesario continuar con el estudio de estos vehículos en otras entidades, en pos de mejorar su mantenimiento y fiabilidad.

En el presente trabajo se analizan los principales fallos y las posibles causas que las producen en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín.

Situación problémica

Las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín, las cuales cumplen con funciones fundamentales como la transportación de alimentos, han presentado fallos en varios de sus sistemas, lo que disminuye su disponibilidad técnica y afecta su fiabilidad.

Problema de investigación

¿Cómo realizar un análisis del comportamiento de fallos en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín, para conocer los sistemas y elementos críticos del equipo estudiado?

Objeto de estudio

Camioneta Gran Muralla.

Campo de estudio

Comportamiento de fallos de las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín.

Objetivo

Realizar un análisis del comportamiento de fallos en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín y determinar las posibles causas de los mismos.

Hipótesis

Mediante un análisis de comportamiento de fallos en las camionetas Gran Muralla y la determinación de sus causas, se obtendrá la información necesaria para el perfeccionamiento de su sistema de mantenimiento y explotación contribuyendo al alargamiento de su vida útil.

Tareas:

- 1- Realizar búsqueda bibliográfica sobre el tema de mantenimiento y explotación de automóviles.
- 2- Realizar análisis de fallos en las camionetas Gran Muralla, utilizando herramientas de gestión informativa de fallos.
- 3- Realizar consulta en la base de datos de la Empresa de Revisión Técnica Automotor de Holguín (ERTA-H) para estas camionetas y comparar resultados con investigaciones precedentes realizadas en este tipo de equipos.
- 4- Establecer los fallos más frecuentes y los sistemas más críticos del tipo de vehículo estudiado.

Métodos de investigación:

Empíricos:

- **Consultas a expertos:** nos permite que la investigación tenga en cuenta los conocimientos más actualizados acerca del tema.
- **Observación:** se realiza para detectar y analizar las características de trabajo de la pieza y posibles fallos que pueda presentar.
- **Revisión y análisis de documentos:** se realiza para la recopilación y análisis de la información sobre el problema, antecedentes y estado actual.

Teóricos:

- **Análisis y síntesis:** se utiliza para identificar los factores principales y necesarios de cada una de las bibliografías consultadas.
- **Histórico-lógico:** se emplea para la búsqueda y análisis de los antecedentes del objeto de estudio.

Resultados esperados: Con la realización de este Trabajo de Diploma se podrá contar con información importante para la toma de decisiones en función de la mejora de la explotación y el mantenimiento de las camionetas Gran Muralla en la Región Militar de Holguín.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

1.1 El transporte

El surgimiento de los medios de transporte se produjo debido a la necesidad imperante del hombre de trasladarse con mayor rapidez de un lugar a otro, además de cargar mercancías y distribuir las en distintos territorios. Debido a esto, los medios de transporte han jugado un papel primordial en el desarrollo económico y social de la humanidad. Desde tiempos antiguos el hombre utiliza las vías terrestres, fluviales y marítimas, y a partir del siglo XX comienza a emplear la vía aérea. Según López (2006), las características de estas vías de comunicación determinan a su vez las características propias de los medios de transporte, y con ello su gran diversidad.

Existen gran variedad de medios de transporte terrestre, pero de acuerdo con Hernández (1987) citado por López (2006), de forma genérica se subdividen en: transporte automotor y transporte ferroviario. El transporte automotor es el más universal modo de transportación de mercancías y pasajeros del mundo. La generalizada difusión de esta modalidad de transporte desde los inicios del siglo XX, ha sido y es una característica de la vida moderna.

A partir de la diversificación de los medios de transporte, el hombre ha tenido que decidir qué vehículo o medio de transporte usa, cuántos viajes necesita efectuar, qué esfuerzo realizará, qué tiempo empleará para realizar la actividad, qué consumo de recursos materiales, humanos y financieros tendrá, para hacer más productivas y organizadas sus transportaciones. (López, 2006)

En Cuba el problema del transporte, que viene actuando desde hace ya varios años, se enfoca como causa la presencia de vehículos obsoletos para las normas de contaminación y seguridad a nivel mundial, así como la mala planificación y ejecución de las acciones de mantenimiento para mantener o restablecer la disponibilidad de los medios de transporte. (Bruzón, 2016) Se debe destacar también el mal estado de las vías y la escasez de piezas de repuesto, lo que conlleva al acortamiento de la vida útil de los vehículos.

1.2 El automóvil

Su nombre proviene de la mezcla del griego *αὐτο* "uno mismo", y del latín *mobilis* "que se mueve". Es un vehículo con propulsión autónoma impulsado por un motor propio, destinado al transporte terrestre de personas o mercancías sin necesidad de carriles. El motor de combustión interna proporciona la energía para su desplazamiento, esta llega a las ruedas por medio del sistema de transmisión, que junto a otros sistemas garantizan la seguridad y confort del vehículo. El sistema de suspensión, que evita que las irregularidades del terreno se transmitan a la carrocería; el de dirección, para orientar la trayectoria del vehículo y el sistema de frenos, para reducir la velocidad o detenerlo cada vez que sea necesario.

Otros componentes corresponden al sistema eléctrico y a los que integran la seguridad pasiva del automóvil, como es la propia carrocería, entre otros elementos.

1.2.1 El Motor de Combustión Interna en el automóvil

Dentro de los componentes que forman el automóvil encontramos el motor (ver figura 1.1) que obtiene la energía mecánica directamente de la energía química del combustible que arde dentro de la cámara de combustión.

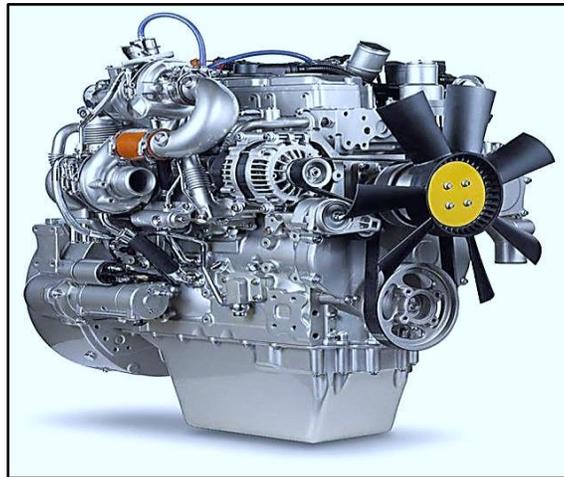


Figura 1.1 Motor de combustión interna (MCI), (Fuente: <http://www.mecanicoautomotriz.org>).

El MCI para su funcionamiento dispone de los siguientes sistemas o subsistemas:

1. De distribución.
2. De lubricación.
3. De refrigeración.
4. De alimentación.
5. Eléctrico de encendido y arranque.

• Sistema de distribución (ver figura 1.2):

La misión del sistema de distribución es regular la entrada y salida de los gases en el cilindro, abriendo y cerrando las válvulas de admisión y escape de forma sincronizada con el cigüeñal.

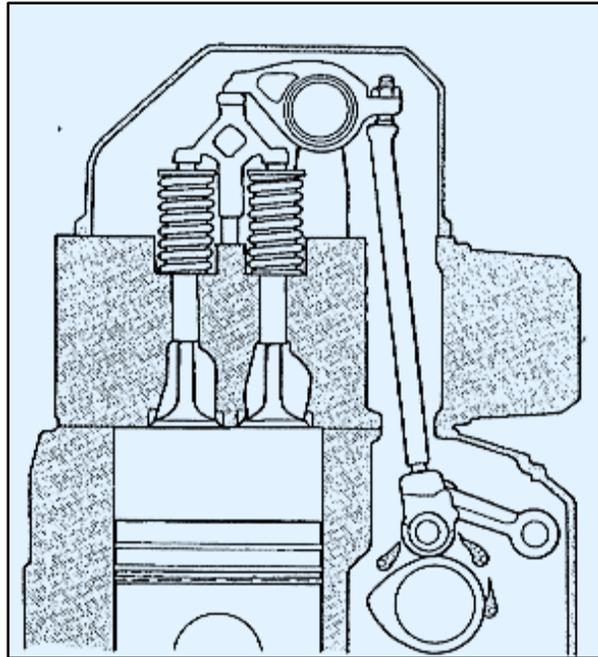


Figura 1.2 Sistema de distribución
(Fuente: Andrino, 2013).

• Sistema de lubricación (ver figura 1.3):

Su misión es disminuir el desgaste de las piezas, reducir los esfuerzos de rozamiento, evacuar parte del calor generado (refrigerar), preservar las piezas de la corrosión, limpiar las tuberías y conductos por donde pasa el aceite arrastrando residuos de la combustión y partículas metálicas.

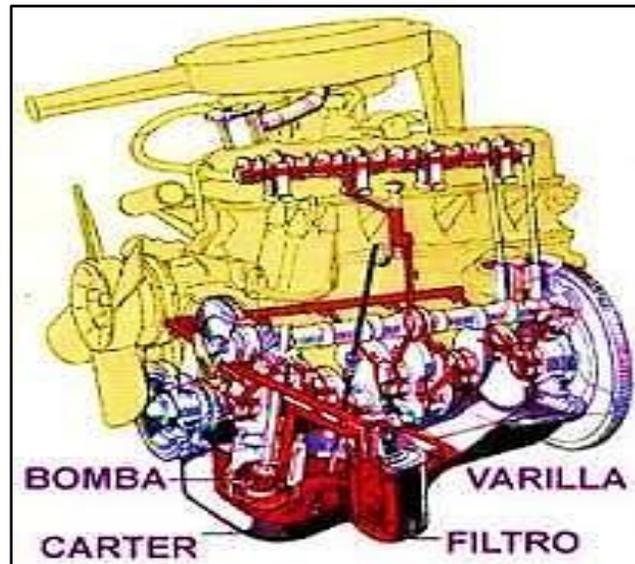


Figura 1.3 Sistema de lubricación (Fuente: <http://www.ecured.cu>).

El funcionamiento del motor se basa en el movimiento relativo de diferentes piezas entre sí. Las superficies de las mismas, por muy lisas y acabadas que parezcan, siempre presentan rugosidades. El rozamiento entre las piezas genera gran cantidad de calor que ocasiona una pérdida de energía mecánica, un desgaste de las superficies y, finalmente, la temperatura alcanzada podrá provocar la fusión de las superficies entre sí (agarrotamiento o gripaje). (Andrino, 2013)

Para conseguir reducir estos problemas, se interpone entre las superficies de las piezas una película de aceite de tal manera que forme una cuña que reduzca al mínimo el contacto entre sí.

Órganos del motor a lubricar:

• Órganos en rotación:

- Los apoyos y las muñequillas del cigüeñal.
- Los apoyos del árbol de levas y las levas.
- Los engranajes de mando del mecanismo del encendido.
- Los engranajes o la cadena de la distribución

• Órganos deslizantes:

- Los pistones en los cilindros.
- Los taqués y las válvulas en sus guías.

• Órganos oscilantes:

- Los pies de bielas y los balancines alrededor de sus ejes.

Aceites:

Para que el motor funcione correctamente es muy importante utilizar el aceite adecuado, es decir, aquel que tenga unas determinadas características para responder a las condiciones particulares de los distintos motores.(Andrino,2013)

Los aceites son productos que provienen de la destilación del petróleo-aceites minerales- y que después se le añaden aditivos y tratamientos para que tengan unas propiedades específicas.

Las características, tanto de los minerales como los sintéticos, son:

- Viscosidad: es la resistencia que opone un fluido a fluir por un conducto y define, de una forma más clara, el comportamiento del aceite desde el punto de vista de lubricación.
- Detergencia: es el efecto, debido a ciertos aditivos, de arrastrar y mantener en la superficie del aceite, residuos y pozos. No limpia el motor, evita que se ensucie.

- Estabilidad química: es la capacidad que tienen los aceites de resistir la oxidación y la descomposición por temperatura, presión y otros agentes.

Filtro de aceite:

El aceite se contamina de impurezas procedentes de partículas metálicas debidas al desgaste de las piezas y partículas residuales de la combustión (carbonilla, hollín y carburante sin quemar). Estos productos hay que eliminarlos, puesto que de lo contrario, además de perder sus cualidades lubricantes, el aceite se convertiría en abrasivo, pudiendo deteriorar las diferentes piezas a lubricar. (Andrino,2013)

Para ello se dota al sistema de lubricación, de elementos de filtrado, que pueden ser:

- filtro colocado antes de la entrada de aceite a la bomba.
- filtro colocado a la salida del aceite de la bomba, es el conocido filtro de aceite.

El primero tiene partículas gruesas, mientras que el segundo purifica el aceite de lubricación.

Los filtros están constituidos de un conjunto de materia textil poroso (papel o algodón) enrollado en forma de estrella o acordeón para aumentar la superficie filtrante. Este cartucho lleva una envoltura mecánica con orificios destinados a la entrada y salida del aceite.

Dependiendo de si puede cambiar o no el elemento filtrante existe:

- filtro con cartucho recambiable: el elemento filtrante se sustituye y, aunque el proceso de sustitución es laborioso, resulta más económico.
- filtro monoblock: el elemento filtrante y su recubrimiento metálico, forman un solo conjunto, con lo que se sustituye todo de una vez. Son de fácil colocación y pueden ir roscados a un soporte del bloque del motor.

Independientemente del tipo de aceite utilizado, para cada motor se requiere un mantenimiento periódico que asegure un correcto funcionamiento del sistema de lubricación, este mantenimiento se basará en:

- Comprobación periódica del nivel de aceite en el cárter: se realiza mediante una varilla indicadora (figura 1.4) cuyos extremos están uno en el interior del cárter y el otro en el exterior del motor. Esta medición se realizará con motor frío y terreno en horizontal. Si necesitáramos añadir aceite por encontrarse el nivel por debajo del mínimo, utilizaremos aceites de las mismas características y a ser posible de la misma marca, aunque esta última no es condición indispensable; y no debiendo superar nunca la marca del máximo o quedar por debajo del mínimo.

Un exceso de nivel puede producir, además de humos azules, carbonilla en la cámara de combustión.

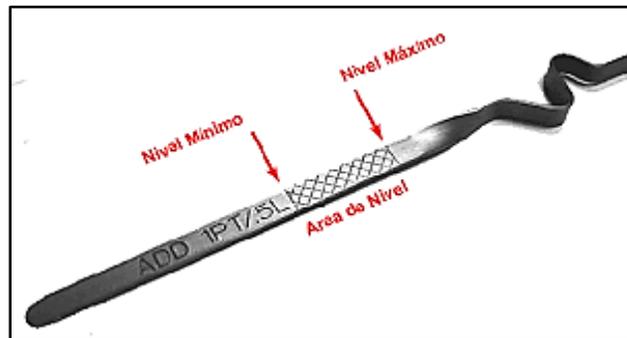


Figura 1.4 Varilla indicadora del nivel de aceite. (Fuente: <http://www.espaciocoche.com>)

Cambio de aceite:

La ventilación y filtrado del aceite no bastan para impedir que éste vaya perdiendo sus cualidades lentamente, el roce de componentes metálicos produce, inevitablemente, partículas metálicas microscópicas, las cuales podrían desplazarse en el aceite causando una mayor erosión y desgaste de las piezas móviles, por tanto el cambio de aceite (Figura 1.5) debe realizarse:

- Siempre con el motor parado.
- El motor debe estar caliente.
- El vehículo colocado en posición horizontal.
- Abriendo el tapón de vaciado situado en la parte inferior del cárter.
- Extrayendo la varilla indicadora de nivel de aceite de su alojamiento.
- Cambiando la arandela.
- Llenándolo por el orificio o tapa de balancines.

Este cambio se hará en función de los kilómetros recorridos por el vehículo, la estación del año y vías por las que se circula, adaptándose al libro de instrucciones del vehículo o bien cuando el aceite pierda sus características.

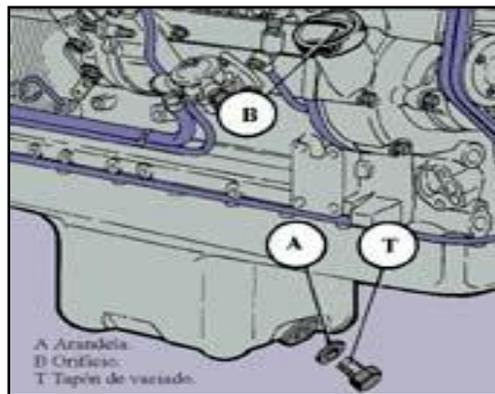


Figura 1.5 Cambio de aceite
(Fuente: Manual de mecánica de coches)

Cambio del filtro de aceite:

Debido a la cantidad de impurezas retenidas por el filtro de aceite, este podría llegar a obturarse, siendo necesaria su sustitución antes de que esto ocurra.

Se pueden utilizar las siguientes normas de cambio de filtro:

- Utilizar el mismo filtro.
- Apretar atendiendo a la junta y a su asiento.

- En los motores de gasolina, un cambio de filtro por cada dos cambios de aceite del cárter. En los motores Diesel, por cada cambio de aceite, como norma general, cambiar el filtro de aceite.

Si se utilizan aceites que, por sus características, los cambios se realizan después de muchos kilómetros (aceites sintéticos), el cambio de filtro (figura 1.6) se realizará al mismo tiempo que el cambio de aceite.



Figura 1.6 Cambio del filtro de aceite.

(Fuente: <http://www.bmwfaq.com>)

Limpieza del cárter (ver figura 1.7):

El cárter es el lugar donde se refrigera el aceite, por lo que la superficie exterior de este cárter debe estar libre de grasas y barro, para favorecer la evacuación del calor.



Figura 1.7 Limpieza del cárter. (Fuente:

[http:// www.decorfx.net](http://www.decorfx.net))

- Sistema de refrigeración (ver figura 1.8):

Su misión es la de mantener una temperatura que proporcione el máximo rendimiento del motor (aproximadamente 85° C). Durante la combustión, parte de la energía generada no es convertida en energía mecánica y se pierde en forma de calor. Según la velocidad de giro del motor y el diseño de éste, sólo alrededor del 30% de la energía almacenada en el combustible se aprovecha para realizar trabajo mecánico, y el resto es necesario eliminarlo para evitar que la temperatura alcance valores críticos que puedan comprometer la integridad física del motor.

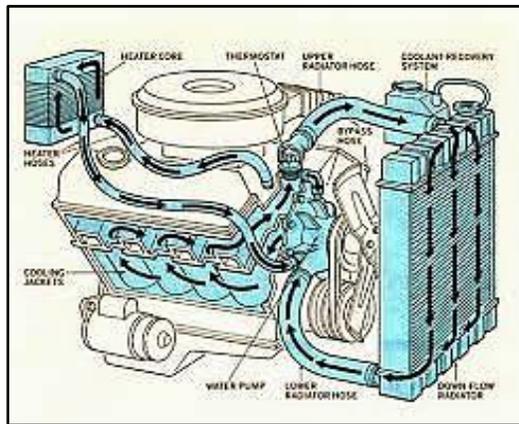


Figura 1.8 Sistema de refrigeración
(Fuente: <http://www.ecured.cu>).

- Sistema de alimentación (ver figura 1.9):

El sistema de alimentación se encarga de hacer llegar la cantidad necesaria de aire y combustible a los cilindros, para un funcionamiento óptimo del motor.

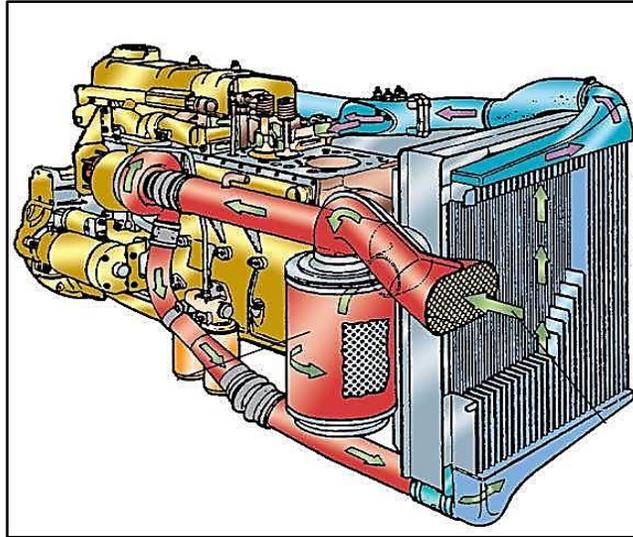


Figura 1.9 Sistema de alimentación. (Fuente: Andrino, 2013).

- Definición y clasificación de los Motores de Combustión Interna (MCI)

Los tipos de motores generalmente empleados en el automóvil, son motores térmicos de combustión interna:

- De explosión ciclo Otto.
- De Diesel.

También existe el motor eléctrico, que aprovecha la energía eléctrica almacenada en una batería de acumuladores.

Motores de combustión interna (MCI):

Pueden ser clasificados a su vez, según la forma de realizarse la combustión en:

- Motores de encendido provocados por una chispa:

Se caracterizan porque la combustión se realiza con la intervención de chispa. Se denominan motores de explosión ciclo Otto (usan gasolina).

- Motores de encendido por compresión:

Se caracteriza porque la combustión se realiza por autoencendido debido a las altas temperaturas alcanzadas por efecto de la presión. Se denominan motores Diesel.

Generalmente, los motores utilizados en los vehículos ligeros son de explosión ciclo Otto o Diesel. Los utilizados en vehículos pesados son Diesel, debido a su menor consumo y mayor duración. Pueden ser de dos tipos: alternativos y rotativos. Los más utilizados son los alternativos y menos, los motores rotativos (Wankel).

- Elementos de que consta el MCI

Los elementos de que consta el motor son comunes a los dos tipos que existen: de gasolina y Diesel. Actualmente existen pequeñas diferencias, al conseguirse grandes resistencias en los materiales y poco peso.

Los elementos del MCI se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Fijos.
- Móviles.

Elementos fijos:

Son los que componen el armazón y la estructura externa del motor y cuya misión es alojar, sujetar y tapar los elementos del conjunto. Estos son: el bloque de cilindros, culata, cárter y tapa de balancines.

Elementos móviles:

Son los encargados de transformar la energía química del carburante en energía mecánica.

Estos elementos son:

- El pistón.
- Las bielas.
- El cigüeñal.
- Anillos o aros
- Volante

1.2.2 Otros sistemas del automóvil

- Sistema eléctrico:

El sistema eléctrico, por medio de sus correspondientes circuitos, tiene como misión, disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos que correspondan reglamentariamente de alumbrado y señalización, y de otros, que siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad.

- Sistema de transmisión:

El sistema de transmisión es el conjunto de elementos que tienen la misión de hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices, según se muestra en la figura 1.10.

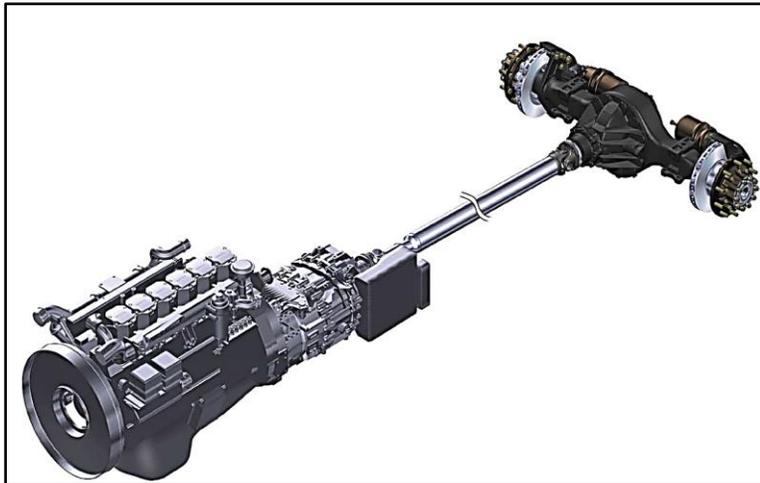


Figura 1.10 Sistema de transmisión (Fuente: Andrino, 2013)

Dentro del sistema de transmisión, encontramos los siguientes elementos:

- El embrague: Tiene la misión de acoplar y desacoplar, a voluntad del conductor, el giro del motor de la caja de cambios. Debe transmitir el movimiento de una forma suave y progresiva, sin que se produzcan tirones que puedan producir roturas en algunos elementos del sistema de transmisión. Se encuentra situado entre el volante de inercia (volante motor) y la caja de velocidades.

- La caja de cambios: es la encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.
- Árbol de transmisión: transmite el movimiento de la caja de velocidades al conjunto par cónico-diferencial. Está constituido por una pieza alargada y cilíndrica (barra de transmisión) que va unida por uno de los extremos al secundario de la caja de cambios, y por el otro al piñón del grupo cónico.
- Eje motriz (par cónico diferencial): mantiene constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar la curva. Desmultiplica constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convierte el giro longitudinal de éste, en giro transversal en las ruedas.

- Sistema de suspensión (ver figura 1.11):

Su función es la de suspender y absorber los movimientos bruscos que se producen en la carrocería, por efecto de las irregularidades que presenta el camino, proporcionando una marcha suave, estable y segura. Para lograr dicha finalidad estos componentes deben ir entre el bastidor (carrocería) y los ejes donde van las ruedas.

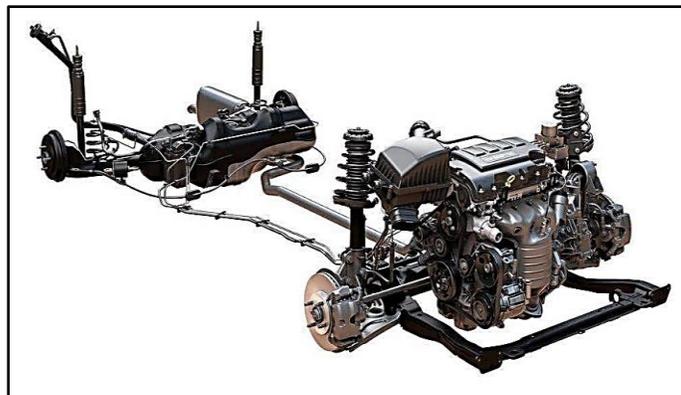


Figura 1.11 Sistema de suspensión (Fuente: <http://www.mecanicoautomotriz.org>)

•Ruedas

Las ruedas son los elementos del automóvil que hacen contacto con el terreno y, por lo tanto, el único lazo de unión entre el suelo y el vehículo. Su misión es:

- Sostener la masa del vehículo, facilitando su movimiento con mínimo esfuerzo.
- Convertir el movimiento de giro en movimiento de avance del vehículo, gracias a su resistencia al deslizamiento sobre el terreno.
- Ofrecer una fuerte resistencia al deslizamiento sobre el suelo en los momentos de frenado.
- Dirigir al automóvil para lograr los cambios de dirección.
- Absorber o amortiguar los choques o golpes debido a pequeñas irregularidades del terreno (hasta un 10% de la irregularidad)
- Han de ser lo más ligeras posibles para que la masa no suspendida del vehículo sea mínima.
- Deben presentar un alto grado de seguridad para no fallar con el vehículo en movimiento.

La rueda está formada por dos elementos: llanta y cubierta.

La llanta es la parte metálica de la rueda. La parte central se fija al eje por medio de tornillos o tuercas o espárragos, que permiten un correcto centrado de la rueda. En la zona exterior se aloja, apoya y monta la cubierta y la unión entre ellas debe ser estanca.

La cubierta es el elemento elástico exterior que, una vez montada sobre la llanta y rellena de aire comprimido la cámara que forman ambos, constituyen el neumático, y de aquí que, normativamente, se haya adoptado esta denominación. Está en contacto directo con el terreno y, de su buen estado, depende que las acciones que ordene el conductor se lleven a cabo adecuadamente.

• Sistema de dirección:

El conjunto de mecanismos que componen el sistema de dirección tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el

conductor (ver figura 1.12). Para que el conductor no tenga que realizar esfuerzo en la orientación de las ruedas (a estas ruedas se las llama "directrices"), el vehículo dispone de un mecanismo desmultiplicador, en los casos simples (coches antiguos), o de servomecanismo de asistencia (en los vehículos actuales).

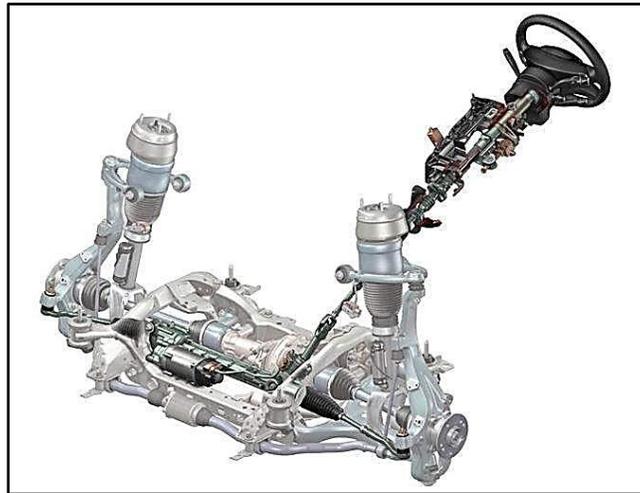


Figura 1.12 Sistema de dirección. Fuente (<http://www.mecanicoautomotriz.org>)

- Sistema de frenos:

El sistema de frenos (figura 1.13) está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el vehículo a voluntad del conductor. La base del funcionamiento del sistema principal de frenos es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, para conseguir detener el coche con el mínimo esfuerzo posible.

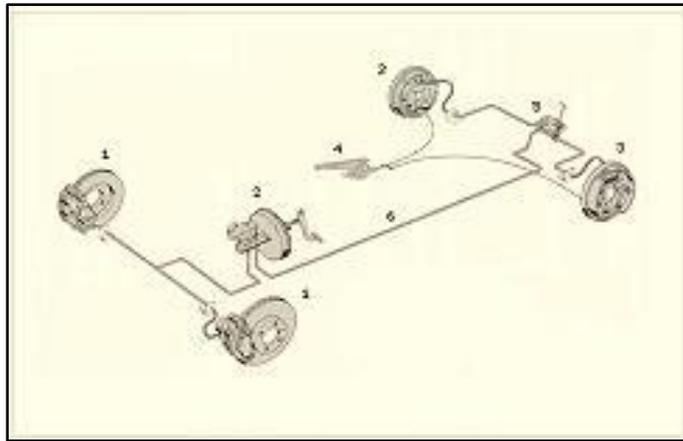


Figura 1.13 Sistema de frenos. Fuente (<http://www.mecanicavirtual.org>)

1.3 Fiabilidad

El diccionario de la lengua española define a la palabra fiabilidad como cualidad de fiable, propiedad del buen funcionamiento de algo. El adjetivo fiable significa digno de confianza, que ofrece seguridad o buenos resultados.

En la ingeniería, la fiabilidad no es más que la probabilidad que tienen los equipos de realizar su función a lo largo del tiempo, en las condiciones para las cuales fueron diseñados.

Según (Bonet, 1987) citado por (Zaldívar, 2014), la fiabilidad es el estudio de la longevidad y el fallo de los equipos. Para la investigación de las causas por lo que los dispositivos envejecen y fallan se aplican principios científicos y matemáticos. El objetivo estriba en que una mayor comprensión de los fallos de los dispositivos ayudará en la identificación de las mejoras que puede introducirse en los diseños de los productos para aumentar su vida o por lo menos para limitar las consecuencias adversas de los fallos. Por tanto, se concede mucha importancia al diseño de los productos o a su rediseño, con anterioridad a la fabricación o la venta.

- Tareas de la fiabilidad

La teoría de la fiabilidad tiene entre sus tareas el estudio de:

- Las regularidades del surgimiento de los fallos y la recuperación de la capacidad de trabajo de los artículos.

- La influencia de los factores externos e internos en los procesos que se desarrollan en los artículos.
- Los métodos de determinación cualitativa y la valoración comparativa de los índices de fiabilidad de los artículos.
- Las actividades para aumentar la fiabilidad al diseñar y producir los artículos, así como los procedimientos para mantener y elevar el nivel necesario de fiabilidad durante la explotación.

- Propiedades de la fiabilidad.

- Operatividad: Propiedad que tiene el artículo de mantener ininterrumpidamente el estado de capacidad de trabajo durante un tiempo específico en condiciones de operación dadas. Una máquina tendrá mejor operatividad en la medida que puede laborar más tiempo ininterrumpidamente sin perder su capacidad de trabajo.
- Durabilidad: Propiedad del artículo de mantener el estado de capacidad de trabajo hasta llegar al estado límite en condiciones de operación dadas.
- Mantenibilidad: Propiedad del artículo consistente en la facilidad que brinda para prevenir y descubrir las causas que originan sus fallos y deterioros, así como para la eliminación de sus consecuencias mediante la realización del mantenimiento. La efectividad de un sistema de mantenimiento estará en dependencia del grado de mantenibilidad de la máquina a atender, entre otros factores.
- Conservabilidad: Propiedad del artículo de conservar su capacidad de trabajo y otras características, durante un tiempo en el cual no está operando y se encuentra en condiciones dadas de transportación y/o almacenaje.

- Índices simples y complejos de la Fiabilidad.

- Índices de funcionabilidad

- Probabilidad de trabajo sin fallos $P(t)$

$$P(t) = N(t)/N(0) \quad (1)$$

$N(0)$: Número de objetos a ensayar, todos en el instante $t = 0$ tienen la capacidad de trabajo

$N(t)$: Número de objetos que en el instante t tienen capacidad de trabajo

- Probabilidad de ocurrencia del fallo $F(t)$

La probabilidad de ocurrencia del fallo $F(t)$ en el instante t es complementaria a la probabilidad de trabajo sin fallo $P(t)$, por lo que

$$P(t) + F(t) = 1 \quad (2)$$

$$F(t) = 1 - P(t)$$

Para los sistemas NO REPARABLES

- Tiempo de trabajo medio hasta el fallo (t_0)

$$t_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N(0)} t_i}{N(0)} \quad (3)$$

- Intensidad de fallos ($\lambda(t)$)

$$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{med}(\Delta t) * \Delta t} \quad (4)$$

Donde

$n(\Delta t)$ - Sistemas que han fallado en el intervalo de tiempo analizado

$N_{med}(\Delta t)$ - Cantidad media de Sistemas que no han fallado en el intervalo de tiempo analizado

Para los sistemas REPARABLES

- flujo de fallos ($w(t)$)

donde (5)

$$w(t) = \frac{n(\Delta t)}{N(0) * \Delta t} \quad n(\Delta t) - \text{Sistema que han fallado en el intervalo de tiempo analizado}$$

$N(0)$ - Cantidad de Sistemas que están siendo estudiados

Índices de DURABILIDAD

- Vida útil (Recurso) Media

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (6)$$

- Vida útil (Recurso) γ % ($T(\gamma\%)$)

$$T(\gamma) = \bar{t} - 0.01 P_\gamma S \quad (7)$$

donde:

t – vida útil media

P_γ – percentil de la distribución para una probabilidad γ establecida

S – Desviación estándar

Índices de REPARABILIDAD

- Tiempo Medio de Reparación

$$T_{MR} = \frac{\sum_{i=1}^{N_r} t_i}{N_r} \quad (8)$$

Índices de CONSERVABILIDAD

- Tiempo Medio de Conservación

$$T_{mc} = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} t_i}{N_c} \quad (9)$$

Índices Complejos de la fiabilidad.

- Coeficiente de Disponibilidad

$$K_d = \frac{T_{tr}}{T_{tr} + T_f} \quad (10)$$

donde:

T_{tr} – tiempo que trabajó el sistema en el período analizado

T_f – tiempo que estuvo en estado de fallo el sistema

- Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT)

$$CDT = \frac{TD}{TD + TI} \quad (11)$$

donde:

TD – tiempo que el sistema está disponible para ser operado. El sistema se encuentra en completo estado de funcionalidad.

TI – tiempo que el sistema NO está disponible para ser operado. El tiempo indisponible puede ser por dos causas: porque esté en estado de fallo (SoFa) o porque se le esté realizando algún tipo de servicio técnico planificado.

$$TI = T_p + T_f \quad (12)$$

-Índices clase mundial.

Son llamados índices clase mundial aquellos que son utilizados según la misma expresión en todos los países. De los seis índices clase mundial, cuatro son los que se refieren al Análisis de la Gestión de Equipos y dos a la Gestión de Costos, de acuerdo con las siguientes relaciones:

Tiempo Medio Entre Fallas: Relación entre el producto del número de sistemas por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos sistemas, en el periodo observado.

$$TMEF = \frac{NOIT.HROP}{\sum NTMC} \quad (13)$$

Este índice debe ser usado para sistemas que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

Tiempo Medio Para Reparación: Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de sistemas con falla y el número total de fallas detectadas en esos sistemas, en el periodo observado.

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC} \quad (14)$$

Tiempo Medio Para la Falla: Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de sistemas no reparables y el número total de fallas detectadas en esos sistemas, en el periodo observado.

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC} \quad (15)$$

Este índice debe ser usado en sistemas, subsistema o elementos no reparables.

Disponibilidad Técnica (DT): Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada sistema observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100 \quad (16)$$

1.4 Mantenimiento

El mantenimiento es de vital importancia para garantizar que un equipo mantenga su funcionalidad durante el mayor tiempo posible, este requiere del cumplimiento de una serie de tareas establecidas por el fabricante, acorde a unas condiciones dadas, para evitar fallos que afecten su funcionalidad y por ende su fiabilidad.

•Tipos de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo.

Se denomina mantenimiento correctivo a aquel que se encarga de la reparación de los equipos cuando estos presentan una falla, sin realizar previamente una tarea preventiva o predictiva. Es la forma más sencilla de mantenimiento y es conveniente realizarla cuando los costos de las fallas son menores que las tareas preventivas y predictivas.

Mantenimiento Preventivo.

Este tipo de mantenimiento consiste en una serie de tareas planificadas que se ejecutan periódicamente con el propósito de que los equipos mantengan su funcionalidad durante su vida útil.

Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo o mantenimiento a condición consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que

la falla funcional ocurra. Estas tareas incluyen: inspecciones (ej. Inspección visual del grado de desgaste), monitoreo (ej. vibraciones, ultrasonido), chequeos (ej. nivel de aceite). Tienen en común que la decisión de realizar o no una acción correctiva depende de la condición medida. Por ejemplo, a partir de la medición de vibraciones de un equipo puede decidirse cambiarlo o no. Para que pueda evaluarse la conveniencia de estas tareas, debe necesariamente existir una clara condición de falla potencial. Es decir, debe haber síntomas claros de que la falla está en el proceso de ocurrir. (Fuente: www.rcm-confiabilidad.com.ar)

Mantenimiento Proactivo.

Consiste en un conjunto de tareas de mantenimiento preventivo y predictivo con el objetivo de lograr que los equipos cumplan su función en las condiciones establecidas. Este tipo de mantenimiento busca disminuir la realización del mantenimiento correctivo y alargar los ciclos de funcionamiento de los equipos.

1.5 Método de Análisis de Pareto

El Método de Análisis o Diagrama de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos. Su utilización será beneficiosa para el desarrollo de los proyectos abordados por los equipos y grupos de mejora y por todos aquellos individuos u organismos implicados en la mejora de la calidad.

Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto. A continuación, se comentan tres características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta. (Fuente: www.fundibeq.org/opencms/diagrama_de_pareto.pdf.)

Priorización: Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.

Unificación de criterios: Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.

Carácter objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Las tablas y diagramas son herramientas de representación utilizadas para visualizar el análisis y su representación gráfica correspondiente.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica se coloca los pocos vitales a la izquierda y los muchos triviales a la derecha. (Fuente:www.fundibeq.org/opencms/diagrama_de_pareto.pdf.)

El objetivo de este método es utilizar los hechos para identificar la máxima concentración de potencial del efecto en estudio (magnitud del problema, costos, tiempo, etcétera) en el número mínimo de elementos que a él contribuyen. El análisis de Pareto sirve para establecer prioridades y para enfocar y dirigir las acciones a desarrollar posteriormente. (Fuente: http://www.fundibeq.org/default/PWF/gallery//tools/diagrama_de_pareto.pdf)

Por otra parte, permite basar la toma de decisiones en parámetros objetivos; por tanto, permite unificar criterios y crear consenso. Con este fin se compara el Diagrama de Pareto de la situación inicial con el de la situación actual y se comprueba que la contribución de los elementos inicialmente más importantes haya disminuido notablemente. (Fuente:http://www.fundibeq.org/default/PWF/gallery//tools/diagrama_de_pareto.pdf.)

Este método enfoca y dirige acciones sobre los problemas vitales que son alrededor del 20% de todos (el 80% son los muchos triviales) para tratar de minimizar o eliminar los más graves, y con la aplicación nuevamente de este método valorar cómo han influido las acciones realizadas en la disminución de los problemas iniciales; sin embargo no se puede determinar cuáles son las causas reales que están influyendo en origen de las fallas, así como tampoco de qué tipo son, ni cómo se van a erradicar.

1.6 Análisis de Causa Raíz (ACR)

Es una técnica de identificación de causas fundamentales que conducen a fallos recurrentes. Las causas identificadas son causas lógicas y su efecto relacionado. Es importante mencionar que es un análisis deductivo, el cuál identifica la relación causal que conduce al sistema, equipo o componente a un fallo. Se utilizan una gran variedad de técnicas y su selección depende del tipo de problema, disponibilidad de los datos y conocimiento de las técnicas, análisis causa-efecto, árbol de fallo, diagrama espina de pescado, análisis de cambio, análisis de barreras y eventos y análisis de factores causales.

Posponer la acción correctiva de la "Causa Raíz" es común. En la presión de la rutina diaria, los directores y técnicos se hallan con frecuencia imposibilitados de eliminar el problema de fondo, de manera que puedan dedicarse a atender los síntomas, para que el equipo o máquina se mantenga en marcha o funcionamiento.

Dentro de los principales beneficios de este método están:

- 1- Elimina la causa común de problemas graves.
- 2- Refuerza las habilidades en la búsqueda de problemas.
- 3- Reduce los fallos del equipo.
- 4- Reduce costos de mantenimiento.
- 5- Reduce el costo unitario del producto.

-Diagrama Causa-Efecto

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y solución de la causa.

El diagrama causa-efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser

nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa- efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables. El valor de una característica de calidad depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo entre otros procesos. Un diagrama de Causa-Efecto sirve para que se conozca en profundidad el proceso con que trabaja, visualizando con claridad las relaciones entre los Efectos y sus Causas. Sirve también para guiar las discusiones, al exponer con claridad los orígenes de un problema de calidad. Y permite encontrar más rápidamente las causas asignables cuando el proceso se aparta de su funcionamiento habitual. (Fuente: ipgo.webs.upv.es/fruitis/task3.pdf)

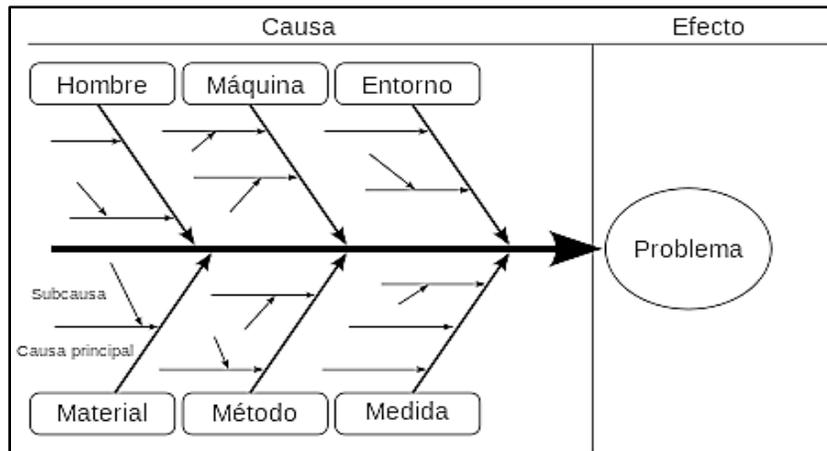


Figura 1.14 Diagrama causa-efecto Ishikawa o espina de pescado. (Fuente: <http://www.organizadoresgraficos.com/grafico/fishbone.php>)

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE FALLOS DE LAS CAMIONETAS GRAN MURALLA EN LA REGIÓN MILITAR DE HOLGUÍN

2.1 Caracterización del Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, Unidad Militar 7946

El Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, UM 7946, tiene la misión de prestar diversos servicios (reparaciones ligeras y medias) a los equipos de las FAR. En el esquema de la figura 2.1 se muestran los sectores en que se divide el taller y los servicios que se prestan en cada uno.

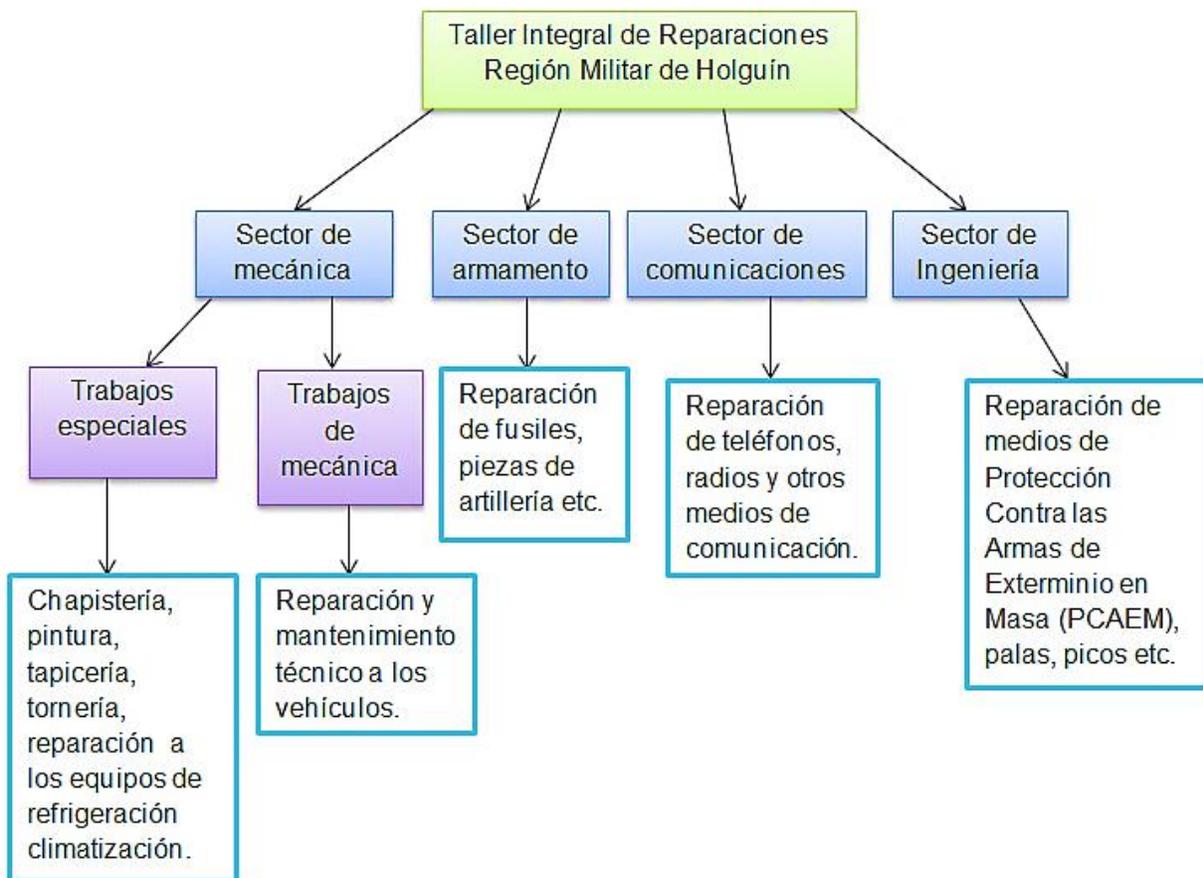


Figura 2.1 Sectores en que se divide el taller y los servicios que se prestan.

Flujo del taller

Se presenta el responsable del equipo a Recepción y Entrega con:

1. Modelo de Transferencia, conocido también como SRM-119, el cual debe de estar firmado por el Jefe de Tanque y Transporte de la Unidad Militar a la que pertenece el equipo y el Jefe de Tanque y Transporte de la Región Militar.
2. Se le realiza la defectación al equipo por el documento establecido (ver anexo 3)
3. El encargado de Recepción y Entrega le confecciona la orden de trabajo (ver anexo 2).
4. El equipo se entrega al sector donde va a recibir el servicio.
5. Con la orden de trabajo y el especialista designado para trabajar en el vehículo el jefe de sector saca las piezas del almacén por el modelo de Vale de Entrega.
6. Finalmente, luego de concluir la reparación, se le realiza una segunda defectación al medio.

2.2 Caracterización de las camionetas Gran Muralla

Con la modificación de 5 variantes básicas del modelo Deer, y el modelo So Cool, se han logrado 21 aplicaciones que comprenden cajas de cargas isotérmicas, refrigeradas, para carga seca y portaherramientas, además de los modelos estándar correspondientes. (Zaldívar, 2014). El modelo So Cool presenta doble cabina (figura 2.3) y el modelo Deer cuenta con variantes de cabina simple, cabina y media, y doble cabina (figura 2.2). Algunas variantes presentan tracción trasera (4x2), otras propulsión delantera (4x2) y también tracción trasera y propulsión delantera (4x4). Algunas cuentan con motor de gasolina (Empresa Eléctrica de Holguín) y otras con motor Diesel.

Las camionetas de la Región Militar de Holguín, generalmente de color blanco, están equipadas con un motor Diesel tecnología Isuzu de 57kW/3600 rpm de potencia, y 174Nm/2000rpm de torque. Estos vehículos tienen como misión fundamental transportar alimentos a las diferentes Unidades Militares de la Región Militar de Holguín, por lo que resultan de gran utilidad.

Entre las virtudes que muestran estas camionetas, además de la versatilidad de aplicaciones, es su simplicidad mecánica, que para nuestro país aún es una ventaja. Poseen dirección hidráulica y sistema de frenos SABS, el motor, de inyección directa, de fácil mantenimiento y reparación (NORINCO, 2007 citado por Zaldívar, 2014).

En relación a las aplicaciones, los furgones, tanto los de carga seca, como los isotérmicos o refrigerados, están producidos con los elementos que garantizan su operatividad y durabilidad. En el caso de los equipos para herramientas, cuentan con suficientes gavetas, de distintas dimensiones que los hacen útiles para infinidad de funciones. (NORINCO, 2007 citado por Zaldívar, 2014).



Figura 2.2 Camionetas Gran Muralla modelo Deer. **a**, cabina simple. **b**, furgón. **c**, cabina y media. **d**, doble cabina (Fuente: <http://www.noticias.autocosmos.cl>)



Figura 2.3 Camioneta Gran Muralla modelo So Cool. (Fuente: <http://www.noticias.autocosmos.cl>)

2.3 Mantenimiento Técnico aplicado a las camionetas Gran Muralla en la Región Militar de Holguín

Tabla 2.1 Revista de control

Operación	Descripción	Requisitos técnicos
Control	Nivel de aceite del motor	Aceite CF-4SG 15W-40, comprobar por la marca superior de la varilla de control.
Control	Nivel líquido refrigerante	Nivel de líquido hasta la altura del orificio de drenaje hacia el depósito del sistema.
Control	Nivel de aceite direcc. Asist.	Líquido ISO VG 22HL. Marca nivel máximo de la varilla del depósito del sistema.
Control	Nivel líquido mando al embrague	Líquido DOT-4 Parte inferior de la rosca del depósito
Control	Nivel líquido limpia parabrisas	Agua común. Marca del nivel máximo en el depósito.
Control	Estado y tensión correas	Flecha en la parte superior de las correas de 6÷9 mm con un esfuerzo de 7÷10 kg-m, equivalente a la presión del dedo pulgar sobre las correas
Control	Salideros en circuitos hidráulicos y neumáticos	
Control	Estado y presión de los neumáticos	Neumáticos 215/75 R15 delanteras 220 kPa y traseras 240 kPa.
Control	Funcionamiento instrumentos de medición, luces y claxon	

Tabla 2.2 Mantenimiento técnico diario.

Realización	Fregado exterior e interior	
Realización	Fregado por debajo	
Control	Fijación de los agregados y sistemas	
Control	Nivel electrólito batería	Altura de 10÷15 mm sobre las placas de cada vaso.
Control	Funcionamiento de fusibles, luces, señalización e instrumentos de medición y control.	
Control	Apriete de los tornillos de los cubos de rueda	Torque máximo de 80 N-m
Control	Apriete tornillos de las ruedas	Torque máximo de 80 N-m

Mantenimiento Técnico a los primeros 2 000 km

Realización de todas las operaciones que se realizan durante el mantenimiento técnico diario más:

Cambio: aceite del motor, filtro de aceite.

Control: apriete de los calzos del motor, nivel de aceite caja de velocidades, de traspaso y los puentes motrices, apriete de los tornillos de la transmisión, apriete de los tornillos de los cubos de rueda, fijación de los agregados y sistemas, fijación tubo de escape y los colectores, grado de carga de la batería, estado base para batería, estanqueidad de manguitos, mangueras y el cárter, juego libre de pedal de embrague, funcionamiento del generador, los instrumentos de medición y control, fusibles, luces y faros, funcionamiento del freno de mano, nivel de aceite pies motrices, salideros en mangueras y uniones, sujeción de palancas, mecanismos de mando, acoplamientos y uniones, apriete calzos y apoyos de la caja de velocidades, de traspaso y puentes motrices, fijación y ajustes de elementos de la suspensión, sujeción y estado de las ruedas, rpm mínimas del motor, estado y regulación de las bandas de freno, convergencia de las ruedas delanteras, juego libre del pedal de frenos.

Drenaje: sistema de alimentación de combustible, depósitos de aire.

Engrase: mecanismos de cierre de puertas, persianas y tapas, articulaciones de mando limpiaparabrisas, estrías de los árboles cardánicos delanteros y traseros, cojinete bomba de agua, articulación de los diferentes mecanismos de mando, articulaciones de la dirección, cojinete de desembrague.

Rotación: neumáticos.

Limpieza: filtro del purificador de aire

Mantenimiento Técnico cada 5 000 km

Realización de todas las operaciones que se realizan durante el mantenimiento técnico diario más:

Control: nivel de aceite del motor, nivel líquido refrigerante, nivel de aceite de la dirección, nivel líquido mando al embrague, nivel líquido lavaparabrisas, estado y tensión de las correas, apriete de los calzos del motor, salideros en circuitos hidráulicos y neumáticos, nivel de aceite de caja de velocidades y los puentes motrices, apriete de los tornillos de la transmisión, estado y presión de los neumáticos, salideros en manguitos y cárter.

Drenaje: sistema de alimentación de combustible.

Limpieza: filtro de cartón del purificador de aire.

Engrase: articulaciones y puntos de lubricación.

Mantenimiento Técnico cada 10 000 km

Realización de todas las operaciones que se realizan cada 5 000 km más:

Cambio: aceite del motor, filtro de aceite, filtro de combustible.

Control: presión de inyección de los inyectores del motor, apriete de los tornillos de las culatas del motor, holguras de las válvulas del motor, salideros y estado de circuitos hidráulicos y neumáticos, fijación tubo de escape y los colectores.

Engrase: cojinete de desembrague, apoyos de la suspensión, articulación árboles cardán.

Mantenimiento técnico cada 20 000 km

Realización de todas las operaciones que se realizan cada 10 000 km más:

Limpieza: batería y terminales de electrodos.

Control: articulaciones, rótulas y acoplamientos de la dirección.

Cambio: filtro de cartón del purificador de aire, cojinetes cubo ruedas.

Mantenimiento Técnico cada 40 000 km

Realización de todas las operaciones que se realizan cada 20 000 km más:

Apretar: presillas del sistema de enfrentamiento, lubricación, combustible y neumáticos.

Control: Apriete de los agregados al motor, fijación de los diferentes agregados a la carrocería y el chasis, funcionamiento del motor, arranque y generador, ángulos de la dirección, estado de las tuberías y mangueras del sistema de frenos, fijación bridas árboles cardánicos, fijación de los depósitos, balanceo de las ruedas.

Limpieza: colector motor de arranque y generador.

Mantenimiento Técnico cada 80 000 km

Realización de todas las operaciones que se realizan cada 40 000 km más:

Control: funcionamiento integral de la bomba de inyección.

Cambio: de aceite de la caja de velocidades.

Tabla 2.3 Materiales de explotación.

Agregado	Materiales de explotación	Capacidad en litros
Motor	Aceite CF-4 SG 15 W-40	5,6
Caja de velocidades	Aceite GL-5 EP-90(140)	2
Cajas de traspaso	Aceite GL-5 EP-90(140)	4,0(carros 4x4)
Puentes motrices	Aceite GL-5 EP-90(140)	3,2
Mando del embrague	DOT-4 SAEJ	1,0
Mando de los frenos	DOT-4 SAEJ	1,2
Mando de la dirección	Líquido ISO VG 22HL	1,3
Líquido refrigerante del motor	Sin especificación	10
Grasas usos múltiples	NLGI-2 y 3 (Lisan 3(2))	0,8 kg
Depósito de combustible	Combustible Diesel DL	58

Equipamiento y herramientas

Equipamiento tecnológico

- Rampa para fregado y/o engrase.
- Instalación de fregado a presión.
- Instalación de engrase con compresor de aire incorporado.
- Banco de pruebas de bomba de alta presión.
- Banco de pruebas de inyectores.
- Banco para tramar direcciones.
- Desmontadora de neumáticos
- Cargador estacionario de baterías de acumuladores

Herramientas y dispositivos.

- Llaves españolas de 7 hasta 36 mm
- Llaves de ojos de 10 hasta 36 mm
- Juego de cubos de 10 hasta 36 mm
- Destornilladores de paleta de 6, 10 y 15 mm
- Destornilladores de estrías de 6, 10 y 15 mm
- Pinza plana.

- Pinza de corte de cables.
- Pinza de presión.

2.4 Análisis de datos recopilados en el Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, Unidad Militar 7946

Se realizó este análisis mediante la revisión de las órdenes de trabajo del Taller Integral de Reparaciones correspondientes a las reparaciones de todas las camionetas Gran Muralla de las Unidades Militares de la Región Militar de Holguín. Los datos recopilados abarcan el período comprendido desde el año 2014 hasta el primer trimestre del año 2017.

Para una mayor visión de los datos, se ubicaron por años y sistemas. En la tabla 2.4 y la figura 2.4 se presentan los fallos ocurridos por sistemas.

Tabla 2.4 Cantidad de fallos por sistema

Sistema/año	2014	2015	2016	1er trimestre 2017	Total
Sistema de trasmisión	11	5	14	2	32
Sistema de frenos	23	10	14	15	62
Sistema eléctrico	13	5	17	5	40
Sistema de dirección	5	3	10	0	18
Sistema de suspensión	7	5	11	0	23
Sistema de motor	3	5	2	3	13
Total	62	33	68	25	188

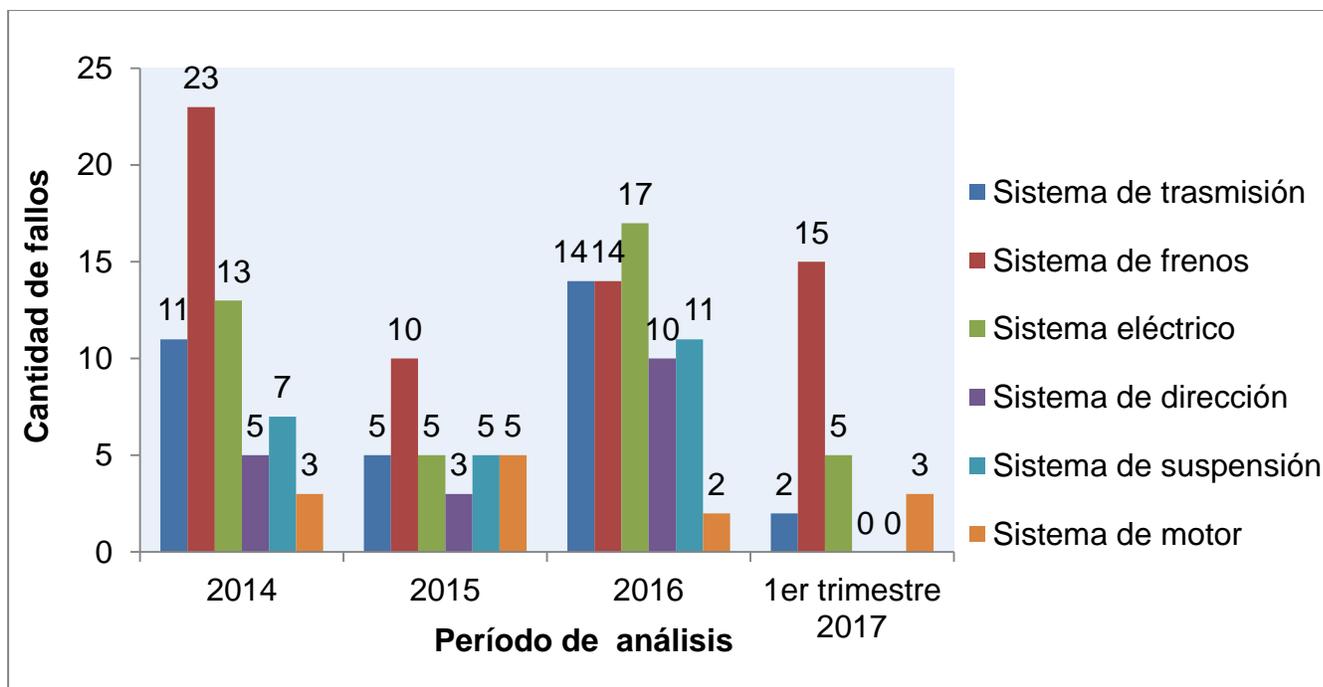


Figura 2.4 Comportamiento de los fallos en los distintos sistemas de las camionetas.

Se puede apreciar, en la figura 2.4, la frecuencia de fallos en cada sistema en el período analizado.

A continuación, se ofrecen detalles de los fallos en cada uno de los sistemas de las camionetas. En la tabla 2.5 y la figura 2.5 se presentan los fallos en el sistema de transmisión, en este caso se aprecia que la bomba de embrague representa el mayor número de fallos de este sistema con un 37,5 %.

Tabla 2.5 Fallos en el sistema de transmisión

Sistema de transmisión	
Descripción	Cantidad
Disco de embrague	3
Caja de velocidad	7
Bomba de embrague	12
Manguera	1
Mecanismo regulador	1
Collarín de embrague	5
Mando	2
Plato opresor	1
Total	32

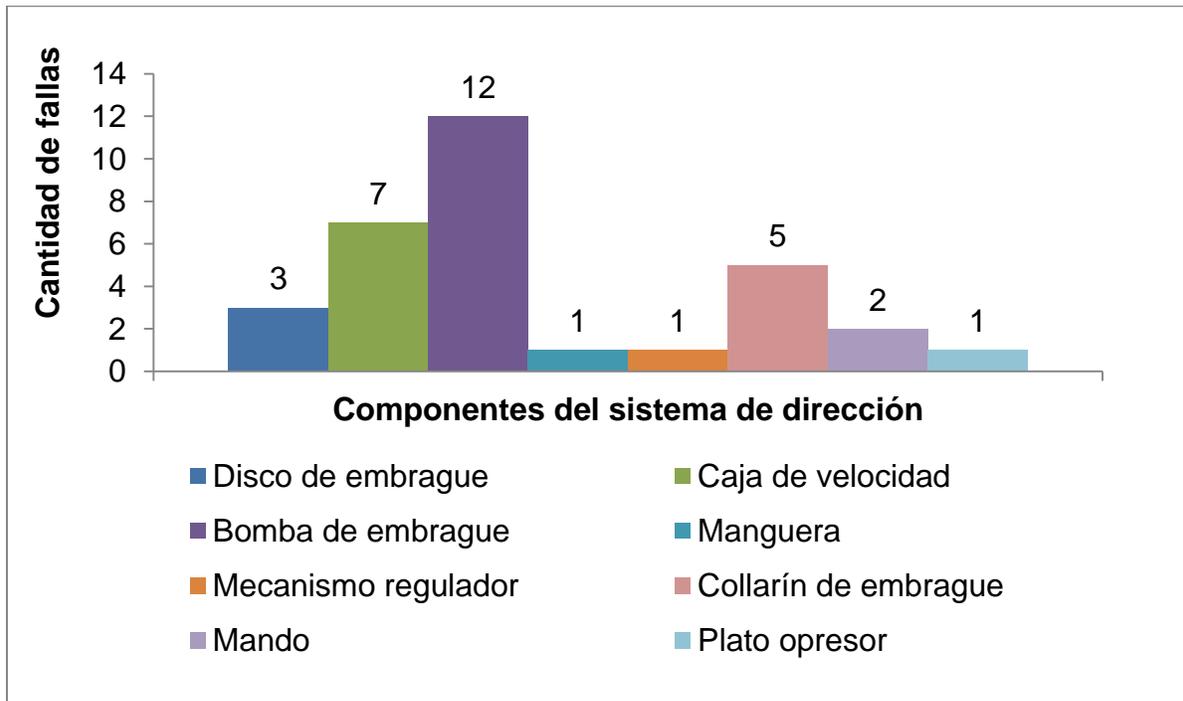


Figura 2.5 Comportamiento de los fallos en el sistema de transmisión.

En la tabla 2.6 y la figura 2.6 se muestran los fallos del sistema de frenos, los elementos de este sistema con mayor cantidad de fallos son la bomba de frenos, las pieles de zapatas de frenos y las pastillas de frenos, los cuales representan un 56,45 %, 20,96 % y 12,90 % respectivamente, del total de las fallas ocurridas.

Tabla 2.6 Fallos en el sistema de frenos

Sistema de frenos	
Descripción	Cantidad
Pastillas de freno	8
Pieles de zapatas de frenos	13
Manguera de frenos	1
Bomba de frenos	35
Barra de emergencia	1
Buje de barra de emergencia	2
Disco de frenos	1
Válvula del pedal de freno	1
Total	62

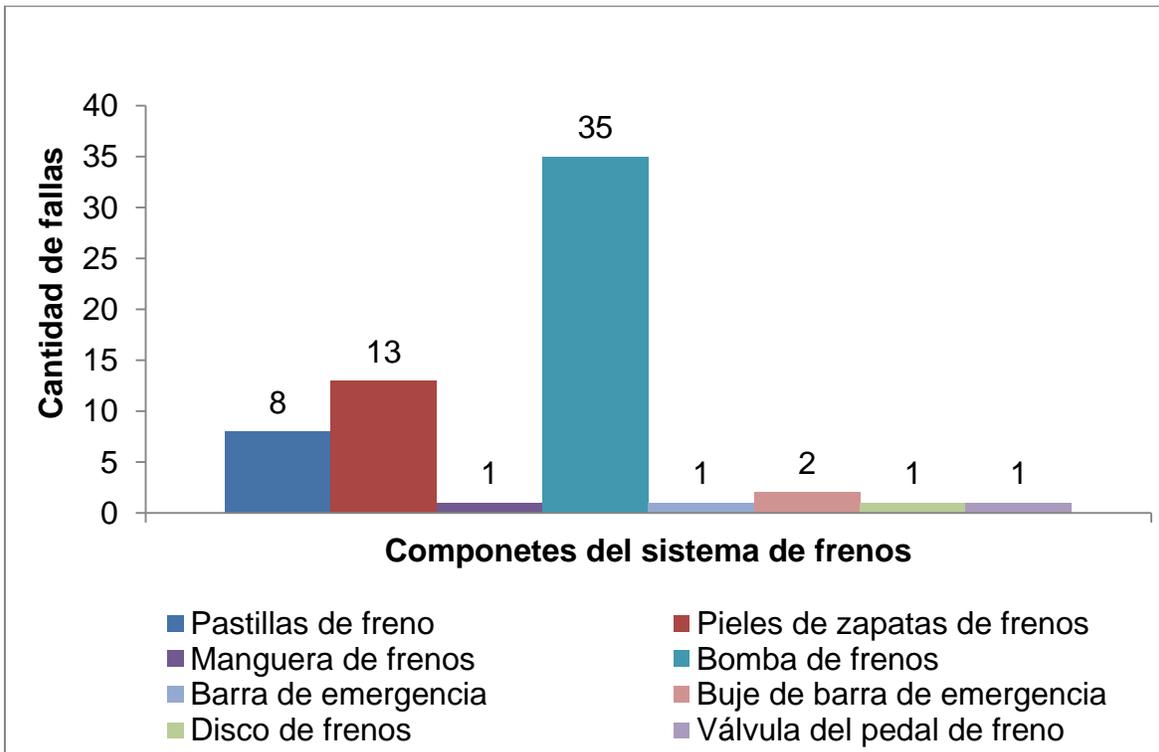


Figura 2.6 Comportamiento de los fallos en el sistema de frenos.

En el sistema eléctrico (tabla 2.7 y figura 2.7) se aprecia que las baterías son las de mayor cantidad de fallos representando el 57,5 % del total.

Tabla 2.7 Fallos en el sistema eléctrico

Sistema eléctrico	
Descripción	Cantidad
Baterías	23
Fusibles	6
Bombillos	5
Relay	2
Alternador	2
Farol trasero	1
Correa del alternador	1
Total	40

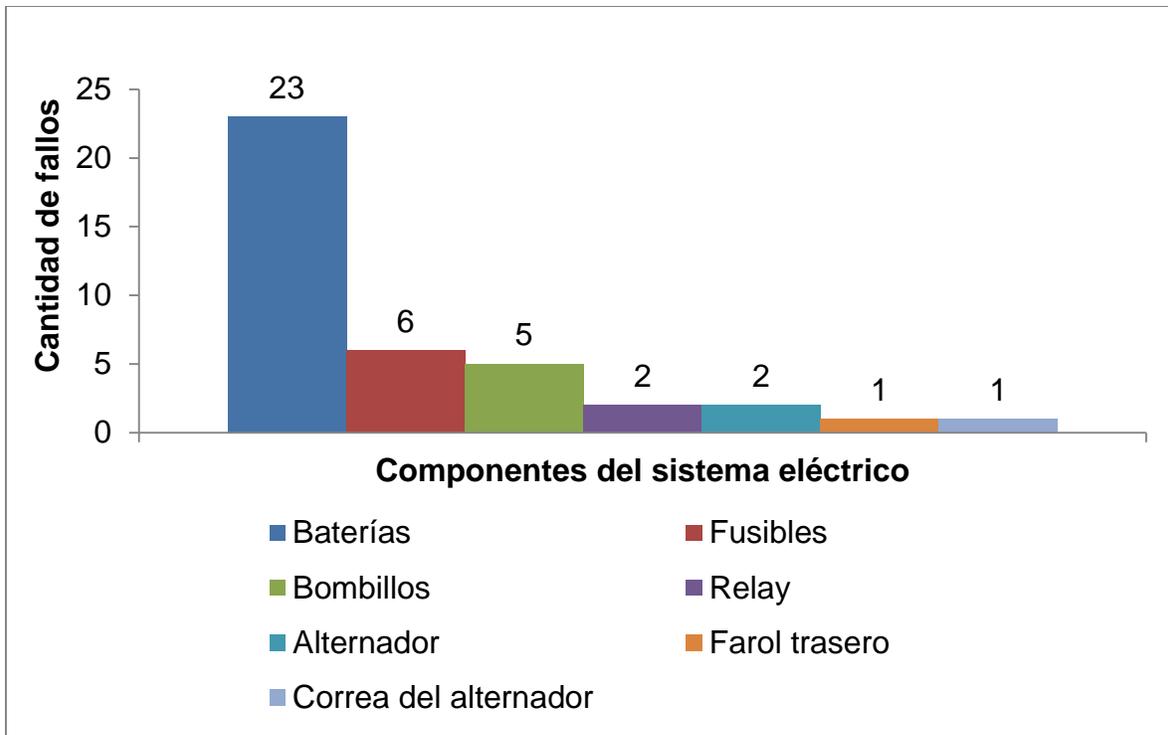


Figura 2.7 Comportamiento de fallos en el sistema eléctrico.

En cuanto al sistema de dirección, las piezas con mayor número de fallos son las rótulas y las esféricas, representando el 25 % y 20 % respectivamente. Esta información se muestra en la tabla 2.8 y la figura 2.8.

Tabla 2.8 Fallos en el sistema de dirección

Sistema de dirección	
Descripción	Cantidad
Rótulas	5
Barra de dirección	1
Esféricas	4
Bomba de dirección	3
Mando	1
Parrilla	2
Bujes de goma	2
Total	18

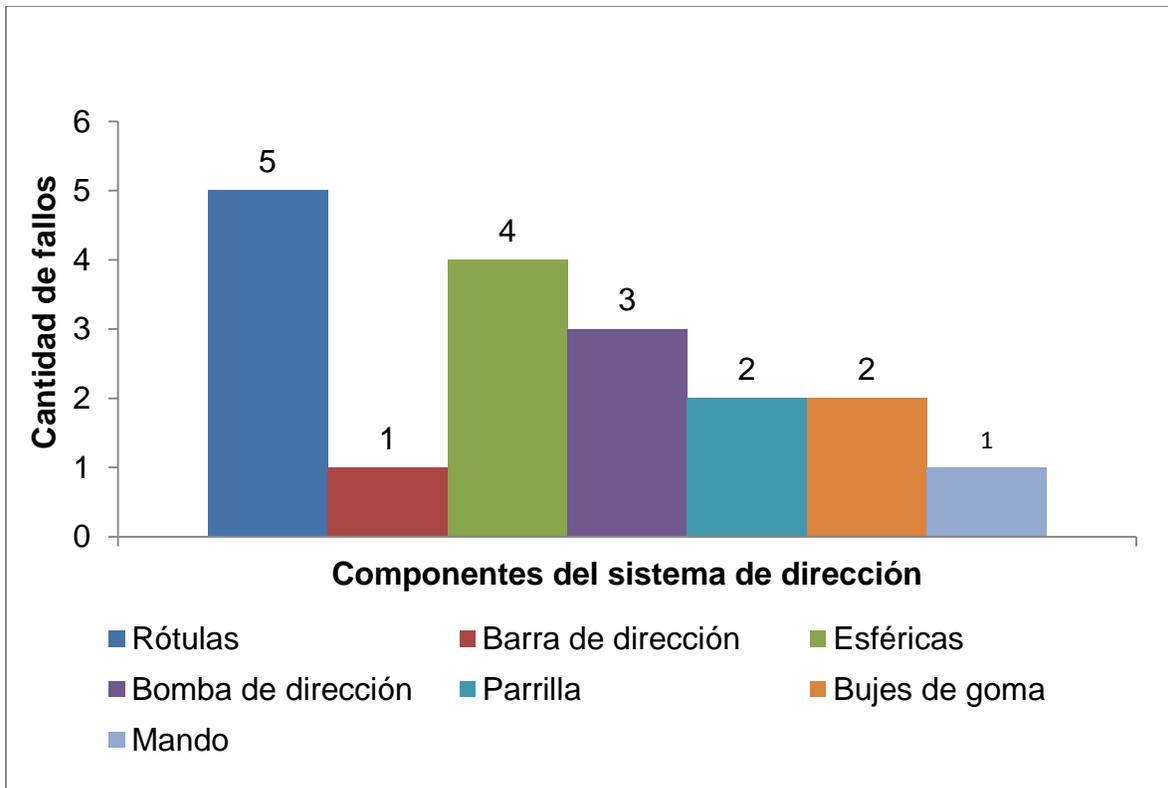


Figura 2.8 Comportamiento de fallos en el sistema de dirección.

En cuanto al sistema de suspensión (tabla 2.9 y figura 2.9) lo más significativo fueron los neumáticos con el 73,91 % del total.

Tabla 2.8 Fallos en el sistema de suspensión

Sistema de suspensión	
Descripción	Cantidad
Calzos de hojas de muelles	4
Llantas	2
Neumáticos	17
Total	23

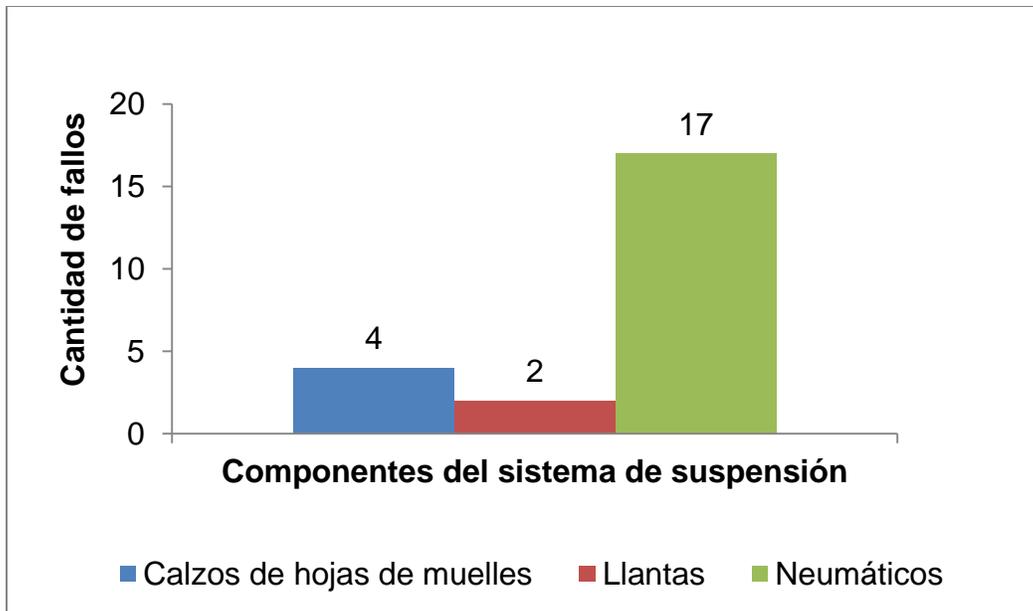


Figura 2.9 Comportamiento de fallos en el sistema de suspensión.

El sistema motor presentó solamente 13 fallos en el período analizado, y como se muestra en la tabla 2.10 y la figura 2.10, los más significativos fueron el separador de agua y combustible, manguera superior del radiador y los calzos del motor, los cuales representan, cada uno, el 23,07 % de fallos del total.

Tabla 2.10 Fallos en el sistema motor

Sistema Motor	
Descripción	Cantidad
Correa de ventilador	2
Separador agua combustible	3
Calzos del motor	3
Retén del cigüeñal	1
Manguera superior del radiador	3
Bomba auxiliar de combustible	1
Total	13

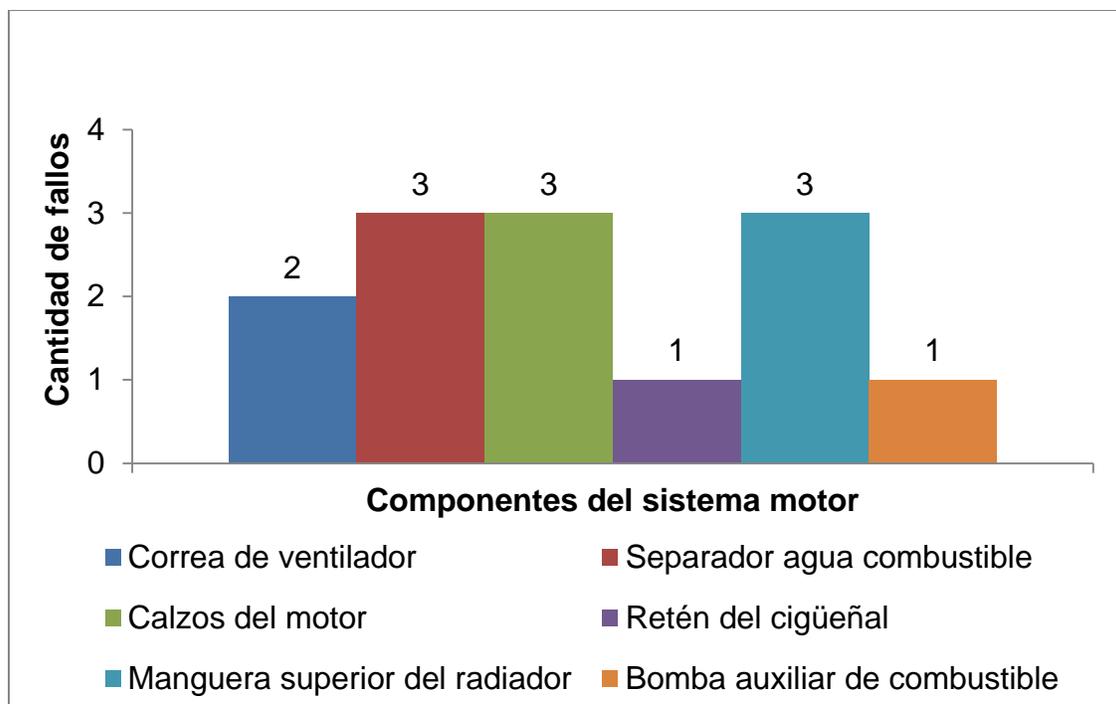


Figura 2.10 Comportamiento de fallos en el sistema motor.

En la tabla 2.11, se muestran las piezas críticas por cada uno de los sistemas en el estudio realizado.

Tabla 2.11 Piezas más críticas por sistemas

Sistemas	Piezas	%
Sistema de transmisión	Bomba de embrague	37,5
Sistema de frenos	Bomba de frenos	56,45
	Pieles de zapatas de freno	20,96
	Pastillas de frenos	12,90
Sistema eléctrico	Baterías	57,5
Sistema de dirección	Rótulas	25
Sistema de suspensión	Neumáticos	73,91
Sistema motor	Manguera superior del radiador	23,07
	Calzos del motor	23,07
	Separador agua combustible	23,07

2.5 Análisis de Pareto

Mediante un Análisis de Pareto se determinaron los sistemas que ocasionan aproximadamente el 80 % del total de fallos, a los cuales se le asignó la clase A, estos son: sistema de frenos, sistema eléctrico, sistema de transmisión y sistema de suspensión.

Tabla 2.12 Análisis de Pareto.

Sistemas	Cantidad de fallos	%	Fallos acumulados	% acumulados	Clase
Sistema de frenos	62	32,98	62	32,98	A
Sistema eléctrico	40	21,28	102	54,26	A
Sistema transmisión	32	17,02	134	71,28	A
Sistema de suspensión	23	12,23	157	83,51	A
Sistema de dirección	18	9,57	175	93,09	B
Sistema de motor	13	6,91	188	100,00	C
Total	188	100,00			

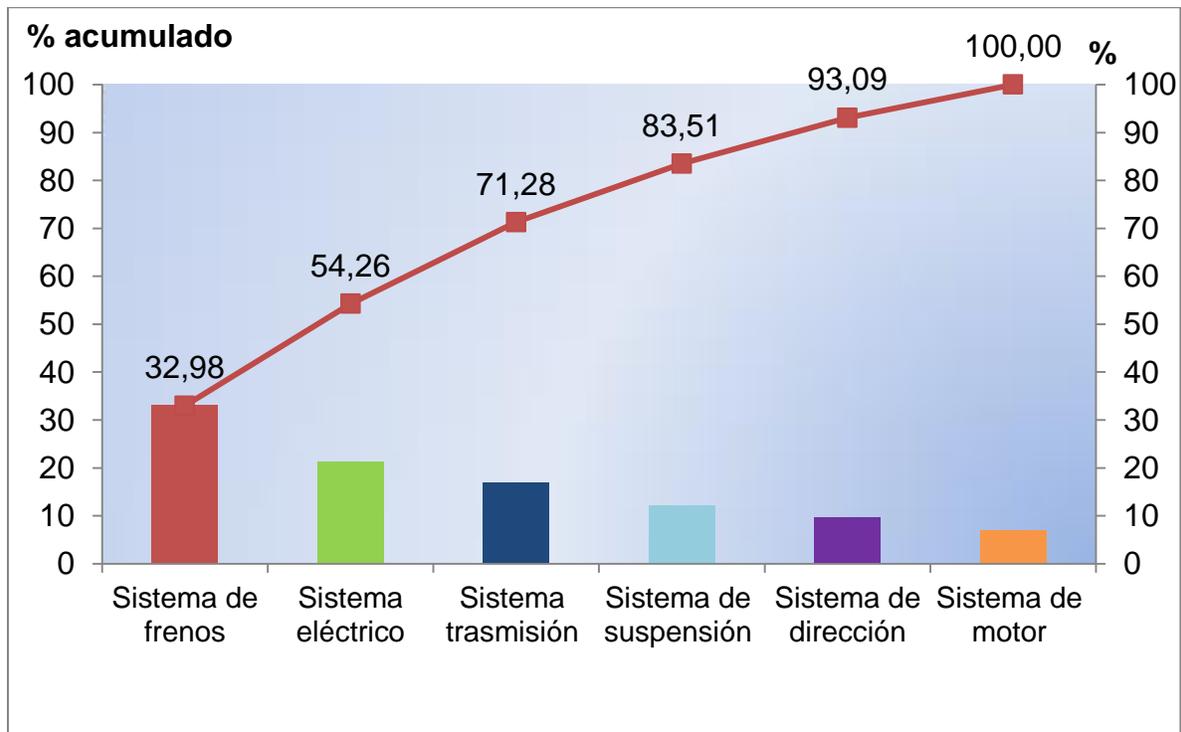


Figura 2.11 Gráfico de Pareto.

2.6 Resultados de fallos y averías de las camionetas Gran Muralla según ERTA-H

Se realizó una consulta a la base de datos de la Empresa de Revisión Técnica Automotor de Holguín (ERTA-H) para las camionetas Gran Muralla en el período desde el año 2011 hasta el año 2016. En este tiempo se le realizó la revisión técnica a un total de 262 camionetas, las cuales presentaron 11 521 defectos o fallos entre leves, importantes y graves. De ellos 1423 fueron importantes, lo que representa un 12,35 % del total; solamente 12 fueron graves para un 0,10 %. En la tabla 2.13 se muestran la cantidad de camionetas inspeccionadas por año y la cantidad que desaprobaron debido a los defectos importantes y/o graves.

Tabla 2.13 Camionetas inspeccionadas por año.

Años	Total de camionetas	Aprobadas	Desaprobadas	% de camionetas desaprobadas
2011	210	129	81	38,57
2012	219	152	67	30,59
2013	194	149	45	23,19
2014	183	141	42	22,95
2015	174	111	63	36,20
2016	159	116	43	27,04

En la tabla 2.14 se muestran la cantidad de defectos entre importantes y graves por sistemas en el período consultado.

Tabla 2.14 Total de defectos por sistemas en el período consultado.

Sistemas	Total de defectos entre importantes y graves	%
Sistema de transmisión	12	0,84
Sistema de frenos	1043	72,68
Sistema eléctrico	67	4,67
Sistema de dirección	174	12,13
Sistema de suspensión	63	4,39
Sistema motor	34	2,37

Tabla 2.14 Continuación

Ejes, bastidor, carrocería	42	2,93
Total	1435	100

En el gráfico de la figura 2.12 se muestra el porcentaje de defectos entre importantes y graves por sistemas en este período.

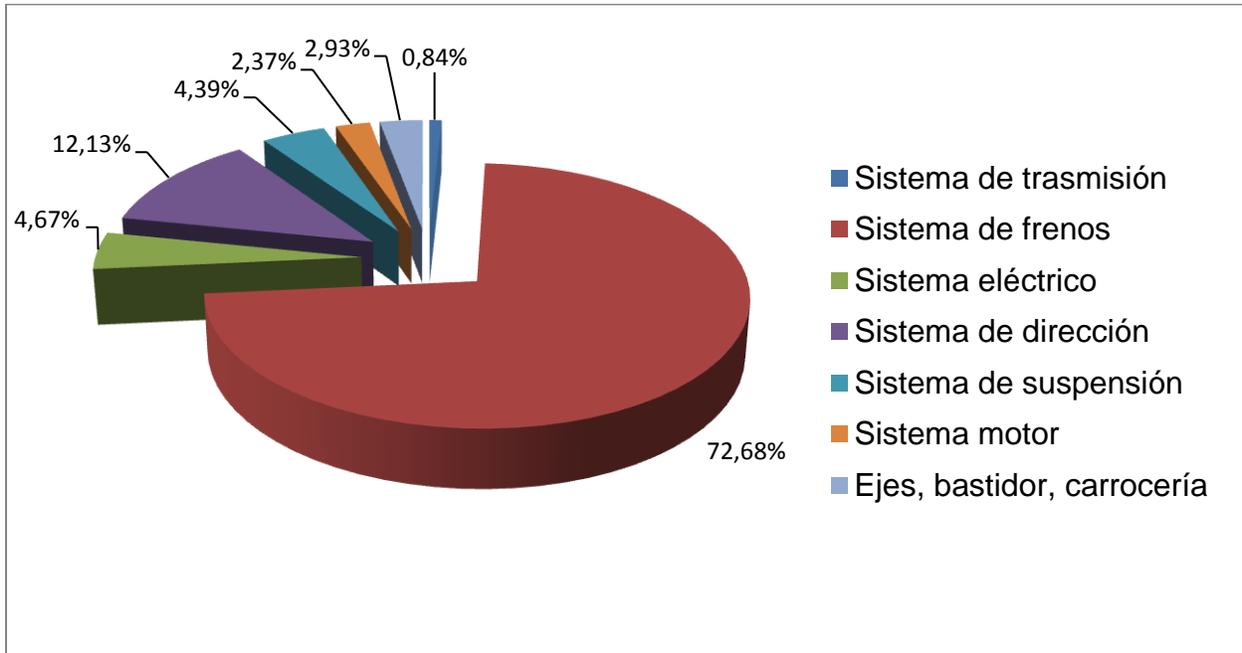


Figura 2.12 Porcientos de defectos entre importantes y graves por sistemas.

En la figura 2.12 se aprecia que el sistema de mayor porcentaje de fallos es el de frenos con 72,68 %, le siguen el sistema de dirección con 12,13 % y el sistema eléctrico con 4,67 %. En el presente trabajo coinciden con ERTA-H los sistemas de freno y eléctrico entre los de mayor cantidad de fallos y averías.

2.7 Comparación entre un estudio realizado a este tipo de vehículo en un taller de la Empresa Eléctrica de Holguín (Zaldívar, 2014) y el estudio realizado en el Taller Integral de Reparaciones de la Región Militar de Holguín, UM 7946, expuesto en este trabajo

En el siguiente gráfico se muestran la cantidad de fallos por sistemas en ambos estudios. Para poder establecer la comparación los sistemas de motor, suspensión y demás elementos, se agruparon en **otros**. El estudio en el taller de la Empresa Eléctrica se realizó con 10 vehículos y el del taller de las FAR con 20, los cuales conforman el parque actual de camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín.

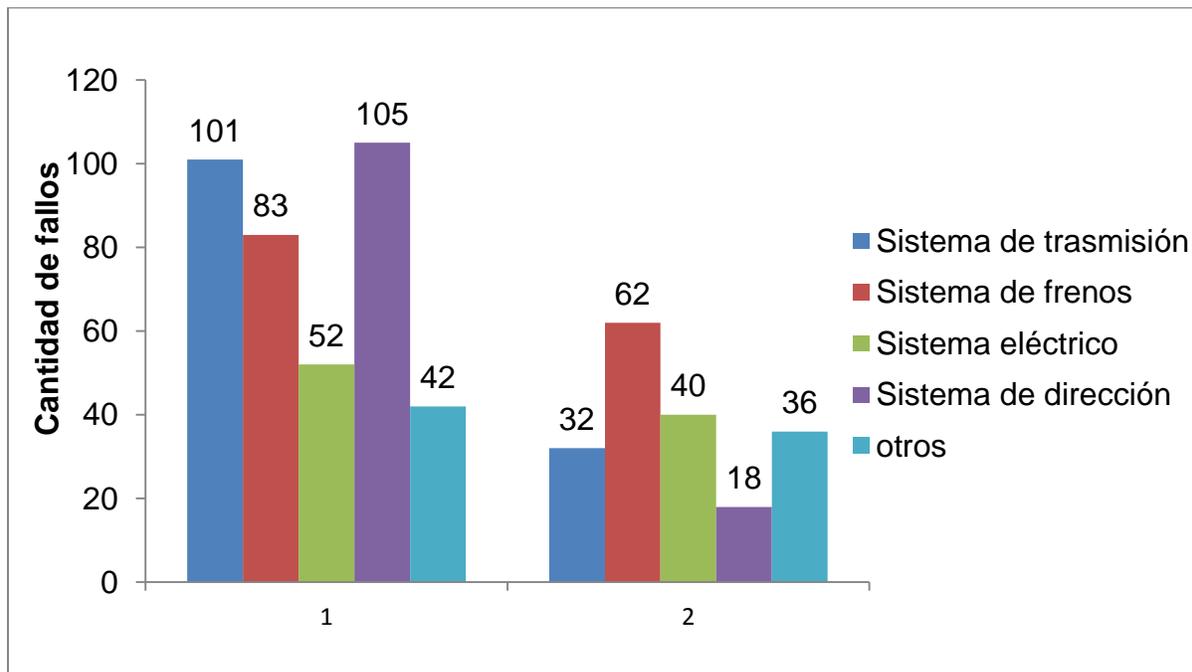


Figura 2.13 Comportamiento de fallos por sistemas para ambos trabajos.

En ambos estudios los sistemas de transmisión, frenos y eléctrico se encuentran entre los de mayor cantidad de fallos. En el estudio 1 (Zaldívar 2014) el sistema de transmisión presentó 101 fallos, para un 26,37 %, en el estudio 2 (el autor) presentó 32, para un 17,02 %; en el estudio 1 el sistema de frenos presentó 83 fallos, para un 21,67 % y en el estudio 2 presentó 62 para un 32,97 %; el sistema eléctrico en el estudio 1 presentó

52 fallos, para un 13,57 % mientras que en el estudio 2 presentó 40 para un 21,27 %. En el estudio 1 el sistema de dirección es el de mayor número de fallos con 105 para un 27,41 %, en el estudio 2 no sucede así, puesto que solo presenta 18 fallos para un 9,57 %, esto pudiera ser debido a condiciones de explotación y sistemas de mantenimiento diferentes.

2.8 Análisis de Causa Raíz.

Se realizó el Análisis de Causa Raíz mediante el Diagrama de Ishikawa o espina de pescado. En la figura 2.14 se presentan las posibles causas de fallos en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín. De ellas las más significativas se encuentran en el sistema de frenos, debido a los fallos en la bomba de frenos y en las pastillas y pieles de zapatas de frenos. El sistema de transmisión, dentro de este el sistema de embrague, cuya pieza más crítica es la bomba de embrague. El sistema de eléctrico, debido a los fallos en las baterías.

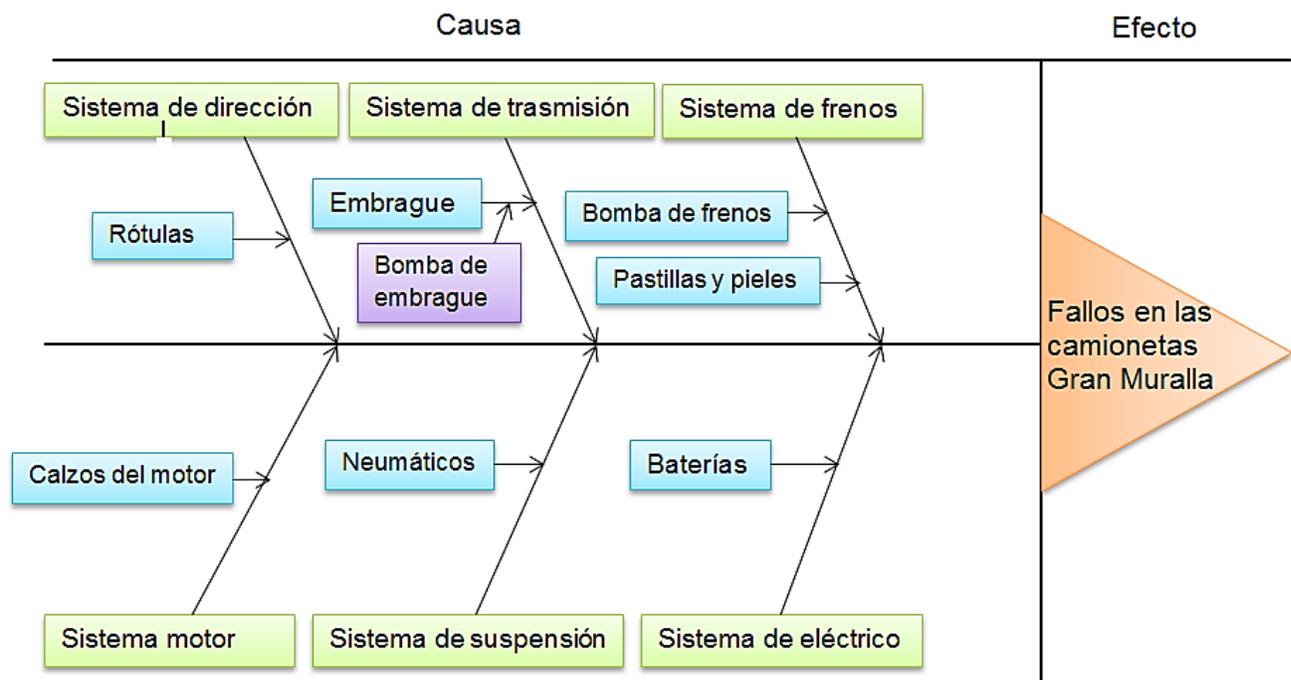


Figura 2.14 Diagrama causa efecto de los fallos en las camionetas Gran Muralla.

En la figura 2.15 se presentan las posibles causas que provocan los fallos en el sistema de frenos. De ellas las más significativas radican en la bomba de frenos, cuyas causas principales son la mala reparación y la mala calidad de los sellos, en estos el material y la fabricación; la operación, teniendo como principales causas el mal estado de las vías, el cambio frecuente de choferes y los choferes de poca experiencia.

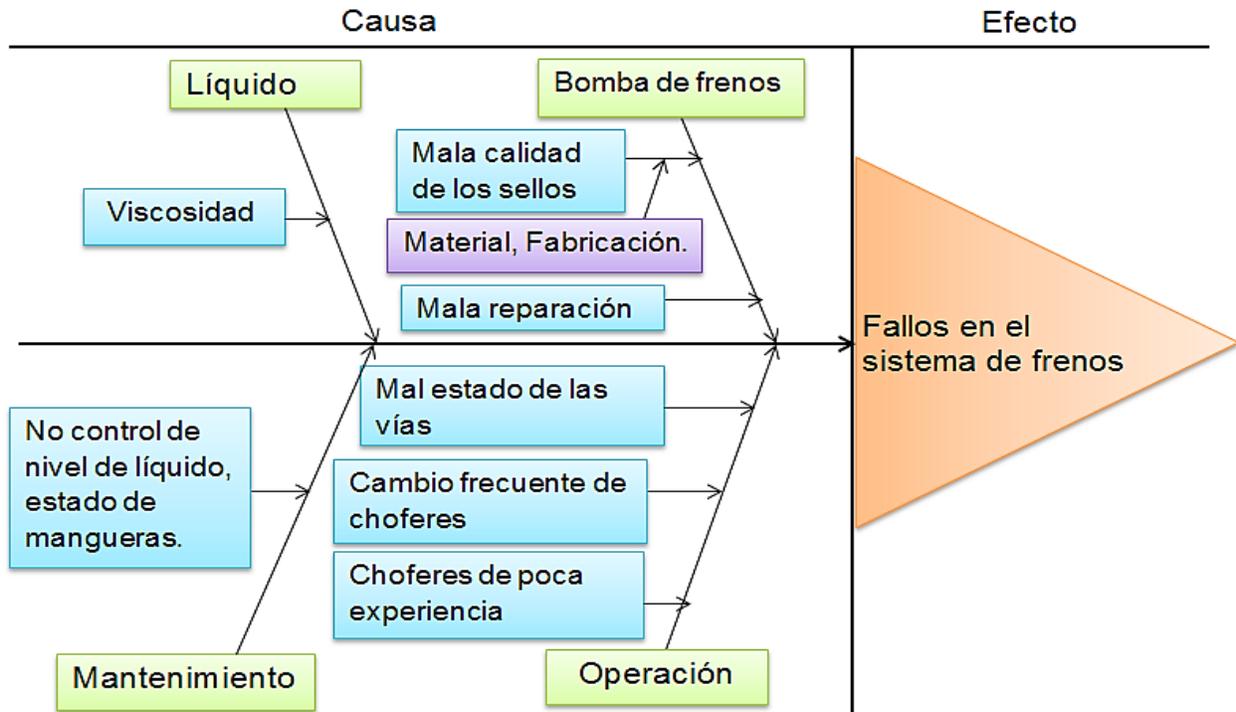


Figura 2.15 Diagrama causa-efecto de los fallos en el sistema de frenos.

Entre las causas de fallos en las baterías (figura 2.16) las más significativas son la fabricación, cuya causa es la mala la calidad de los materiales, y la conservación, en esta el largo tiempo de conservación y la presencia de humedad y polvo.

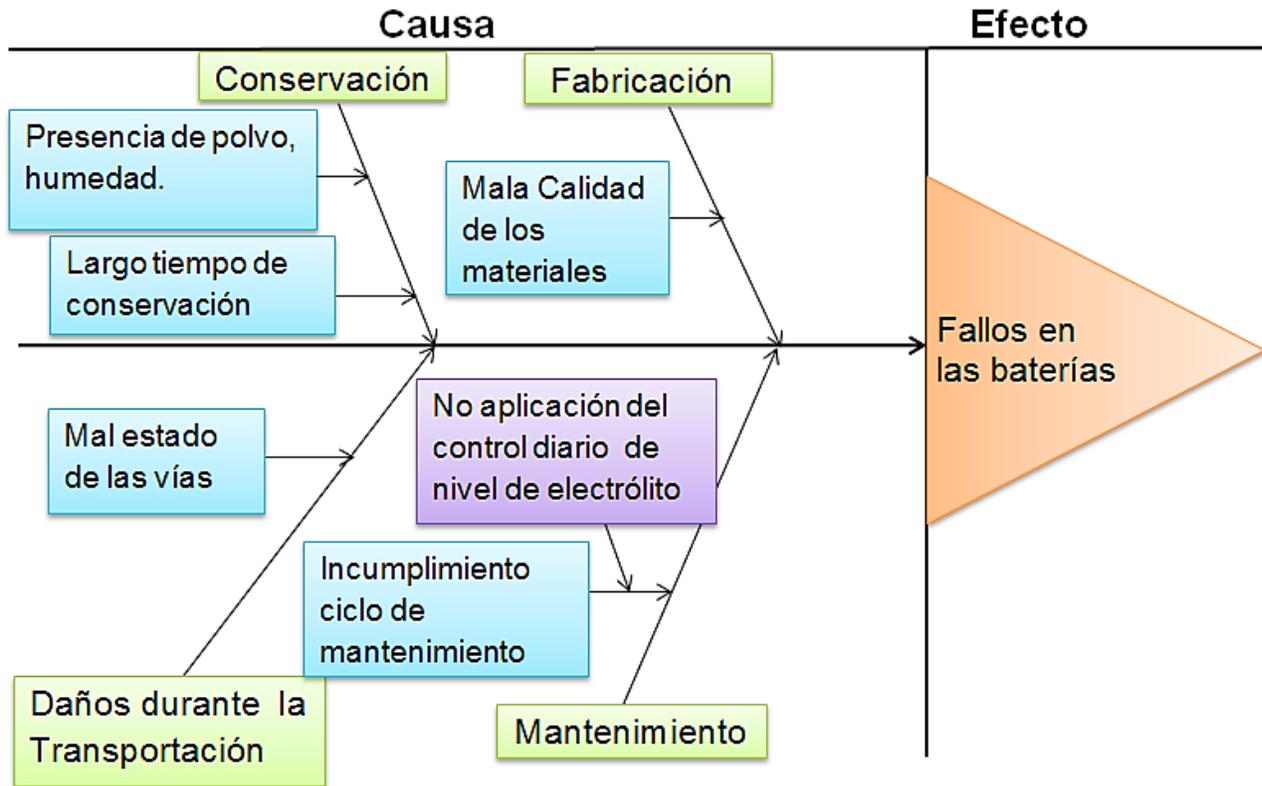


Figura 2.16 Diagrama causa efecto Causas de los fallos en las baterías.

2.9 Valoración económica

La realización de las tareas de mantenimiento implica un costo, también el tiempo de indisponibilidad técnica de los equipos. En este trabajo se brinda información valiosa para la posterior toma de decisiones en cuanto a mantenimiento y explotación de estos vehículos de modo que disminuyan los costos de reparación. La valoración del impacto económico, del presente trabajo, por el incremento de la disponibilidad de las camionetas no fue posible calcularlo, debido a las diferentes tareas que desarrollan estos equipos en las Unidades Militares.

En cuanto a la reducción de los costos de reparación se debe destacar que al disminuir estos, disminuyen los consumos de piezas, fuerzas de trabajo, materiales auxiliares, todo lo cual redundará en la disminución de los costos de explotación de las camionetas estudiadas.

2.10 Valoración del impacto ambiental

Los automóviles son una de las principales causas de contaminación medioambiental en el mundo. Muchas veces sus efectos contaminantes se agravan debido a fallos reiterados en sus sistemas, los cuales provocan vibraciones, ruidos, peligro a la seguridad del hombre, derrame de aceite, desechos tóxicos y emisión excesiva de gases como el CO₂ a la atmósfera.

En este trabajo se determinó que en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín, el sistema de frenos es el más crítico. Esto, sin duda, resulta perjudicial para la seguridad del hombre puesto que puede causar accidentes. También se detectó que la pieza más crítica dentro del sistema eléctrico es la batería, debido al número de recambios. El manejo y servicio de las baterías implica sustancias peligrosas como ácido sulfúrico y gas de hidrógeno, las cuales son nocivas para la salud humana. Además, los desechos de las baterías ocasionan daños al entorno. Dentro del sistema de transmisión, el embrague, que también incide en la seguridad del hombre.

La información brindada en este trabajo es de suma importancia para la toma de decisiones en cuanto a mantenimiento y explotación de estos vehículos de modo que disminuya el número de fallos y por ende sus efectos contaminantes.

2.11 Contribución del Trabajo de Diploma a la defensa de la patria

Este trabajo contribuye de manera significativa a la defensa de la patria, puesto que tiene como objeto de estudio a las camionetas Gran Muralla pertenecientes a la Región Militar de Holguín. Estos vehículos están destinados, entre otras funciones, a la transportación de alimentos a las distintas unidades militares tanto en tiempo de paz como de guerra. Mediante el estudio realizado en este trabajo se brinda información sumamente importante de los sistemas críticos, las piezas críticas de estos y de las posibles causas de fallos.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló un análisis de comportamiento de fallos en las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín y se determinó que el sistema de frenos con 32,98 % del total de fallos, el sistema eléctrico con 21,28 %, el sistema de transmisión con 17,02 % y el sistema de suspensión con 12,23 %, son los más significativos.
2. Se hizo una consulta a la base de datos de ERTA-H y se obtuvo como resultado que el sistema de frenos es el mayor causante de camionetas Gran Muralla desaprobadas con el 72,68 % del total de defectos o fallos entre graves e importantes, le siguen el sistema de dirección con 12,13 % y el sistema eléctrico con 4,67 %. En el presente trabajo coincidieron los sistemas de freno y eléctrico como los de mayor cantidad de fallos y averías.
3. Se estableció una comparación con un estudio realizado a este tipo de vehículos por Zaldívar en el año 2014, en la Empresa Eléctrica de Holguín. En ambos estudios coincidieron los sistemas de frenos, transmisión y eléctrico como los de mayor cantidad de fallos; sin embargo, existió una diferencia notoria en el sistema de dirección.
4. Se realizó un Análisis de Causa Raíz, mediante el diagrama de Ishikawa, para las camionetas Gran Muralla de la Región Militar de Holguín, en las que el sistema de frenos, el sistema eléctrico y el sistema de transmisión son los mayores causantes de fallos y averías.
5. Las piezas con mayor número de fallos, tanto en el sistema de frenos como en el de transmisión, son las bombas de freno y embrague, a causa de la mala calidad de los sellos y la mala reparación; en el sistema eléctrico, las baterías.

RECOMENDACIONES

1. Implementar, por parte de la Jefatura de Tanque y Transporte de la Región Militar de Holguín, un sistema de capacitación a los choferes sobre conducción y explotación de camionetas Gran Muralla.
2. Implementar un sistema de control en laboratorios para determinar indicadores de calidad de los materiales de explotación más usados por las camionetas Gran Muralla.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANDRINO CEBRIÁN, J. A. Mecánica y Entretienimiento Simple del Automóvil, Edición de 2013. Disponible en: www.dgt.es/.../Mecanica-y-entrenimiento-simple-del-automovil-Ed.-2013.pdf. [Consultado 27/2/17]
2. ARIAS PAZ. Manual de automóviles. 2001.
3. BATERÍA DE AUTOMÓVIL. Manual de mecánica automotriz. Disponible en: <https://www.mecanicoautomotriz.org/892-manual-mecanica-automotriz-bateria-de-aut...> [Consultado 6/4/17]
4. BENAVIDES, L. Curso de mecánica automotriz básica. Disponible en: <https://www.mecanicoautomotriz.org/> [Consultado 22/3/17]
5. BRUZÓN QUESADA, E. Estudio del comportamiento de los autos Geely CK en Transtur Holguín. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Holguín, 2016. 58pp
6. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO. Disponible en: www.fio.unam.edu.ar/.../concl.../mantenimiento/conceptos-basicos-mantenimiento.pdf [Consultado 15/3/17]
7. DEFINICIÓN DE AUTOMÓVIL. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/automovil/> [Consultado 21/2/17]
8. DIAGRAMA CAUSA EFECTO. Disponible en: ipgo.webs.upv.es/fruitis/task3.pdf [Consultado 3/4/17]
9. DIAGRAMA DE ISHIKAWA. Disponible en: <http://www.organizadoresgraficos.com/grafico/fishbone.php> [Consultado 18/5/17]
10. FICHA TÉCNICA DEL GREAT WALL DEER 2.8L 4X2 CABINA Y MEDIA. Disponible en: <http://www.autocosmos.com>. [Consultado 27/4/17]
11. FICHA TÉCNICA DEL GREAT WALL DEER 2.8L 4X2 DOBLE CABINA. Disponible en: <http://www.autocosmos.com>. [Consultado 27/4/17]
12. FICHA TÉCNICA DEL GREAT WALL SO COOL 2.8L 4X4 DIESEL. Disponible en: <http://www.autocosmos.com>. [Consultado 27/4/17]

13. FUENTES, M. Análisis de sistemas críticos y piezas de recambio en los autos Geely: Caso de estudio del Taller de Autos del Ejército Oriental. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Holguín, 2015. 76pp.
14. GREAT WALL HISTORIA. Disponible en: www.autopasion18.com/HISTORIA-GREAT%20WALL.htm [Consultado 30/1/17]
15. HISTORIA DEL AUTOMÓVIL. Disponible en: <http://tecnologia-lcp.orgfree.com/Documentos/Historia%20del%20automovil.pdf> [Consultado 9/2/17]
16. JUAN, ÁNGEL A., García Martín Rafael. Conceptos Básicos de Fiabilidad. Tomado de: https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Fiab_1.pdf
17. KNEZEVIC, J. Mantenibilidad. Ingeniería de Sistemas c/ Edison, 428006 (Isdefe). Publicaciones de Ingeniería de Sistemas, Madrid 1996.
18. LÓPEZ MILÁN, E. Metodología para la elaboración de la característica tractiva en las máquinas automotrices con sistema de transmisión de fuerza mecánica. Holguín, 2006. p1.
19. MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Disponible en: www.mantenimientoplanificado.com/./MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20 [Consultado 22/2/17]
20. MANUAL DE MECÁNICA DE COCHES. Disponible en: <http://moodle.uho.edu.cu/Ingeniería-Mecánica/Máquinas-automotrices/Conferencias>.
21. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA. Disponible en: http://www.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/MOTORCOMBUS2.PDF [Consultado 21/3/17]
22. NACHLAS, J. A. Fiabilidad c/ Edison, 4 28006 Madrid. ISBN: 84-89338-07-98-
23. PRINCIPIO DE PARETO. Disponible en: ipgo.webs.upv.es/fruitis/task3.pdf [Consultado 3/4/17]
24. REFRIGERACIÓN DEL MOTOR. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.com/refrigeracion-motor.htm> [Consultado 22/2/17]

25. ROMERO REYES, L. M. Análisis de modo y efecto de fallo al sistema de dirección del vehículo Jinbei. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Mecánico. Universidad de Holguín, 2013. 71 pp
26. SISTEMA DE DIRECCIÓN. Disponible en: <http://www.mecanicoautomotriz.org>. [Consultado 22/2/17]
27. SISTEMA DE SUSPENSIÓN. Disponible en: <http://www.mecanicoautomotriz.org> [Consultado 22/2/17]
28. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN DEL MOTOR. Disponible en: <http://www.todomecanica.com>. [Consultado 22/2/17]
29. Sols, Alberto 1997. Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad: un enfoque sistémico.
30. TIPOS DE MANTENIMIENTO. Disponible en: www.epetrg.edu.ar/.../CAPITULO%20%20Tipos%20de%20Mantenimiepdf [Consultado 22/2/17]
31. VIÑOLES CEBOLLA, R., BASTANTE CECA, M.J., LÓPEZ GARCÍA, R., VIVANCOS BONO, J.L., CAPUZ RIZO, S. Análisis del impacto medioambiental de un automóvil a lo largo de su ciclo de vida. Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://www.revistadyna.com/.../ analisis-del-impacto-medioambiental-de-un-automovil-a-lo-l>. [Consultado 30/1/17]
32. ZALDÍVAR BELETTE, M. Fiabilidad de las camionetas marca Gran Muralla, modelo CC1021CC, perteneciente a la Guardia Eléctrica de la Empresa Eléctrica de Holguín en condiciones de explotación. Tesis en opción del título de Master en Mantenimiento y Reacondicionamiento de Máquinas, Universidad de Holguín, 2014. 84pp.

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas de las camionetas Gran Muralla modelo Deer y modelo So Cool

Especificaciones técnicas de camioneta Gran Muralla Deer cabina simple CC1021CC

Artículo	Descripción
Vehículo	Gran Muralla
Modelo	Deer (CC1021CC)
Tipo de vehículo	Cabina simple, batalla extra larga
Cabina del conductor	Cabina simple
Potencia del motor	57kW/3600rpm
Tipo de tracción	4x2
Longitud del chasis	4577mm
Capacidad de carga	500kg
Peso bruto del vehículo	2015kg
Peso Neto	1385kg
Dirección	Izquierda
Pintura	
Cabina de pasajeros	Blanco (modelo Standard)
Chasis	Negro
Llantas	Llantas de acero
Motor	
Modelo	GW4D28
Potencia	57 kW/3600 rpm
Rpm	3600rpm
Desplazamiento	2771cc
Recorrido del pistón/diámetro	102/93mm
Torque	174N*m/2000rpm
Combustible	Diesel
Consumo mínimo de combustible	218g/kW.
Bomba de inyección	
Tipo de bomba	Ve
Modelo de bomba	Nj-VE4/11F1900LNj03
Productor bomba de inyección	NANJIN WEIFU
Caja de velocidades	
Tipo de embrague	Embrague de diafragma, tipo seco
Tipo de caja de velocidades	Manual
Productor de la caja de velocidades	(TAGC)
Modelo de la caja de velocidades	5DYL2-2.2

Cantidad de marchas	5
Relación de marchas	3.929,2.333,1.416,1.000,0.851,4.474
Ejes	
Productor	Baoding Great Wall Company Limited
Artículo	Descripción
Modelo de eje delantero	D01
Capacidad de carga del eje trasero	1165kg
Modelo eje trasero	D21-A1
Capacidad de carga del eje delantero	850kg
Modelo del diferencial	Simple reducción
Relación de reducción	4.1
Suspensión	
Cantidad de muelles	2 barras de torsión,2 jgo de ballestas
Conexión con el chasis	Hojas de muelles
Llantas y neumáticos	
Tipo de llantas	
Productor / medidas	KUMHO 215/75R15
Chasis y accesorios	
Detalles de la estructura del chasis	Dos largueros acoplados a travesaño
Dimensiones (largo por ancho)	4577*1258mm
Batalla	2960mm
Angulo máx. de salida	20°
Capacidad de combustible	58L
Sistema de frenos	
Descripción del sistema de	frenos Sistema de frenos hidráulico
Presión de trabajo	<16MPa
Sistema de frenos	Frenos de disco y tambora
Sistema secundario(ABS,ASR,ALB)	Con sistema SABS
Freno motor	No
Cabina exterior	
Suspensión de la cabina	Estructura metálica sin chasis
Tipo de ventanilla y limpiaparabrisas	Regulador manual e intermitente
Tipo de espejo retrovisor	Ajuste manual
Tipo de cierre de puerta	Cierre manual
Decoración interior	
Tipo de asiento del conductor	Asiento ajustable
Sistema de audio	Casetera con radio
Cantidad de altoparlantes	2 unidades
Cantidad de luces interiores	1lamp de lect y 2 de puerta
Panel de instrumentos	Panel de instrumentos de LCD
Sistema eléctrico/ electrónico	
Cantidad de baterías y voltaje	1 pieza/12v

Alternador y voltaje	JFZB170-141 14V/70 ^a
Luces traseras	Lámparas de cola de 4 celdas
Conmutador de luces	Interruptor de transición de luces
Limitador de velocidad	1 de pedal y en la bomba de inyección
Motor de arranque(proa, pot y volt)	Changsharili/2.8kw/12V

Especificaciones de camioneta Gran Muralla modelo Deer cabina y media

Motor	
Combustible	Diesel
Cilindrada	2771 cc
Potencia	57kW
Rpm	3600
Torque	174N/m 2000rpm
Cilindros	4 en línea
Trasmisión y chasis	
Motor-tracción	Delantero- delantera
Neumáticos	275/75/R15
Frenos delanteros-traseros	Discos sólidos-tambor
Suspensión delantera	Independiente con barra estabilizadora
Suspensión trasera	Eje rígido y barra estabilizadora
Medidas y capacidades	
Largo	5130 mm
Ancho sin espejos	1740 mm
Alto	1670 mm
Distancia entre ejes	3085 mm
Peso	2120 kg
Capacidad de carga	825 kg
Capacidad de pasajeros	4
Confort	
Aire acondicionado	manual
Asientos delanteros	Con ajuste manual
Tapicería	Tela
Cierre de puertas	Centralizado con comando a distancia
Vidrios delanteros-traseros	manuales-no tiene
Espejo interior	Antideslumbrante manual
Rines	acero
Timón	Con ajuste en altura y profundidad
Comunicación y entretenimiento	
Equipo de música	AM-FM-CD
Parlantes	2
Colores	
	Blanco, celeste, gris oscuro, rojo, verde

Especificaciones de camioneta Gran Muralla modelo Deer doble cabina

Motor	
Combustible	Diesel
Cilindrada	2771 cc
Potencia	57kW
Rpm	3600
Torque	174N/m 2000rpm
Cilindros	4 en línea
Trasmisión y chasis	
Motor-tracción	Delantero-delantera
Neumáticos	215/75/R15
Frenos delanteros-traseros	Discos sólidos-tambor
Suspensión delantera	Barra de torsión
Suspensión trasera	Eje rígido
Medidas y capacidades	
Largo	4895mm
Ancho sin espejos	1740mm
Alto	1670mm
Distancia entre ejes	2850mm
Peso	1390kg
Capacidad de carga	825kg
Confort	
Aire acondicionado	manual
Asientos delanteros	Con ajuste manual
Asientos traseros	Abatibles completos
Tapicería	Tela
Cierre de puertas	Centralizado
Vidrios delanteros-traseros	Eléctricos-eléctricos
Espejos exteriores	manuales
Espejo interior	Antideslumbrante manual
Faros delanteros	Fijos
Faros antiniebla	Delanteros
Aros	Aleación
Timón	Deportivo revestido en cuero
Sensores de estacionamiento	traseros
Seguridad	
Cinturones de seguridad	Delanteros y traseros inerciales
Tercera luz de freno	Sí
Comunicación y entretenimiento	
Equipo de música	AM-FM-CD
Parlantes	4

Especificaciones técnicas de camioneta Gran Muralla modelo So Cool

Motor	
Combustible	Diesel
Cilindrada	2771 cc
Potencia	57kW
Rpm	3600
Torque	174N/m 2000rpm
Cilindros	4 en línea
Trasmisión y chasis	
Motor-tracción	Delantero-integral
Neumáticos	235/70/R16
Frenos delanteros-traseros	Discos sólidos-tambor
Suspensión delantera	Barra de torsión
Suspensión trasera	Eje rígido
Medidas y capacidades	
Largo	1475mm
Ancho sin espejos	1725mm
Alto	1730mm
Distancia entre ejes	3025mm
Peso	1805kg
Capacidad de carga	805kg
Confort	
Aire acondicionado	manual
Asientos delanteros	Con ajuste manual
Asientos traseros	Abatibles completos
Tapicería	Tela
Cierre de puertas	Centralizado
Vidrios delanteros-traseros	Eléctricos-eléctricos
Espejos exteriores	manuales
Espejo interior	Antideslumbrante manual
Faros delanteros	Fijos
Faros antiniebla	Delanteros
Aros	Aleación
Timón	Deportivo revestido en cuero
Sensores de estacionamiento	traseros
Seguridad	
Cinturones de seguridad	Delanteros y traseros inerciales
Tercera luz de freno	Sí
Comunicación y entretenimiento	
Equipo de música	AM-FM-CD
Parlantes	4

Anexo 3. Modelo de defectación del medio

DEFECTACIÓN DEL MEDIO TÉCNICO									
MARCA Y MODELO: _____		No. CHASIS: _____		No. MOTOR: _____					
P E R T E N E C I E N T E A:		MOTIVO DE LA DEFECTACIÓN							
DESCRIPCIÓN DE LAS PPA	NO TIENE	TIENE			DESCRIPCIÓN DE LAS PPA	NO TIENE	TIENE		
		B	R	M			B	R	M
CARROCERIA					INTERRUPTOR ENCENDIDO				
MONOCHASIS					INTERRUPTORES				
GUARDAF. DELANT. IZQ.					INDICADOR ESTACIONAM.				
GUARDAF. DELANT. DER.					RELOJ				
GUARDAF. TRASERO IZQ.					ENCENDEDOR CIGARROS				
GUARDAF. TRASERO DER.					CENICEROS				
PUERTA. DELANTERA IZQ.					MOTOR				
PUERTA DELANTERA DER..					BATERIAS				
PUERTA TRASERA IZQ.					BOBINA DE ENCENDIDO				
PUERTA TRASERA DER.					DISTRIBUIDOR CORRIENTE				
ALFOMBRA DEL PISO					MOTOR ARRANQUE				
ALFOMBRA DEL. TECHO					BUJIAS				
PASOS DE LAS PUERTAS					CABLES DE BUJIAS				
CAPO DEL MOTOR					CABLE DIST. CORRIENTE				
CAPO DEL MALETERO					ALTERNADOR				
CARETA					REGULAR VOLTAJE				
PARABRISAS DELANTERO					FILTRO DE ACEITE				
PARABRISAS TRASERO					VARILLA MEDIR ACEITE				
CRISTAL PUERTA DEL. IZQ.					TAPA LLENADO ACEITE				
CRISTAL PUERTA DEL. DER.					CARBURADOR				
CRISTAL PUERTA TRA. IZQ.					BOMBA COMBUSTIBLE				
CRISTAL PUERTA TRA. DER.					DEPOSITO COMBUSTIBLE				

Anexo 3 Modelo de defectación del medio (dorso)

DESCRIPCIÓN DE LAS PPA	NO TIENE	TIENE			DESCRIPCIÓN DE LAS PPA	NO TIENE	TIENE		
		B	R	M			B	R	M
MANECILLAS DE CIERRE					TAPA DEPOSITO COMB.				
MANECILLAS DE CRISTALES					RADIADOR				
VIRABRISAS					TAPA RADIADOR				
TAPASOL					BOMBA DE AGUA				
DEFENSA DELANTERA					CORREAS				
DEFENSA TRASERA					PURIFICADOS DE AIRE				
PINTURA					DIRECCION				
FAROS DELANTEROS					EMBRAGUE				
FAROS TRASEROS (STOP)					CAJA DE VELOCIDADES				
FARO MARCHA ATRÁS					TRANSMISIÓN				
INDICADORES DELANTEROS					DIFERENCIAL				
INDICADORES TRASEROS					FRENOS				
MOTOR LIMPIAPARAB.					EMERGENCIAS				
BRAZOS LIMPIAPARAB.					AMOTIGUADORES				
ESCOBILLAS LIMPIAPARAB.					BALLESTAS				
DEPOSITO AGUA LI M PIAP.					NEUMATICOS				
ESPEJO INTERIOR					LLANTAS				
ESPEJOS LATERALES					TUBO DE ESCAPE				
ASIENTO DELANTERO IZQ.					RADIO(RADIO-CASETERA)				
ASIENTO DELANTERO DER.					ANTENAS				
ASIENTO TRASERO					CONSOLA				
VOLANTE					LLAVE DE RUEDA				
CLAXON					GATO				
INDICADOR DE VIRAJE					INDICADOR TEMP. AGUA				
VELOCIMETRO					INDICADOR DE COMBUST.				
AMPERÍMETRO									

Miembro (Recibe):

Miembro (entrega):

Presidente:

Anexo 4 Defectos leves, importantes y graves por sistemas presentados por las camionetas Gran Muralla durante la revisión técnica en ERTA-H en el período desde el año 2011 hasta el año 2016

