



**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948**

Facultad de Ingeniería Mecánica

Departamento de Energía

Tesis de Grado

***Titulo: Determinación de la frecuencia del
diagnostico técnico a vehículos críticos en la
base provincial de transporte de la Empresa
Eléctrica de Villa Clara***

***Autor: Miguel Nascimento da Costa
Vangente***

***Tutores: Dr. Tirso Reyes Carvajal
MSc Vladimir Santos***

UCLV 2009



RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado en la base de transporte de la empresa eléctrica de Villa Clara con el objetivo de conocer cuál es el estado actual de la gestión de mantenimiento y proponer acciones que permitan entre otras cosas determinar los vehículos críticos que participan en el servicio así como la creación de las hojas para la inspección diagnóstica sistemática y cálculo de la frecuencia de inspección lo que posibilitara una mayor flexibilidad y conocimiento sobre los problemas que se presentan con este parque. En este caso los km recorridos serán la base para la determinación de las frecuencias de inspección, todo lo que permite tener un mayor conocimiento sobre los estados técnicos de dichos vehículos una vez que entren en mantenimientos planificados, MTL, MT1 y MT2. Las hojas de inspección fueron elaboradas para grupos de equipos de igual modelo y marca.

ABSTRACT

The present work was developed in the electric company of Villa Clara with the objective of knowing which the current state of the maintenance administration is and to propose actions that allow among other things to determine the critical vehicles that participate in the service as well as the creation of the leaves for the inspection diagnoses systematic what facilitated a bigger flexibility and knowledge on the problems that are presented with this park. In this case the traveled kms will be the base for the determination of the inspection frequencies, all that which will allow to have a bigger knowledge on the technical states of this vehicles once they enter in planned maintenances, MTL, MT1 and MT2. The inspection leaves were elaborated for groups of teams of model equal and it marks.

ÍNDICE

Introducción	04
Problema Científico	05
Hipótesis	05
Objetivo General	05
Objetivos Específicos	05
Capítulo I: Estado del Arte	06
1.1 -Estado Técnico de los vehículos y su cambio durante la explotación	06
1.2-Sistema de mantenimiento técnico y reparación de los automóviles	06
1.3-Principios de Formación del Sistema de Mantenimiento Técnico	08
1.4 – Mantenimiento Preventivo Planificado	09
1.5 - Mantenimiento Correctivo	11
1.6 - Mantenimiento Predictivo	12
1.7 -Algunos conceptos básicos de mantenimiento aplicado a flota de vehículos	12
Conclusiones Parciales	20
Capítulo II: Establecimiento de la hoja de inspección diagnóstica	21
2.1 – Vehículos críticos de la empresa eléctrica	22
2.2 - Tablas de los vehículos y los sistemas que los componen	23
Conclusiones Parciales	30
Capítulo III: Determinación de la hoja de inspección Diagnóstica	31
3.1- Elementos Básicos de la Aplicación de la Teoría de la Fiabilidad a la Explotación del Parque Automotor	31
3.2-Tratamiento de la información primaria referida a los disfuncionamiento de los vehículos críticos de la empresa eléctrica de Villa Clara	32
3.3- Determinación del intervalo de confianza utilizando la distribución t de student	41
Conclusiones Parciales	46
CONCLUSIONES GENERALES	47
Recomendaciones	48
BIBLIOGRAFIA	48
ANEXOS	49

INTRODUCCION

En Cuba se aplican los principios del sistema preventivo-planificado de mantenimiento y reparación de los automóviles. Sin embargo, aún no se cuenta con un sistema único nacional, por lo que existen algunas diferencias entre los que se aplican en distintos organismos estatales. El establecimiento de un sistema único es una tarea de gran importancia para la economía nacional.

El Ministerio de Transporte de Cuba tiene vigente un sistema que se aplica en todas sus empresas y extensible a las bases de transporte. El mismo prevé la realización de varios tipos de mantenimiento técnico (en los que se incluyen trabajo de reparación preventiva), reparación eventual y reparación general de agregados.

Los mantenimientos se identifican por su periodicidad.

La periodicidad de los diferentes tipos de mantenimiento se fija fundamentalmente a partir de los recorridos establecidos para los cambios de aceite. Las operaciones a realizar a cada uno están contenidas en la guía de mantenimiento. Las diferencias entre algunos de los tipos de mantenimiento establecidos no son significativas, consistiendo en la inclusión de algunas operaciones complementarias.

Los tipos de mantenimiento que se utiliza en Cuba son los siguientes:

- a) Mantenimiento Diario (MD), el cual consiste en la revisión general del vehículo, encaminada a garantizar la seguridad del movimiento, el aspecto exterior y el establecimiento adecuado del mismo. En este tipo de mantenimiento se comprueba el funcionamiento de las luces y señales, el cuentakilómetros y taxímetro, la hermeticidad de los agregados y sistemas, el funcionamiento del motor, etc. Además, se realiza la limpieza y fregado exterior del vehículo, así como el abastecimiento, aceite de motor y combustible. Se efectúa al regresar el vehículo del trabajo.
- b) Mantenimiento Técnico no. 1 (MT1), en el cual se realizan todos los trabajos incluidos en el MD, además de controlarse la fijación y estado técnico de todos los agregados, mecanismos y sistema. Se presta especial atención al estado técnico y funcionamiento del mecanismo de la dirección, el sistema de frenos, el tren de rodaje y los neumáticos. Se comprueba la fijación y trabajo de los elementos del sistema de alimentación y eléctrico. Además, se realizan los cambios de aceite previstos y el lavado o cambio de los filtros de aire y aceite.
- c) Mantenimiento Técnico no. 2 (MT2), es un mantenimiento completo del automóvil, en el que se comprueban todos sus elementos componentes. Incluye los trabajos previstos para el MT1, prestándose mayor atención a las opresiones de control, apriete y regulación de todos los agregados mecanismos y sistemas. En particular, se comprueba el estado técnico del motor, embrague, caja de cambios, cardan, puente trasero, dirección, puente delantero, sistema de frenos, tren de rodaje y carrocería.

Se realiza, además, el engrase general del automóvil.

La base de transporte de la empresa eléctrica de Villa Clara (UEB Transporte) no está exenta de esta política de mantenimiento, pues se lo aplican a todos los vehículos de la empresa.

Existe actualmente en la empresa Electra de Villa Clara 232 vehículos, en el cual 127 circulan en Santa Clara y 105 en los municipios de Villa Clara.

La empresa eléctrica de Villa Clara está compuesto por dos direcciones fundamentales que son las direcciones funcionales y las direcciones UEB (Unidad Económica de Base). En las direcciones funcionales existen otras direcciones.

Las direcciones UEB están compuestos por UEB municipios, centros de operaciones, transporte y muchas otras. (Ver organigrama en los anexos).

A partir del conocimiento del estado actual de la gestión de mantenimiento en la empresa se pudo conocer que no existe un sistema estructurado que posibilite conocer a priori las condiciones o estado técnico de los vehículos una vez que entran en mantenimiento planificado o cuando resulta necesario realizar una reparación por causas imprevistas. Todo el anterior posibilita la formulación del siguiente problema científico:

Problema científico

En la empresa eléctrica de Villa Clara no se encuentra estructurado un sistema que permita tener un adecuado control sobre la actividad de mantenimiento del parque automotor en la cual, esta se desarrolla fundamentalmente a través de acciones correctivas y mantenimientos planificados por km recorridos no teniéndose establecido ni la frecuencia ni el sistema de inspección diagnóstica que permita conocer el estado técnico con vistas a realizar reajustes a los mantenimientos preventivos planificados o actividades profilácticas previas a los posibles imprevistos que puedan surgir durante la explotación del parque de vehículos.

Hipótesis

Es posible a través de la caracterización del estado actual de la actividad del mantenimiento en la empresa eléctrica de Villa Clara, conocer la situación que se presenta con esta actividad y a partir de la información estadística y conocimiento de profesionales que allí laboran, establecer las hojas de inspección diagnóstica así como la frecuencia de diagnóstico, pudiéndose trabajar en función de la realización de las actividades profilácticas y el reajuste de los ciclos del mantenimiento preventivo planificado (MTL, MT1 y MT2).

Objetivo General

- Determinar la frecuencia del diagnóstico técnico y establecimiento de las hojas de inspección diagnóstica para los vehículos críticos de la base de transporte provincial de la Empresa Eléctrica Villa clara.

Objetivos específicos

- Caracterización del estado actual de la gestión de mantenimiento en la base de transporte de la empresa eléctrica de Villa Clara.
- Determinar el número de vehículos críticos en la prestación de servicios de la empresa
- Establecimiento de las hojas de inspección diagnósticas por tipo y marca de los vehículos críticos.
- Calculo de frecuencia de inspección diagnóstica para cada vehículos o grupos de vehículos.

CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE

1.1 - Estado Técnico de los vehículos y su cambio durante la explotación

El automóvil constituye el tipo más versátil de transporte que existe y trabaja en las más disímiles condiciones viales, climatológicas, de cargas, etc. Precisamente esta variedad de condiciones de explotación del automóvil moderno predetermina la necesidad de emplear un conjunto de cualidades de explotación que permitan valorar las posibilidades del vehículo para realizar las labores de transportación en condiciones concretas y con determinada productividad y rentabilidad.

Llamamos cualidades de explotación del automóvil a las características técnicas del mismo que se manifiestan en el proceso de su utilización y que determinan su capacidad de trabajo, o sea, sus posibilidades de explotación.

Entre las cualidades de explotación más importante de los vehículos automotores tenemos la fiabilidad, economía, capacidad de carga, dinámica, seguridad, capacidad de paso, etc. Las mismas están determinadas por los parámetros y características exteriores de los procesos que tienen lugar en los diferentes sistemas, mecanismos y grupos mecánicos del automóvil. El nivel de estos parámetros, dados al vehículo en el proceso de su diseño y construcción, dependen, en la explotación, del estado técnico del automóvil.

A priori puede decirse que el estado técnico de un automóvil o alguna de sus partes componentes es su nivel de correspondencia con las normas y especificaciones establecidas por las reglas de explotación técnica. De esta suerte, la capacidad de trabajo del vehículo vendrá dada por su aptitud para cumplir las funciones asignadas con los parámetros fijados. La pérdida de esta capacidad de trabajo (fallo) tendrá entonces lugar cuando se interrumpa abruptamente el funcionamiento del vehículo o bien cuando alguno de sus parámetros salga de los límites dispuestos por las especificaciones técnicas, como por ejemplo, un porcentaje excesivo de CO en los gases de escape o un recorrido de frenado mayor que al máximo permisible por las normas de seguridad.

1.2 - Sistema de mantenimiento técnico y reparación de los automóviles

Para garantizar que los automóviles trabajen de forma segura y efectiva es necesario que su estado técnico responda a las exigencias que establecen las reglas de explotación técnica y del tránsito. Por esta razón, cada vez que el vehículo regrese de su trabajo en la línea (y antes de salir a ella) es preciso controlar su estado técnico.

Por otra parte, el chofer controla permanentemente dicho estado durante el proceso de transportación. De manera que el trabajo de control del estado técnico del material rodante es uno de los más frecuentes e importantes que se deben realizar en las bases de transporte.

El aspecto exterior del vehículo también debe ser periódicamente atendido, dependiendo la frecuencia y volumen de este tipo de trabajos de las condiciones en las cuales se explotan el mismo.

Después que el vehículo ha realizado un recorrido determinado, sus agregados, mecanismos y conjuntos presentan alteraciones en sus parámetros de regulación y en su hermeticidad; se aflojan sus uniones, empeoran sus condiciones de lubricación; aumenta el ritmo del desgaste de sus piezas y se eleva la posibilidad de rotura de los mismos,

todo lo cual contribuye a que las cualidades de explotación del automóvil en general se vean mermadas.

La práctica y la ciencia demuestran que este tipo de alteraciones se producen aproximadamente en un mismo periodo en vehículos de una marca y modelos dados y que se explotan en idénticas condiciones. Por consiguiente, es posible prever de antemano en que momento y que tipos de trabajo es preciso realizar para suprimir estas modificaciones del estado técnico de los vehículos y, con ello, conservar su capacidad de trabajo en un nivel adecuado.

La cualidad que identifica los trabajos más arriba mencionados es su carácter profiláctico o preventivo y lo más importante es que todas esas operaciones de apriete, lubricación, regulación, etc., son en general, poco laboriosas; pueden realizarse con equipos, herramientas y materiales poco costosos y contribuyen decisivamente a mantener el nivel de fiabilidad dado al vehículo en su diseño y fabricación y alargar su vida útil.

Sin embargo, es inevitable que durante el uso del vehículo surjan desperfectos tales que provoquen la interrupción del trabajo del mismo. Esto sucede cuando los desgastes llegan a sus valores límites, por roturas, deformaciones y otras alteraciones inadmisibles de las piezas, etc. De manera que es necesario realizar trabajos encaminados a eliminar estos fallos y, con ello, restablecer la capacidad de trabajo que el vehículo ha perdido momentáneamente. La demanda de este tipo de trabajos, en general, tiene un carácter fortuito, aleatorio, por lo cual no es posible prever con exactitud cuándo habrá de surgir y que carácter tendrá. Debido a ello estos trabajos se realizan fundamentalmente cuando surge la necesidad de realizarlos, o sea, después que tiene lugar el fallo.

De manera que la explotación del material rodante del transporte automotor está vinculada estrechamente con la realización de trabajos de servicio técnico que pueden dividirse en dos grupos esencialmente diferentes de acuerdo con su carácter y objetivo, a saber, aquellos dirigidos a mantener al automóvil apto para realizar sus funciones durante un periodo de explotación lo más prolongado posible y los que están encaminados a restablecer la capacidad de trabajo perdida de los grupos, mecanismos y piezas del vehículo.

El conjunto del trabajo del primer grupo componen el sistema de mantenimiento técnico y el segundo, el sistema de reparación de los automóviles.

El objetivo del mantenimiento técnico es, mantener la capacidad de trabajo del automóvil con medidas encaminadas a reducir la intensidad del desgaste de sus piezas, prevenir el surgimiento de fallos súbitos de sus elementos componentes, así como también conservar un adecuado aspecto exterior del vehículo.

La reparación, por su parte, tiene el objetivo de restablecer la capacidad de trabajo del automóvil mediante la eliminación de los fallos surgidos en sus mecanismos, grupos y piezas, como consecuencia del desgaste, roturas u otras causas, que imposibilitan la explotación normal del vehículo.

Algunos trabajos de reparación pueden realizarse al cabo de un recorrido determinado, establecido previamente. Se le llama reparación preventiva y, al igual que el mantenimiento, tiene un carácter profiláctico.

Dentro de la explotación técnica de los automóviles cobra cada vez mayor importancia el diagnóstico, el cual permite hacer una evaluación objetiva del estado técnico, describir los desperfectos ocultos de los agregados y mecanismos y pronosticar con bastante precisión el recorrido posible a realizar antes de la aparición de un fallo, todo ello sin necesidad de desarmar los agregados.

Regímenes de mantenimiento técnico y reparación

Se denomina régimen de mantenimiento técnico y reparación al conjunto de operaciones, la periodicidad y la laboriosidad de los trabajos preventivos y de reparación previstos para los vehículos.

El régimen más racional de trabajos preventivos será aquel que garantice la menor cantidad de fallos del vehículo a causa del desgaste natural de sus elementos o de roturas. El mismo solo puede establecerse sobre la base del estudio sistemático de la demanda de trabajos de control, lubricación, apriete, regulación otros.

1.3 - Principios de Formación del Sistema de Mantenimiento Técnico

Luego de seleccionar las periodicidades de los trabajos de mantenimiento técnico por agregados, se diseña el sistema de MT para el automóvil, o sea, se establece la cantidad de tipos de mantenimiento que habrá, las periodicidades correspondientes, la relación de operaciones que se habrán de realizar en cada caso y las laboriosidades (horas-hombres) de los mismos.

Al diseñar el sistema deben tenerse en consideración los siguientes principios:

1. La cantidad de tipos de mantenimiento debe ser mínima, lo cual contribuye a facilitar la organización planificación de los trabajos de MT, sobre todo en las bases de transporte con grandes parques, así como también permite reducir los costos de su realización.
2. Los mantenimientos de orden superior deben incluir en si las operaciones correspondientes a los inferiores. Ello garantiza que se revisen todos los mecanismos y agregados del vehículo y que se reduzca la posibilidad de que surjan fallos durante el trabajo del vehículo en los periodos entre mantenimiento sean múltiplos entre si.
3. Debe evitarse al máximo la inclusión de operaciones que impliquen el desarme y regulación innecesaria de piezas acopladas, ya que esto ultimo contribuye a acelerar el ritmo del desgaste de las piezas.
4. El régimen del mantenimiento debe establecerse para ciertas condiciones de explotación típicas, dando la posibilidad de corregir las periodicidades, operaciones a ejecutar, laboriosidades, etc., en función de las condiciones concretas en que trabajen los vehículos, a través de coeficientes de corrección flexibles. [8]

Se define al mantenimiento Técnico como un servicio que abarca trabajos de limpieza, lubricación, cambios de filtros, inspección y ajustes mecánicos, que permitirán obtener el rendimiento optimo del equipo y prevenir roturas. [6]

Un vehículo requiere de cuidados, no es simplemente cargarlos de combustible y arrancar. El mantenimiento que le brinde al mismo hará la vida útil del vehículo se prolongue. [5]

De un buen mantenimiento depende, no solo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de las instalaciones sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas.

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados

(pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento. [3]

No siempre es posible determinar el principio de las averías durante la operación de los vehículos, por lo tanto deben establecerse periodos regulares de inspección, como un medio para descubrirlos antes de que ya no sea posible arreglarlos.

Los periodos establecidos varían de acuerdo con el número de horas que trabaje el vehículo, el tipo de vehículo y las condiciones de trabajo (polvo suciedad, atmosferas cargadas de humedad, etc.). Además, algunas de las partes requieren una inspección mas frecuente que otras. [1]

Los Sistemas de Mantenimiento más conocidos, aplicables a los vehículos son:

- Mantenimiento Preventivo Planificado
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo. [2]

1.4 - Mantenimiento Preventivo Planificado

La forma más concreta de aplicar los regímenes de mantenimiento técnico es a través del sistema preventivo-planificado de mantenimiento y reparación de los vehículos.

La esencia de este sistema consiste en que, luego de realizar determinado recorrido establecido (periodicidad), el vehículo deja de trabajar para realizarle un tipo de mantenimiento dado, de acuerdo con un plan confeccionado previamente. El conjunto de operaciones incluidas en cada mantenimiento deben ser obligatoriamente ejecutadas sobre el vehículo.

El objetivo de este sistema es el aseguramiento del estado técnico adecuado del material rodante, empleando los recursos humanos y materiales mínimos indispensables y retirando al vehículo de la explotación el tiempo mínimo posible para restablecer su aptitud para el trabajo. [8]

Se cumple además con una planificación de acciones de mantenimiento y reemplazo de auto partes, repuestos e insumos, sin importar las condiciones de los mismos, muchas veces por recomendaciones del fabricante que determina un periodo de vida útil a cada elemento componente del vehículo. [2]

El mantenimiento de tipo preventivo realiza una serie de operaciones para disminuir el número de desperfectos, y trae una serie de ventajas que benefician al propietario del vehículo en una forma directa y al país en forma indirecta. Estas ventajas se pueden enumerar como sigue:

1. Economía de combustible
2. Seguridad y confiabilidad en el recorrido
3. Mayor vida útil de su vehículo
4. Disminuye el número de reparaciones correctivas
5. Menor costo de mantenimiento. [1]

El mantenimiento preventivo planificado se ha evolucionado en cuatro siguientes generaciones:

I generación

Mantenimiento correctivo total – se espera la avería para reparar

II generación

Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada.

III generación

Se implanta el mantenimiento a condición, es decir, se utilizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuaran los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos

IV generación

Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y la ejecución del mantenimiento.

Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones. [3]

El diagnostico Técnico de los Automóviles

Se llama diagnostico del estado técnico del automóvil a la disciplina de ingeniería que estudia las formas de manifestación de los estados técnicos, así como los métodos y medios para detectar los desperfectos y pronosticar el recurso de trabajo del vehículo sin efectuar su desarme.

El diagnostico técnico del automóvil consiste, en primer lugar, en el proceso de descubrimiento de los desperfectos ocultos del vehículo y sus causas, así como en el análisis de los resultados obtenidos, sobre cuya base es posible establecer si el mecanismo o grupo diagnosticado necesita o no de alguna operación de reparación o mantenimiento.

El diagnostico técnico es el proceso de detección de desperfectos que no se limita en la constatación del hecho, sino que además, es acompañado de un análisis del objetivo del mismo, que permite pronosticar el recurso de trabajo sin fallos del objeto diagnosticado.

El pronóstico del recurso del trabajo sin fallos de los mecanismos consiste en la determinación de las posibilidades de que estos puedan proseguir su trabajo, sin interrupciones necesarias para reparación o mantenimiento, hasta la siguiente ejecución programada de su diagnostico.

Los objetivos del diagnostico técnico del automóvil son:

1. La elevación de la fiabilidad y la seguridad del automóvil en la explotación gracias a la detección oportuna de sus desperfectos y a la prevención de los fallos de sus mecanismos;
2. El aumento de la durabilidad y la reducción del consumo de las piezas de repuesto por la disminución de los casos de desmontaje prematuro de los mecanismos para ser reparados o reemplazados y por la a minoración del ritmo del desgaste de dichos mecanismos producto de que no trabajaran con desperfectos;
3. La reducción de los gastos laborales para el mantenimiento técnico y la reparación del automóvil gracias a la disminución del volumen de reparaciones eventuales y de operaciones innecesarias de mantenimiento; La disminución del consumo de combustible gracias a la posibilidad de descubrir y eliminar defectos difíciles de detectar en los sistemas de encendido y alimentación del motor y otros;
4. La elevación de la calidad del mantenimiento técnico y la reparación y, consecuentemente, la reducción de los costos de explotación del automóvil.

El diagnóstico es parte integrante del sistema de servicio técnico de los automóviles, ya que sus periodicidades se establecen sobre los mismos principios de aquel.

Debe funcionar orgánicamente con el proceso tecnológico del mantenimiento técnico y reparación de los automóviles y contribuir a elevar la calidad de ejecución de estos trabajos.

Métodos de Diagnóstico

Los métodos de diagnósticos del estado técnico del automóvil y sus agregados son muy diversos y dependen fundamentalmente de la naturaleza física de los parámetros de diagnóstico, de posibilidades de la técnica de mediciones y también del tipo de diagnóstico que se vaya a realizar.

Existen dos tipos fundamentales de diagnóstico técnico: general y profundo o detallado

El diagnóstico general, el cual se simboliza por D-1, consiste en la valoración del estado técnico de un objeto sin determinar los desperfectos concretos que pueda presentar, y se evalúa sobre la base de un criterio de carácter general: el objeto está apto para el trabajo o no lo está, es posible su explotación ulterior sin necesidad de realizarle operaciones de reparación o profilácticas o lo contrario. Este método, llamado también diagnóstico funcional, es usado para determinar la capacidad de trabajo de los agregados, mecanismos de la dirección, equipos de iluminación y señalización, etc., así como también del vehículo en general.

El diagnóstico profundo, cuyo símbolo es D-2, consiste en la evaluación detallada del estado técnico de los agregados y sus conjuntos fundamentales, determinando el lugar, carácter y causas de la aparición de los desperfectos ocultos de los mismos. Como resultado de la ejecución de este tipo de diagnóstico se obtiene una conclusión precisa del estado del objeto y también el volumen de trabajos de regulación y reparación que es preciso realizar para restablecer la capacidad de trabajo de dicho objeto y pueda ser de nuevo explotado.

Existen muchas clasificaciones de los diferentes métodos de diagnósticos, ya que por el fundamento físico del parámetro medido, ya por el tipo de equipo empleado, etc., todas las cuales tienen un carácter convencional. Sin embargo, los principales métodos de diagnóstico del automóvil son los siguientes:

- a) De acuerdo con el rendimiento de los agregados, es decir, mediante los parámetros de los procesos de salida fundamentales;
- b) Por el grado de hermetización de los volúmenes de trabajo de los agregados;
- c) Mediante parámetros geométricos que puedan ser directamente medidos;
- d) De acuerdo con el estado térmico de los agregados;
- e) Mediante los parámetros de procesos oscilatorios y periódicos;
- f) De acuerdo con la composición de los materiales de explotación y los productos del escape. [8]

1.5 - Mantenimiento Correctivo

Consiste en intervenir con una acción de reparación cuando el fallo de un componente o equipo se ha materializado [2] y así, se desarrollan todos los análisis de fallas ocurridas en el área de producción. Posteriormente se desarrolla un plan de acción para tomar la decisión más acertada y que cumpla con todos los requerimientos exigidos para que continúe con un óptimo funcionamiento y que cumpla con los costos permitidos en su corrección. [7]

Con una acción de mantenimiento correctivo se restituye la capacidad de trabajo del equipo. [2]

1.6 - Mantenimiento Predictivo

Cuando se realizan diagnósticos o mediciones que permiten predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes antes de que ocurra una falla. [5]

A diferencia del preventivo, el predictivo no descansa en acciones programadas en forma rígida. En este caso lo que se programa y se cumple obligatoriamente son las inspecciones, cuyo objetivo es detectar el estado técnico del sistema e indicar la conveniencia de realizar una acción correctiva. [2]

En el mantenimiento predictivo se utiliza una serie de técnicas que sirve para determinar la condición o el estado de salud de una maquina o equipo. Estas técnicas son:

- **Revisiones o inspecciones:** las inspecciones de funcionamiento, ajustes, lubricación, entre otros deben llevarse a cabo en forma periódica mediante un plan establecido de forma mensual, semestral o anual. Sin embargo es importante verificar regularmente, por simple observación, el estado de las llantas, luces de freno, direccionales entre otros. También estar atento a cualquier ruido anormal. [5]
- **Vibro análisis**
- **Análisis de aceite usado**
- **Control de desgastes** [3]

En el mantenimiento predictivo se utiliza también la técnica de monitoreo que sirve para saber qué tipo de mantenimiento se debe dar a una maquina o equipo. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.

Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.

Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico. Pronóstico de vida la esperanza a. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica. [3]

De estos tres sistemas de mantenimiento, lo que más se utiliza actualmente es el sistema de mantenimiento Preventivo-Planificado.

1.7 - Algunos conceptos básicos de mantenimiento aplicado a flota de Vehículos

El objetivo principal del mantenimiento consiste en mantener la disponibilidad del parque vehicular con el menor costo posible, con un sistema de mantenimiento moderno se aumenta la eficiencia energética del mismo.

Características del mantenimiento

En muchas empresas de transporte el mantenimiento se considera como un mal necesario o un centro de costo sin rentabilidad. La empresa busca ante todo dar prioridad a funciones más rentables como es el área de operaciones, que proporciona utilidades y poner al mantenimiento bajo el dominio del sistema de operaciones. Es fundamental buscar y lograr un mejor balance entre los diferentes centros operativos de la empresa, sobre todo entre los sistemas de mantenimiento y los de operación.

Las políticas de mantenimiento

En materia de mantenimiento, el vocabulario es muy extenso. Se habla de operaciones de diagnóstico, de conservación, pero la noción de mantenimiento preventivo es el concepto más común, ya que los especialistas de mantenimiento prefieren asegurarse. En realidad, se pueden observar tres tendencias en materia de política de mantenimiento

“sufrir – dominar - prever”

Método de la espera o “sufrir” el mantenimiento

La política de la espera es aquella en la cual la empresa espera la falla para hacer la reparación; tal es el caso de la mayoría de las empresas de autotransporte, es decir que la empresa sufre su mantenimiento. Cabe mencionar que esta política es la más costosa.

La política de “dominar” el mantenimiento”

El mantenimiento preventivo consiste en reemplazar los elementos a cierto kilometraje o períodos determinados, sobre todo en el caso de actividades particulares, como en el sector aéreo, trenes de alta velocidad o del ejército; en este caso el conjunto de las operaciones son planeadas por el constructor e integradas de manera sistemática en la planeación.

Este tipo de mantenimiento en el autotransporte es muy costoso y no se utiliza. Sin embargo estas experiencias permitieron llegar a planes de mantenimiento condicional (política de mantenimiento de “prever”)

Política de mantenimiento de “prever”

Este tipo de mantenimiento condicional (o predictivo) implica el dominio de la debilidad de los elementos y la existencia de controles y operaciones bien planeadas antes de cambiarlos.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En la medida en que es difícil prever todas las fallas, el mantenimiento correctivo **no puede evitarse**. Sin embargo, junto al mantenimiento preventivo condicional, el mantenimiento correctivo puede minimizarse hasta 3 o 5% al máximo de las fallas aleatorias. El mantenimiento correctivo no es sinónimo de indisponibilidad, pues las inmovilizaciones por este tipo de falla no están planeadas y proporcionan molestias en

el sistema de operación. Además, existe el riesgo de que se desarrollen fallas adicionales que pueden llegar a la ruptura completa del elemento.

Con relación al mantenimiento correctivo, la experiencia muestra que el mantenimiento condicional (o predictivo) proporciona un ahorro hasta del 33% del presupuesto de mantenimiento.

PLANES DE MANTENIMIENTO

Fijar una política de mantenimiento es desglosarse en diez niveles de complejidad creciente:

Nivel 0 *Operaciones de conservación* (engrase, cambio de aceite, filtros)

Nivel 1 *Plan de mantenimiento tipo A, B, C*, etc. (diagnóstico de fosa, control afinación)

Nivel 2 *Reparaciones de partes que sufren desgaste continuo* (frenos, embrague, neumáticos)

Nivel 3 *Cambio estándar de elementos* (piezas y accesorios)

Nivel 4 *Reparación de componentes* (marchas, alternadores, radiador, etc.)

Nivel 5 *Reparaciones del tren motriz* (motor, caja de velocidades, diferencial)

Nivel 6 *Reparaciones especializadas* (aire acondicionado)

Nivel 7 *Hojalatería*

Nivel 8 *Pintura*

Nivel 9 *Reconstrucción*

De todo lo anterior se puede concebir un plan de mantenimiento

CONCEPCIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Si tomamos como ejemplo dos vehículos similares, que salen de la misma línea de producción, el mismo modelo, con las mismas especificaciones, hay que preguntarse si van a tener el mismo desgaste, lógicamente la respuesta sería que no, ya que estos dos vehículos serán operados de manera diferente, no harán exactamente los mismos recorridos, no tendrán el mismo peso de carga, etc.

Entonces, es necesario establecer un seguimiento de los consumos, con grupos homogéneos de vehículos por tipo y por actividad.

Por tal motivo a cada uno de dichos grupos va a corresponder un plan de mantenimiento específico. Por lo tanto, los planes de mantenimiento pueden desglosarse en tres categorías:

a) Controles de fosa

Están hechos de manera sistemática, al regresar de cada viaje, durante la fase de abastecimiento de combustible, el vehículo se revisa. La meta es identificar visualmente algunas anomalías no detectadas por el operador; al seguir este diagnóstico, permite disminuir las reparaciones en carretera, de tal manera que los vehículos serán dirigidos hacia las áreas idóneas para su reparación.

b) Operaciones de conservación

Se trata de operaciones comunes, con una periodicidad determinada como por ejemplo:

- . cambio de aceite
- . lavado y engrasado
- . cambio de filtros
- . otras verificaciones (revisión de bandas, mangueras, etc.)

Con respecto a las frecuencias de mantenimiento, es básico que se establezcan para cada empresa. Si se rebasa o se olvidan estas frecuencias, la empresa puede tener falla de elementos

Sin embargo, no se pueden fijar frecuencias mayores de 20,000 km., puesto que la experiencia demuestra que no puede rebasarse este valor más que en las empresas que tienen una organización técnica de primera clase.

c) Plan de mantenimiento preventivo condicional (predictivo)

Se trata de revisar sistemáticamente partes y accesorios sensibles a un kilometraje previsto. Estas verificaciones pueden resultar en: afinaciones, cambios de partes o de elementos completos

Estos planes de mantenimiento preventivo condicional (predictivo) deben ser flexibles.

Periodicidad de intervención

Los planes de mantenimiento hay que ajustarlos de manera continua para asegurar el balance óptimo entre disponibilidad del parque y su costo técnico. Dichos ajustes tendrían que ser realizados cada año; esto permite bajar el mantenimiento correctivo cerca del 10%.

ANÁLISIS DE ACEITE

El principio se hace con base en el análisis físico químico del aceite, el cual nos permite conocer el estado de desgaste del motor

De hecho se registra:

- . partículas metálicas de la fricción de las partes mecánicas que no están protegidas por filtración
- . Residuos sólidos o líquidos de la combustión, tales como agua, diesel, hollín, etc.
- . Residuos sólidos o líquidos externos, tales como polvo, agua de condensación etc. La validez y la calidad del análisis están condicionadas de la base de datos históricos de los vehículos de la empresa.

ADMINISTRAR EL MANTENIMIENTO SIGNIFICA POR DEFINICIÓN:

- . Definir y aplicar servicios de mantenimiento periódicos predefinidos necesarios para reponer el potencial de trabajo de las autopartes que con el paso del tiempo y kilometraje se van desajustando y desgastando
- . Determinar el potencial de trabajo requerido por las unidades y su respectivo presupuesto tanto de mano de obra como en refacciones
- . Programar la labor a realizar por el personal
- . Aplicar recambios normalizados para componentes sensibles (bombas, inyectores, compresores, etc.)
- . Participar en la definición de programas de compra y de políticas de almacenamiento de refacciones.

El primer punto consiste en definir el plan de mantenimiento que se adapte al desgaste de las unidades ocasionado por las características del trabajo que se les exige (kilómetros, toneladas, carreteras, etc.)

Los elementos básicos del plan de mantenimiento primario o de conservación son:

- . Descripción de las operaciones por realizar (A, B, C, etc.)
- . La periodicidad aplicable de cada servicio (ej. A= cada 10,000 km, B= cada 20,000 km. etc.)

- . La duración de cada tipo de servicio y su costo respectivo (mano de obra y refacciones)
 - . La velocidad de desgaste del vehículo considerado (ej. 112,000 km./año implica una velocidad de envejecimiento de 2000 km. por semana)
- Conociendo los periodos contenidos en el plan y la posición del odómetro es posible prever la fecha aproximada de las diferentes operaciones de conservación por aplicar. Por ejemplo, si se considera un vehículo que recorre 80,000 km. al año, que empieza a trabajar el 27 de octubre es posible prever que:
- . en 25 días, es decir el 21 de noviembre, habrá que aplicarle un servicio primario de tipo A
 - . en 50 días, el 16 de diciembre, habrá que aplicarle un servicio primario tipo B, etc.
- Así vamos construyendo un programa para esta unidad. Aplicando el mismo razonamiento unidad por unidad, es posible construir un:
- . programa mensual de mantenimiento
 - . programa anual de mantenimiento
 - . programa de coordinación y ejecución
 - . programa de carga de trabajo de taller

FILTRO GLOBAL DE CICLO VEHICULAR (DIAGNÓSTICO)

La sección de recepción y diagnóstico vehicular representa el corazón del ciclo vehicular. Si esta sección no funciona o funciona mal, todo el ciclo vehicular se verá afectado y se reflejará en la merma de los resultados económicos de la empresa

La ubicación de esta importante sección especializada y la persona encargada de hacerla funcionar debe ser elegida cuidadosamente. El modo operativo de funcionamiento es el siguiente:

La sección de recepción la cual tiene una doble función:

- . el control de energéticos
- . el control mecánico

La función de CONTROL DE ENERGÉTICOS constituye un punto de suma importancia por lo que ha sido considerada en otro documento

En cuanto al CONTROL MECÁNICO, se trata de realizar un diagnóstico de la unidad a modo de transferir nítidamente la responsabilidad de la misma desde la GERENCIA DE OPERACIONES hacia el área de MANTENIMIENTO. En otras palabras, el personal encargado de OPERAR debe, para liberarse de su propia responsabilidad, dar a MANTENER su unidad a talleres por un desgaste o por una falla considerada NORMAL, pero no entregar simplemente el vehículo en condiciones anómalas.

En este último caso, le corresponde a la GERENCIA DE OPERACIONES y al departamento de Recursos Humanos (más no a MANTENIMIENTO) tomar medidas **correctivas adaptadas al caso** Vale la pena insistir en el hecho de que el diagnóstico debe cumplir con una función de detección de fallas y además debe ser un “filtro global de anomalías.”

En efecto el operador debe estar comprometido en el ciclo vehicular de manera responsable, es decir optando por la conducción ECONÓMICA. Las consecuencias de su comportamiento al volante repercuten bien o mal sobre las partes de la unidad.

Si el desgaste observado por el diagnosticador (falla, desajuste, etc.) es “normal” (falla, desajuste, etc.) queda claro que se está operando económicamente. En tal caso, el mantenimiento es simple y puede ser pronosticado.

Al poder pronosticar, es posible construir un *Programa de mantenimiento*. Si tal objetivo es logrado, entonces la GERENCIA DE OPERACIONES podrá conocer mejor

la disponibilidad vehicular prevista y podrá comprometerse con los clientes y no quedarles mal.

Si por el contrario, se observa un desgaste “anormal” significa que no se respetan los principios de conducción técnica y que habrá una disminución en la duración de **vida de las partes del vehículo. Este tipo de desgaste perturba el mantenimiento.** El modo de funcionamiento de la fosa de diagnóstico comprende cinco pasos importantes que han de ser ejecutados en un lapso de tiempo no mayor de 15 minutos

Control energético o del combustible:

- . control de rendimiento de diesel (odómetro/litros de combustible)
- . abastecimiento de diesel (¿es el rendimiento normal? si no, buscar causas)
- . Abastecimiento de aceite de relleno
- . abastecimiento de anticongelante, revisión de la presión aparente de llantas (sin medir presión ya que se encuentran calientes)

Visita de fosa para observar fallas eventuales

- . fugas de fluido (anticongelante, diesel, aceite, aire, etc.)
- . calentamiento (llantas)
- . roces (partes metálicas u otras)
- . juegos (cardan)
- . ruptura de partes (muelles etc.)

Apariencia externa del vehículo (pintura, luces, estado de llantas)

Aspecto interno de la cabina

- Indicadores de tablero
- Juego de embrague
- Juego de la palanca de velocidades
- Limpieza y cuidado interno

Parte alta del motor

- Fugas
- Tensión de bandas
- Juego del ventilador
- Conexiones (mangueras, tuberías)

Entrevista con el operador y elaboración del reporte correspondiente.

- Estado de operación del ventilador.- ¿variación de temperatura del motor fuera del rango normal de 75 a 85 C? ¿Operación excesiva del fan clutch?, ¿operación excesiva del compresor del aire acondicionado? afirmativo, considerar chequeos de ventilador, de fan clutch, de termostato, condensador de aire acondicionado, bomba de agua, Sobre consumo posible del orden de 5 a 8% Estado de operación del compresor de aire.- ¿variación de la potencia del motor? ¿Dificultad para operar dentro del rango normal de revoluciones del motor (zona verde), ¡Afirmativo!, checar fugas de aire y/o ajustes de frenos de servicio.

Preguntar si hay problemas de frenos (probable exceso de uso de frenos).

Sobre consumo posible del orden de 1 a 3%

- Ruidos sospechosos u otras observaciones del operador
- Elaboración reporte de diagnóstico y de operador. [4]

La actividad de mantenimiento independiente de las características de los objetos de seguimiento debe seguir un ciclo básico de trabajo.

Este ciclo contempla las siguientes actividades:

CICLO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

El cumplimiento eficiente de los objetivos del servicio de mantenimiento antes señalado solo será posible si la ORGANIZACIÓN, SISTEMA y METODO DE TRABAJO ASOCIADOS a la función administración son eficientes

Este ciclo de mantenimiento está compuesto por las funciones cuya aplicación rigurosa garantizar un mantenimiento eficiente:

PLANIFICACIÓN → PROGRAMACIÓN → EJECUCIÓN → CONTROL Y REGISTRO → ANALISIS Y EVALUACIÓN → PLANIFICACIÓN

Este ciclo de mantenimiento es válido en términos generales para todas las aplicaciones de mantenimiento, sin embargo, el significado de cada una de las funciones del ciclo puede variar de acuerdo a las características y especificidades de cada Planta Industrial.

PLANIFICACION

El mantenimiento esta muy lejos de ser una actividad operativa y requiere que todo lo que a el se refiera este, debidamente planificado. Esto obliga a determinar con suficiente antelación la carga de trabajo de mantenimiento requerida, tal como las reparaciones generales y capitalizables, la carga de imprevistos o averías estimada, la carga de Mantenimiento Preventivo y Correctivo calculada por récords estadísticos, las modificaciones e inversiones solicitadas, etcétera. (Conociendo la carga de trabajo para el periodo planificado debe calcularse el presupuesto necesario para afrontar los costos, y sobre la base de ello planificar los recursos laborales y materiales que se necesitarán y que deberán ser tenidos en cuenta durante la etapa de elaboración y presentación del Plan Técnico Económico).

PROGRAMACION

Una programación eficiente permite la realización exitosa de carga de trabajo planificada para un periodo dado.

Normalmente se programan las reparaciones generales y capitalizables planificadas. Asimismo, se programa diariamente la carga de trabajo consignada en el plan mensual operativo de mantenimiento que suele conformarse a partir de:

- Las solicitudes de O.T. sobre Mantenimiento Correctivo.
- Las actividades derivadas del Plan de MPP.
- Las solicitudes de O.T. sobre requerimientos a resolver de Seguridad Industrial.
- Las solicitudes de O.T. sobre trabajos preparatorios para la próxima reparación general de acuerdo al gráfico elaborado al efecto.
- Las solicitudes de O.T. de las reas administrativas y de servicios de la empresa o fábrica.
- Las inspecciones rutinarias profilácticas a equipos e instalaciones.

- Los trabajos surgidos con carácter urgente producto de averías.
- Los trabajos derivados del plan de fabricación y recuperación de piezas de repuestos, etcétera.

Para poder llevar a cabo la planificación y programación del mantenimiento se requiere un grupo que está en una proporción entre 33-40 trabajadores directos de mantenimiento por cada programador, lo que permitirá una adecuada programación y su control sobre la actividad.

De una adecuada planificación y programación del mantenimiento depende que los trabajos de mantenimiento se ejecuten:

- En el tiempo correcto
- En la forma correcta
- Con el personal correcto
- Con los recursos materiales correctos
- En el momento correcto

EJECUCION

La ejecución de la carga de trabajo programada debe contar con una buena información que permita saber sin lugar a dudas:

- Qué hacer
- Dónde hacerlo
- Cómo hacerlo
- Con qué hay que hacerlo
- Quién debe hacerlo
- Por qué hay que hacerlo
- En qué tiempo hay que hacerlo

Para ello el personal de mantenimiento debe contar con los reglamentos de reparaciones que establezcan las acciones a ejecutar para cada tipo de mantenimiento, la documentación técnica del equipo (pasaporte o carpeta) como consulta y referencia, y disponer de los medios y recursos materiales necesarios para la realización exitosa de su trabajo. En la preparación de estas condiciones juega un papel de gran importancia el mando intermedio a partir del Jefe de Brigada, quien debe supervisar y controlar el trabajo y mantener informado y atendido a su personal acerca de la importancia y desarrollo del trabajo que ejecutan, así como la incidencia de éste en el proceso productivo.

La experiencia práctica ha demostrado que para que haya un efectivo control y supervisión del trabajo de mantenimiento el personal de ejecución debe estar organizado en Brigadas y el Jefe de la Brigada no debe tener subordinado más de 10 ó 12 trabajadores salvo en aquellos casos en que el trabajo se realice en locales cerrados donde el Jefe de Brigada pueda observar, dirigir y controlar a todo su colectivo.

CONTROL Y REGISTRO

Una organización de mantenimiento con un aceptable nivel de eficiencia deber contar con un sistema de control y registro de las experiencias acumuladas y los trabajos ejecutados que permita la continuidad y retroalimentación de las demás funciones del ciclo de trabajo.

Este sistema deber garantizar que quede reflejado y recogido en las Carpetas y Files habilitados para cada equipo e instalación de datos que permitan saber:

- Qué se hizo
- Cuándo se hizo
- Quién lo hizo
- En qué tiempo se hizo
- Con qué medios se hizo
- Con qué calidad se hizo

Así como todas las observaciones de carácter técnico y económico relacionadas con el trabajo que resulten de valor para el futuro ANALISIS y EVALUACION y la imprescindible retroalimentación para la futura PLANIFICACION. [10]

Conclusiones Parciales

El sistema de mantenimiento más empleado en el transporte automotor es el Preventivo Planificado, el cual es recomendado por los diferentes fabricantes de los vehículos en la documentación técnica de los mismos. Este sistema de mantenimiento a su vez no está desvinculado del mantenimiento correctivo y predictivo en las condiciones reales de explotación del transporte, por tal motivo resulta indispensable conocer el tiempo más probable entre fallos de los vehículos para llevar a cabo una correcta planificación y ejecución del mantenimiento técnico.

CAPITULO II: Establecimiento de las hojas de Inspección Diagnostica

La base de transporte de la empresa eléctrica de Villa Clara (UEB transporte) entre sus funciones están el mantenimiento y reparación a todos los vehículos de la empresa. Actualmente existe en este departamento cerca de 124 vehículos que reciben reparación y mantenimiento en el taller, en el cual 73 de los vehículos son a gasolina, 46 son a diesel y 5 son a petróleo.

Así en el UEB transporte hay 86 equipos ligeros y 28 equipos pesados.

Esta base de transporte utiliza un sistema de mantenimiento preventivo planificado en el cual utiliza un ciclo de mantenimiento para cada grupo de vehículos.

Existe cinco ciclos de mantenimiento en la UEB transporte cuyo el objetivo es establecer los mantenimientos de todos los equipos de las entidades de la UNE (Unión Eléctrica).

En cada ciclo de mantenimiento debe estar incluido una **MTL, MT1 y MT2**.

La necesidad de crear un sistema de mantenimiento flexible en UEB transporte de Santa Clara, se elaboro la hoja de inspección diagnostica de los vehículos fundamentales (críticos por la labor en que participan) de la empresa eléctrica, para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

Pasaportes técnicos de los equipos.

Histórico de fallo.

Actividad en que participan los vehículos analizados.

Entrevistas a Mecánicos y especialistas de mantenimiento.

Todo lo anterior con el fin de conocer todos los sistemas de dichos vehículos fundamentales y sus componentes.

De acuerdo a las investigaciones y consultas realizadas a los trabajadores y personal directivo de la empresa se concluye que los vehículos fundamentales de la empresa son todos aquellos que realizan la actividad de guardia eléctrica y los vehículos pesados.

A continuación se relacionan los vehículos críticos de empresa por marca y tipos.

2.1 – Vehículos Críticos de la empresa eléctrica Villa Clara

TABLA 1

Marca	Modelo	Chapa	Clase y tipo	Actividades
CITROEN	Berlingo	VSB 142	Panel	Guardia eléctrica
CITROEN	Berlingo	VSG 145	Panel	Guardia eléctrica
ZIL	131	VSL 067	Camión pluma	Operaciones
ZIL	131	VSL 521	Camión Pluma	Operaciones
ZIL	131	VSL 535	Camión Grúa	Servicios
ZIL	131	VSL 663	Camión Pluma	Operaciones
ZIL	131	VSL 664	Camión Grúa	Operaciones
ZIL	131	VSS 559	Camión Pluma	Operaciones
ZIL	131	VSS 803	Camión Pluma	Operaciones
FIAT	IVECO	VSL 523	Camión cesta	Operaciones
FIAT	IVECO	VSP 711	Camión Grúa	Operaciones
ISUZU	-----	VSS 985	Camión Cesta	Alumbrado Publico
ISUZU	-----	VSS 999	Camión Cesta	Alumbrado Publico
ISUZU	-----	VST 001	Camión Cesta	Alumbrado Publico
NISSAN	----	VSF 614	Camión Cesta	Servicios Técnicos
Nissan	-----	VSS 812	Panel	Técnicos
DONG FENG	----	VSS 978	Camión Grúa	Operaciones
MAZ	500	VSP 228	Camión Grúa	Servicios
GAZ	66	VSL 612	Camión	Transporte

Como se puede observar de todos los vehículos con que cuenta la empresa 20 de ellos son fundamentales en el cumplimiento de su misión.

2.2. Hojas de inspección diagnóstica y los sistemas que lo componen

A partir de la información obtenida se elaboran las hojas de inspección diagnóstica por sistema y vehículo de la misma marca y del mismo tipo tales como se muestra a continuación.

TABLA 2

Marca: CITROEN berlingo Tipo y Clase: Panel Chapas: VSB 142 y VSG 145	
Sistemas	Sistemas
Alimentación	Dirección
Depósito de petróleo	Cremallera
Bomba auxiliar	Terminales de dirección(2)
Bomba de inyección	Suspensión
Inyectores	Muelle
Purificador de aire	Dos amortiguadores
Enfriamiento	Ballestas
Radiador	Freno hidráulico
Turbina de agua	Pastilla(ruedas delanteras)
Extractor de aire	Cilindro de freno(ruedas traseras)
Lubricación	Zapata
Deposito de aceite	Bomba de freno
Bomba de aceite	Depresor
Filtro de aceite	Power
Eléctrico	Transmisión
Motor de arranque	Caja de velocidad
Generador de corriente	Diferencial
Batería	Ejes de transmisión(palieres)
Embrague	
Disco de cloche	
Plato opresor	
Caja de bola de collarín	

TABLA 3.

Marca: ZIL 131 Clase y Tipo: Camión Pluma Chapas: VSL 067, VSL 521, VSL 663, VSS 559, VSS 803	
Sistemas	Sistemas
Lubricación	Freno por aire
Bomba de aceite	Compresor
Deposito de aceite	Bomba de freno
Filtro de aceite	Levas
Censor de aceite	Diafragma
Transmisión	Bomba de vacio
Caja de traspasos	Dirección
Barra cardan	Bomba de aceite
Tambora de emergencia	Bolas corredizas
Freno	Muñecas
Chicharra	Rodamientos
Yoyo de freno	Rodetes
Embrague	Enfriamiento
Disco de cloche	Radiador
Caja de bola de cloche	Turbina
Plato opresor	Veleta
Eléctrico	Extractor
Motor de arranque	Pulmón de temperatura
Generador de corriente	Alimentación
Batería	Depósito de combustible
Suspensión	Filtro de petróleo
Ballestas	Bomba auxiliar de petróleo
Eje de centro de carga	Bomba de inyección
Barra de torsión(6)	Inyectores
Amortiguador hidráulico	Filtro de aire

TABLA 4.

Marcas: ZIL 131 y DONG FENG Clase y Tipo: Camión Grúa Chapas: VSL 535, VSL 664, VSS 978	
Sistemas	Sistemas
Lubricación	Freno por aire
Bomba de aceite	Compresor
Deposito de aceite	Bomba de freno
Filtro de aceite	Levas
Censor de aceite	Diafragma
Transmisión	Bomba de vacio
Caja de traspasos	Dirección
Barra cardan	Bomba de aceite
Tambora de emergencia	Bolas corredizas
Freno	Muñecas
Chicharra	Rodamientos
Yoyo de freno	Rodetes
Embrague	Enfriamiento
Disco de cloche	Radiador
Caja de bola de cloche	Turbina
Plato opresor	Veleta
Eléctrico	Extractor
Motor de arranque	Pulmón de temperatura
Generador de corriente	Alimentación
Batería	Depósito de combustible
Suspensión	Filtro de petróleo
Ballestas	Bomba auxiliar de petróleo
Eje de centro de carga	Bomba de inyección
Barra de torsión(6)	Inyectores
Amortiguador hidráulico	Filtro de aire
	Hidráulico
	Tanque auxiliar de aceite
	Bomba de aceite
	Deposito de aceite
	Caja de velocidad
	Barrena

TABLA 5.

Marca: FIAT IVECO Clases y Tipos: Panel y Camión Cesta Chapas: VSL 523, VSP 711	
Sistemas	Sistemas
Lubricación	Alimentación
Bomba de aceite	Deposito combustible
Deposito de aceite	Bomba auxiliar
Filtro de aceite	Filtro petróleo
Varilla de aceite	Bomba inyección
Transmisión	Inyectores
Barra de transmisión	Filtro de aire
Diferencial	Enfriamiento
Eje motriz	Radiador
Unión universal(cruceta)	Extractor de aire
Freno hidráulico	Turbina de agua
Emergencia (mecánica)	Hidráulico
Embrague	Caja de velocidad
Disco de cloche	Tanque hidráulico
Caja de bola de cloche	Barra estabilizadora
Plato opresor	Válvula de seguridad
Collarín	Gatos
Eléctrico	Dirección
Motor de arranque	Brazo de dirección
Generador de corriente	Barra central
Batería	Muñeca
Alternador	
Suspensión	
Amortiguador hidráulico	
Ballestas	

TABLA 6.

Marca: NISSAN Clase y Tipo: Camión Cesta y Panel Chapas: VSF 614, VSS 812	
Sistemas	Sistemas
Alimentación	Freno
Filtro de aire	Disco de freno
Depósito de combustible	Zapata de freno
Filtro de bomba combustible	Bomba de freno
Bomba de inyección	Power
Inyectores	Embrague
Radiador	Caja de bola
Enfriamiento	Plato opresor
Radiador	Disco
Extractor	Bomba(madre y auxiliar)
Turbina de agua	Transmisión
Tanque auxiliar de agua	Caja de velocidad
Lubricación	Unión universal
Deposito aceite combustible	Diferencial
Bomba de aceite	Hidráulico
Filtro de aceite	Barra estabilizadora
Varilla de aceite	Válvula de seguridad
Suspensión	Tanque hidráulico
Ballesta	Gato
Amortiguador	Eléctrico
Barra estabilizadora	Batería
Dirección	Alternador
Muñeca	Generador corriente
Barra de dirección	

Capítulo II

TABLA 7.

Marca: ISUZU Clase y Tipo: Camión Cesta Chapas: VSS 985, VSS 999, VST 001	
Sistemas	Sistemas
Dirección	Lubricación
Sinfin	Bomba de aceite
Terminales de dirección	Filtro
Puente	Pulmón de aceite
Muñeca	Eléctrico
Freno	Alternador
Zapatillas(4 ruedas)	Batería
Tamboras	Motor de arranque
Bomba de freno	Transmisión
Manguera de freno	Caja de bola
Power	Unión universal
Embrague hidráulico	Barra de dirección
Bomba hidráulica	Diferencial
Bomba auxiliar	Eje motriz
Caja de bola	Palieres
Disco de freno	Suspensión
Plato opresor	Ballestas
Alimentación	Amortiguador hidráulico
Filtro de bomba	Hidráulico
Bomba de inyección	Tanque hidráulico
Filtro de aire	
Turbo	
Enfriamiento	
Radiador	
Turbina de agua	
Tanque auxiliar de agua	
Extractor	

TABLA 8.

Marca: MAZ 500 Clase y Tipo: Camión Grúa Chapa: VSP 228	
Sistemas	Sistemas
Alimentación	Transmisión
Depósito de combustible	Diafragma
Filtro de aire	Collarín
Enfriamiento	Plato opresor
Radiador	Doble disco cloche
Extractor de aire	Eje motriz
Turbina de agua	Reductor
Lubricación	Barra de transmisión
Deposito de aceite	Freno por aire
Bomba de aceite	Tanque de vacio
Filtro de aceite	Compresor de aire
Varilla de aceite	Válvula de seguridad
Dirección	Chichara
Bomba hidráulica	Levas
Gato hidráulico	Emergencia
Válvula	Hidráulico
Terminales de dirección	Hidromotor
Servo mando de dirección	Motor auxiliar(4)
Suspensión	Tanque hidráulico
Ballestas	Gatos
Amortiguador	Caja de velocidad
	Suspensión
	Ballestas
	Amortiguador
	Eléctrico
	Batería
	Motor de arranque
	Generador de corriente

TABLA 9.

Marca: GAZ 66 Clase y Tipo: Camión Chapa: VSL 612	
Sistemas	Sistemas
Transmisión	Enfriamiento
Caja de velocidad(3)	Radiador
Caja de traspasos	Extractor de aire
Barra cardan	Lubricación
Hidráulico	Deposito de aceite
Barrena	Bomba de aceite
Gato	Filtro de aceite
Tanque hidráulico	Eléctrico
Freno	Bobine de encendido
Bomba de freno	Distribuidor de corriente
Bombas auxiliares(2)	Bujía
Power(2)	Generador de corriente
Cilindros auxiliares de rueda	Motor de arranque
Dirección	Batería
Bomba hidráulica	Suspensión
Caja de válvula	Ballestas
Terminales de dirección	Amortiguador
Gato hidráulico	Alimentación
Mozonetica	Depósito de combustible
Ballestas	Bomba de gasolina
Amortiguador	Filtro de gasolina
	Carburador
	Filtro de aire
	Amortiguador
	Eléctrico
	Batería
	Motor de arranque
	Generador de corriente

Conclusiones Parciales

A partir del conocimiento de los vehículos críticos se estableció para cada uno de ellos o grupos de ellos las hojas de inspección diagnóstica.

El numero de sistemas de los vehículos con sus componentes respectivos objetos de inspección diagnostica oscila entre 9 y 10 todo lo cual se obtuvo como resultado de las actividades descritas con anterioridad.

Capítulo III: Determinación de la frecuencia de inspección Diagnostica

3.1 - Elementos Básicos de la Aplicación de la Teórica de la Fiabilidad a la Explotación del Parque Automotor

La teoría de la fiabilidad es una ciencia de ingeniería relativamente joven que se ocupa, del estudio del comportamiento de los artículos en la explotación del cambio de su calidad en el tiempo.

Se por Fiabilidad la propiedad de un artículo, este caso el vehículo, de cumplir las funciones a él asignadas conservando sus índices de explotación dentro de los límites establecidos, durante un tiempo dado y en determinadas condiciones de explotación.

Esta definición general podría ser referida concretamente a las construcciones automotrices estableciendo que la fiabilidad es la propiedad de un vehículo (agregado, mecanismo, pieza) de cumplir sus funciones básicas durante la realización de una labor dada, manteniendo sus cualidades de explotación dentro de los límites establecidos, los cuales corresponden a determinado régimen y condiciones de explotación, servicio técnico, reparación estacionamiento.

La fiabilidad es una cualidad compleja del automóvil y está caracterizada por indicadores, que designan ciertas propiedades del mismo. Así la frecuencia con que ocurren los fallos de los vehículos o la capacidad del vehículo de trabajar sin desperfecto, está reflejada por la propiedad denominada **Funcionabilidad** (trabajo sin fallo). Al mismo tiempo, la eliminación de las averías de los agregados y sistemas componentes del vehículo está relacionada con la estadía del vehículo en el taller, gastos de fuerza de trabajo y materiales, todo lo cual depende de la característica de **Reparabilidad** del automóvil. Por otra parte, el aumento de la cantidad de fallos de un vehículo hace que, a partir de cierto momento, ya no sea posible, por razones técnicas o económicas, seguir explotándolo, lo cual depende de sus cualidades de **Durabilidad**. Finalmente, durante la transportación y en los periodos en que el vehículos o alguna de sus partes este almacenado, su capacidad de trabajo puede sufrir alteraciones, lo cual viene dado por su **conservabilidad**.

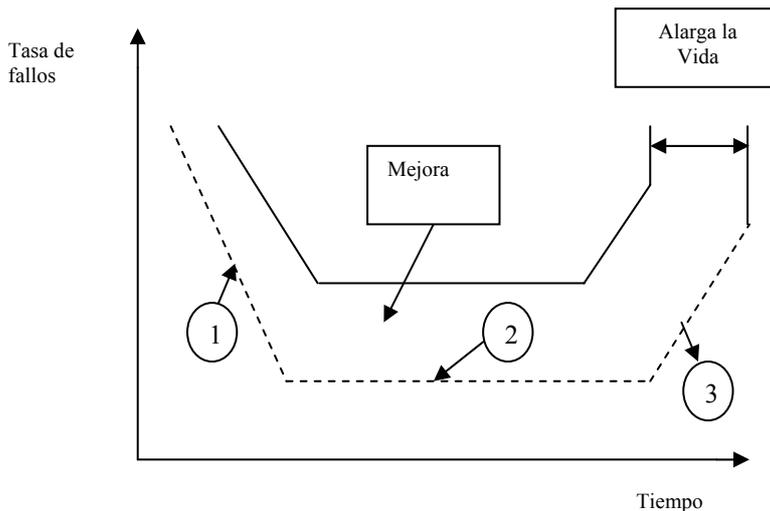
Así la fiabilidad de un automóvil está determinada por sus cualidades de Funcionabilidad, Reparabilidad, Durabilidad y Conservabilidad.

Se entiende por funcionabilidad (trabajo sin fallos) a la propiedad del vehículo (agregado, mecanismo, pieza) de conservar su capacidad de trabajo durante una labor dada sin interrupciones necesarias para eliminar fallos.

Aquí se entiende por labor al trabajo realizado por un elemento cualquiera y que se mide en kilómetros, horas, ciclos, etc.

Los indicadores fundamentales de la funcionabilidad de los elementos del vehículo son: probabilidad de trabajo sin fallos, labor media hasta el fallo, intensidad o tasa de fallos y probabilidad de trabajos sin fallos. Mediante los mismos puede realizarse el pronóstico estadístico de los fallos de dichos elementos del automóvil, lo cual permite prever la demanda de intercambios de piezas y agregados y resolver otros importantes problemas de la explotación de los vehículos.

A partir del análisis de la tasa de fallos se pueden establecer estrategias de mantenimiento y explotación que permitan alargar la vida útil de los equipos lo cual debe ser el objetivo fundamental de una adecuada gestión de mantenimiento.



3.2 - Tratamiento de la información primaria referida a los disfuncionamientos de los vehículos críticos de la empresa eléctrica de Villa Clara

La información está referida a los kilómetros recorridos entre un disfuncionamiento y otro. El objetivo final de dicho análisis es determinar los valores dentro de los cuales oscila la media de dichos recorridos, por grupos de vehículos de iguales características técnicas y funciones similares o muy parecidas.

Para la determinación de los valores dentro de los cuales oscila la media se hace la consideración que los datos siguen una distribución normal, ya que cuando la desviación de la variable aleatoria tratado, en este caso kilómetros recorridos con relación a su valor medio se debe a multitud de fenómenos casuales y donde el deterioro de un único parámetro estructural (desgaste fundamentalmente), no conlleva al disfuncionamiento total se ha demostrado que tiene lugar o se puede considerar el tratamiento a partir de la distribución de densidad probabilística normal.

Para el tratamiento de la información se usó el Software DISMA (Distribución de mejor ajuste) [11]

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Capítulo III

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamientos de los cinco vehículos de marca GM tipo camioneta que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 19/01/07 hasta 17/10/08.

1756	493	1625	3174	590
4628	738	3054	1825	343
1922	162	2578	1226	3621
2883	1056	202	1225	726
3077	1613	1130	1825	206
1203	3473	704	1650	4884
18167	133	155	1355	1391
2895	1758	1397	3362	4134
1235	174	2351	1147	3805
984	3928	15757	156	6258
798	2107	6086	749	
2222	1445	2949	2073	
12115	139	1319	1592	
301	1022	2439	791	
3970	4973	3153	1685	
1553	428	2246	2415	
3607	15209	923	2123	
1350	37	3366	2375	
44	5763	908	986	
2920	532	1466	198	

2. Organización de los Datos

x[1]-->	37.000000	x[20]-->	738.000000	x[40]-->	1397.000000
x[2]-->	44.000000	x[21]-->	749.000000	x[41]-->	1445.000000
x[3]-->	133.000000	x[22]-->	791.000000	x[42]-->	1466.000000
x[4]-->	139.000000	x[23]-->	798.000000	x[43]-->	1553.000000
x[5]-->	155.000000	x[24]-->	908.000000	x[44]-->	1592.000000
x[6]-->	156.000000	x[25]-->	923.000000	x[45]-->	1613.000000
x[7]-->	162.000000	x[26]-->	984.000000	x[46]-->	1625.000000
x[8]-->	174.000000	x[27]-->	986.000000	x[47]-->	1650.000000
x[9]-->	198.000000	x[28]-->	1022.000000	x[48]-->	1685.000000
x[10]-->	202.000000	x[29]-->	1056.000000	x[49]-->	1756.000000
x[11]-->	206.000000	x[30]-->	1130.000000	x[50]-->	1758.000000
x[12]-->	301.000000	x[31]-->	1147.000000	x[51]-->	1825.000000
x[13]-->	343.000000	x[32]-->	1203.000000	x[52]-->	1825.000000
x[14]-->	428.000000	x[33]-->	1225.000000	x[53]-->	1922.000000
x[15]-->	428.000000	x[34]-->	1226.000000	x[54]-->	2073.000000
x[16]-->	493.000000	x[35]-->	1235.000000	x[55]-->	2107.000000
x[17]-->	532.000000	x[36]-->	1319.000000	x[56]-->	2123.000000
x[18]-->	590.000000	x[37]-->	1350.000000	x[57]-->	2222.000000
x[19]-->	704.000000	x[38]-->	1355.000000	x[58]-->	2246.000000
	726.000000	x[39]-->	1391.000000	x[59]-->	2351.000000
x[60]-->	2375.000000	x[80]-->	4134.000000		
x[61]-->	2415.000000	x[81]-->	4628.000000		
x[62]-->	2439.000000	x[82]-->	4884.000000		
x[63]-->	2578.000000	x[83]-->	4973.000000		
x[64]-->	2883.000000	x[84]-->	5763.000000		
x[65]-->	2895.000000	x[85]-->	6086.000000		
x[66]-->	2920.000000	x[86]-->	6258.000000		
x[67]-->	2949.000000	x[87]-->	12115.000000		
x[68]-->	3054.000000	x[88]-->	15209.000000		
x[69]-->	3077.000000	x[89]-->	15757.000000		
x[70]-->	3153.000000	x[90]-->	18167.000000		
x[71]-->	3174.000000				
x[72]-->	3362.000000				
x[73]-->	3366.000000				
x[74]-->	3473.000000				
x[75]-->	3607.000000				
x[76]-->	3621.000000				
x[77]-->	3805.000000				
x[78]-->	3928.000000				
x[79]-->	3970.000000				

3. Características Numéricas de los Valores

```
=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....2494.566667
varianza muestral < σ̂ >.....9999567.843817
desviación típica.....3162.209330
coef. de variación.....126.763873
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```
=====
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL      media< μ >..... 2494.5667
           desviación< σ̂ >.... 3162.2093
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamientos de los dos vehículos de marca Citroën tipo panel que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 05/01/07 hasta 22/10/08

170	1127	1809	
649	940	654	
4492	730	1621	
473	1827	1797	
6117	1201	1757	
802	4528	1586	
1578	2187	24	
1015	278		
3873	642		
1453	487		

2. Organización de los Datos

```
x[ 1]----> 24.000000
x[ 2]----> 170.000000
x[ 3]----> 278.000000
x[ 4]----> 473.000000
x[ 5]----> 487.000000
x[ 6]----> 642.000000
x[ 7]----> 649.000000
x[ 8]----> 654.000000
x[ 9]----> 730.000000
x[10]----> 802.000000
x[11]----> 940.000000
x[12]----> 1015.000000
x[13]----> 1127.000000
x[14]----> 1201.000000
x[15]----> 1453.000000
x[16]----> 1578.000000
x[17]----> 1586.000000
x[18]----> 1621.000000
x[19]----> 1757.000000
x[20]----> 1797.000000
x[21]----> 1809.000000
x[22]----> 1827.000000
x[23]----> 2187.000000
x[24]----> 3873.000000
x[25]----> 4492.000000
x[26]----> 4528.000000
x[27]----> 6117.000000
```

3. Características Numéricas de los Valores

```
=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....1622.851852
varianza muestral < σ̄ >.....2195205.054135
desviación típica.....1481.622440
coef. de variación.....91.297455
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```
=====
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
-----
NORMAL      media< μ >..... 1622.8519
            desviación< σ̄ >... 1481.6224
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento de los cinco vehículos de marca Zil 131 tipo pluma que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 23/04/07 hasta 21/12/08

532	101	20	6354	292	1944
189	1064	802	415	936	430
938	84	538	8883	38	60
365	75	60	4404	322	45
1141	413	1641	1863	58	8
1225	603	581	6181	843	453
1224	884	9614	100	892	266
1207	170	9498	1994	1862	546
156	350	1	261	1668	108
1354	661	2975	148	1552	

2. Organización de los Datos

```
x[ 1 ]----> 1.000000 x[ 20 ]----> 292.000000 x[ 40 ]----> 1064.000000
x[ 2 ]----> 8.000000 x[ 21 ]----> 322.000000 x[ 41 ]----> 1141.000000
x[ 3 ]----> 20.000000 x[ 22 ]----> 350.000000 x[ 42 ]----> 1207.000000
x[ 4 ]----> 38.000000 x[ 23 ]----> 365.000000 x[ 43 ]----> 1224.000000
x[ 5 ]----> 45.000000 x[ 24 ]----> 413.000000 x[ 44 ]----> 1225.000000
x[ 6 ]----> 58.000000 x[ 25 ]----> 415.000000 x[ 45 ]----> 1354.000000
x[ 7 ]----> 60.000000 x[ 26 ]----> 430.000000 x[ 46 ]----> 1552.000000
x[ 8 ]----> 60.000000 x[ 27 ]----> 453.000000 x[ 47 ]----> 1641.000000
x[ 9 ]----> 75.000000 x[ 28 ]----> 532.000000 x[ 48 ]----> 1668.000000
x[ 10 ]----> 94.000000 x[ 29 ]----> 538.000000 x[ 49 ]----> 1862.000000
x[ 11 ]----> 100.000000 x[ 30 ]----> 546.000000 x[ 50 ]----> 1863.000000
x[ 12 ]----> 101.000000 x[ 31 ]----> 581.000000 x[ 51 ]----> 1944.000000
x[ 13 ]----> 108.000000 x[ 32 ]----> 603.000000 x[ 52 ]----> 1994.000000
x[ 14 ]----> 148.000000 x[ 33 ]----> 661.000000 x[ 53 ]----> 2975.000000
x[ 15 ]----> 156.000000 x[ 34 ]----> 802.000000 x[ 54 ]----> 4404.000000
x[ 16 ]----> 170.000000 x[ 35 ]----> 843.000000 x[ 55 ]----> 6181.000000
x[ 17 ]----> 189.000000 x[ 36 ]----> 884.000000 x[ 56 ]----> 6354.000000
x[ 18 ]----> 261.000000 x[ 37 ]----> 892.000000 x[ 57 ]----> 8883.000000
x[ 19 ]----> 266.000000 x[ 38 ]----> 936.000000 x[ 58 ]----> 9498.000000
x[ 39 ]----> 938.000000 x[ 59 ]----> 9614.000000
```

3. Características Numéricas de los Valores

```
=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....1379.525424
varianza muestral < σ̄ >.....5096068.219175
desviación típica.....2257.447279
coef. de variación.....163.639411
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```

=====
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL        media( μ )..... 1379.5254
              desviación( σ ).... 2257.4473
    
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento de los dos vehículos de marca Zil 131 y uno de marca Dong Feng tipo grúa que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 03/05/07 hasta 19/12/08

1179	3191	747	284	94	383
3205	98	3249	3900	579	26
2275	862	1527	4167	26	1487
4045	1232	96	794	155	
960	798	777	1409	5185	
6681	2339	2653	20	10581	
355	535	1040	3339	363	
27331	1285	2290	5527	1829	
982	1068	8439	380	3262	
2066	1913	202	926	2176	

2. Organización de los Datos

```

x[ 1]----> 20.000000  x[ 20]----> 862.000000  x[ 40]----> 3191.000000
x[ 2]----> 26.000000  x[ 21]----> 926.000000  x[ 41]----> 3205.000000
x[ 3]----> 26.000000  x[ 22]----> 960.000000  x[ 42]----> 3249.000000
x[ 4]----> 94.000000  x[ 23]----> 982.000000  x[ 43]----> 3262.000000
x[ 5]----> 96.000000  x[ 24]----> 1040.000000 x[ 44]----> 3339.000000
x[ 6]----> 98.000000  x[ 25]----> 1068.000000 x[ 45]----> 3900.000000
x[ 7]----> 155.000000 x[ 26]----> 1179.000000 x[ 46]----> 4045.000000
x[ 8]----> 202.000000 x[ 27]----> 1232.000000 x[ 47]----> 4167.000000
x[ 9]----> 284.000000 x[ 28]----> 1285.000000 x[ 48]----> 5185.000000
x[ 10]----> 355.000000 x[ 29]----> 1409.000000 x[ 49]----> 5527.000000
x[ 11]----> 363.000000 x[ 30]----> 1487.000000 x[ 50]----> 6681.000000
x[ 12]----> 380.000000 x[ 31]----> 1527.000000 x[ 51]----> 8439.000000
x[ 13]----> 383.000000 x[ 32]----> 1829.000000 x[ 52]----> 10581.000000
x[ 14]----> 535.000000 x[ 33]----> 1913.000000 x[ 53]----> 27331.000000
x[ 15]----> 579.000000 x[ 34]----> 2066.000000
x[ 16]----> 747.000000 x[ 35]----> 2176.000000
x[ 17]----> 777.000000 x[ 36]----> 2275.000000
x[ 18]----> 794.000000 x[ 37]----> 2290.000000
x[ 19]----> 798.000000 x[ 38]----> 2339.000000
              x[ 39]----> 2653.000000
    
```

3. Características Numéricas de los Valores

```

=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral ( μ ).....2458.716981
varianza muestral ( σ² ).....16789780.206814
desviación típica.....4097.533430
coef. de variación.....166.653318
    
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```

=====
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL        media( μ )..... 2458.7170
              desviación( σ ).... 4097.5334
    
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento de los dos vehículos de marca Fiat Iveco tipo panel y camión cesta que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 17/05/07 hasta 18/12/08		
683	2021	789
24	4522	229
7039	152	1234
1119	2373	666
232	319	62
514	1502	883
494	227	268
1818	444	66
4629	856	135
664	624	487
		62
		180

2. Organización de los Datos

x[1]---->	24.000000	x[20]---->	683.000000
x[2]---->	62.000000	x[21]---->	789.000000
x[3]---->	62.000000	x[22]---->	856.000000
x[4]---->	66.000000	x[23]---->	883.000000
x[5]---->	135.000000	x[24]---->	1119.000000
x[6]---->	152.000000	x[25]---->	1234.000000
x[7]---->	180.000000	x[26]---->	1502.000000
x[8]---->	227.000000	x[27]---->	1818.000000
x[9]---->	229.000000	x[28]---->	2021.000000
x[10]---->	232.000000	x[29]---->	2373.000000
x[11]---->	268.000000	x[30]---->	4522.000000
x[12]---->	319.000000	x[31]---->	4629.000000
x[13]---->	444.000000	x[32]---->	7039.000000
x[14]---->	487.000000		
x[15]---->	494.000000		
x[16]---->	514.000000		
x[17]---->	624.000000		
x[18]---->	664.000000		
x[19]---->	666.000000		

3. Características Numéricas de los Valores

```

=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....1103.656250
varianza muestral < σ̃ >.....2442998.748995
desviación típica.....1563.009517
coef. de variación.....141.621045
    
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```

=====
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL      media< μ >..... 1103.6563
            desviación< σ̃ >.... 1563.0095
            desviación< σ̃ >.... 1563.0095
    
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento del vehículo de marca Nissan tipo camión cesta que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 07/05/07 hasta 02/12/08		
3025	128	1712
3021	108	3044
5219	60	2501
1080	2805	1163
416398	2840	582
1276	4324	4637
1150	4209	1943
3253	3463	
281	978	

2. Organización de los Datos

```

x[ 1]----> 60.000000
x[ 2]----> 108.000000
x[ 3]----> 128.000000
x[ 4]----> 281.000000
x[ 5]----> 582.000000
x[ 6]----> 978.000000
x[ 7]----> 1080.000000
x[ 8]----> 1150.000000
x[ 9]----> 1163.000000
x[10]----> 1276.000000
x[11]----> 1712.000000
x[12]----> 1943.000000
x[13]----> 2501.000000
x[14]----> 2805.000000
x[15]----> 2840.000000
x[16]----> 3021.000000
x[17]----> 3025.000000
x[18]----> 3044.000000
x[19]----> 3253.000000
x[20]----> 3463.000000
x[21]----> 4209.000000
x[22]----> 4324.000000
x[23]----> 4637.000000
x[24]----> 5219.000000
x[25]---->416398.000000
    
```

3. Características Numéricas de los Valores

```

=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....18768.000000
varianza muestral < σ̂ >.....6864682868.831451
desviación típica.....82853.381759
coef. de variación.....441.460900
    
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```

=====
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL      media< μ >..... 18768.0000
            desviación< σ̂ >... 82853.3818
    
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento del vehículo de marca Nissan tipo Panel que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 23/07/07 hasta 18/12/08				
3370	1443	392	2300	694
4616	6595	1816	73	981
201	8356	6730	6221	2579
1113	936	299	2401	885
649	3394	831	1382	423
				1917

2. Organización de los Datos

```
x[ 1]---> 73.000000
x[ 2]---> 201.000000
x[ 3]---> 299.000000
x[ 4]---> 392.000000
x[ 5]---> 423.000000
x[ 6]---> 649.000000
x[ 7]---> 694.000000
x[ 8]---> 831.000000
x[ 9]---> 885.000000
x[ 10]---> 936.000000
x[ 11]---> 981.000000
x[ 12]---> 1113.000000
x[ 13]---> 1382.000000
x[ 14]---> 1443.000000
x[ 15]---> 1816.000000
x[ 16]---> 1917.000000
x[ 17]---> 2300.000000
x[ 18]---> 2401.000000
x[ 19]---> 2579.000000
x[ 20]---> 3370.000000
x[ 21]---> 3394.000000
x[ 22]---> 4616.000000
x[ 23]---> 6221.000000
x[ 24]---> 6595.000000
x[ 25]---> 6730.000000
x[ 26]---> 8356.000000
```

3. Características Numéricas de los Valores

```
=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....2330.653846
varianza muestral < σ² >.....5394239.835388
desviación típica.....2322.550287
coef. de variación.....99.652305
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```
ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL      media< μ >..... 2330.6538
            desviación< σ² >.... 2322.5503
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento del vehículos de marca Maz tipo camión grúa que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 28/05/08hasta 27/11/08	
	1123
	1033
	478

2. Organización de los Datos

```
x[ 1]---> 478.000000
x[ 2]---> 1033.000000
x[ 3]---> 1123.000000
```

3. Características Numéricas de los Valores

```
=====
CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....878.000000
varianza muestral < σ² >.....122025.000000
desviación típica.....349.320769
coef. de variación.....39.785965
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```

ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL        media< μ >..... 878.0000
              desviación< σ >.... 349.3208
    
```

1. Tabla de datos de Km y disfuncionamiento

Km recorridos entre disfuncionamiento del vehículos de marca Gaz66 tipo camión que realiza la operación de Guardia Eléctrica del 24/08/07 hasta 03/11/08	
	256
	363
	504
	76
	641
	70
	162
	864
	25
	2150

2. Organización de los Datos

```

x[ 1]----> 25.000000
x[ 2]----> 70.000000
x[ 3]----> 76.000000
x[ 4]----> 162.000000
x[ 5]----> 256.000000
x[ 6]----> 363.000000
x[ 7]----> 504.000000
x[ 8]----> 641.000000
x[ 9]----> 864.000000
x[ 10]----> 2150.000000
    
```

3. Características Numéricas de los Valores

```

CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LA VARIABLE ALEATORIA
=====
media muestral < μ >.....511.100000
varianza muestral < σ >.....406278.988889
desviación típica.....637.400180
coef. de variación.....124.711442
    
```

4. Estimación de Parámetros de la Distribución Normal

```

ESTIMACION DE PARAMETROS
=====
DISTRIB.      PARAMETROS      ESTIMACION
=====
NORMAL        media< μ >..... 511.1000
              desviación< σ >.... 637.4002
    
```

3.3 - Determinación del intervalo de confianza utilizando la distribución t de student

Distribución normal

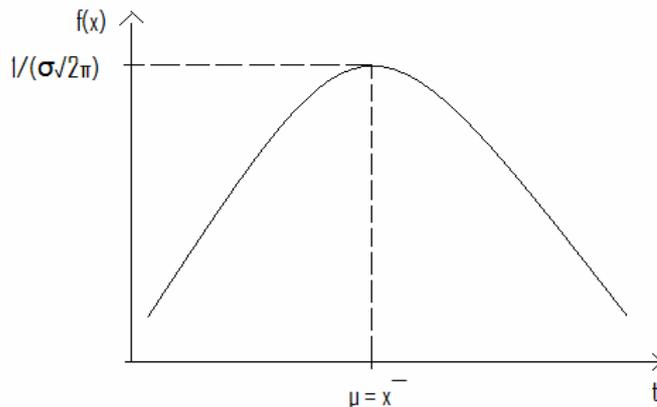
Cuando la desviación de una variable aleatoria con relación a su valor medio se debe a multitud de fenómenos casuales, cada uno de ellos despreciables frente al conjunto y con la misma probabilidad de una variación negativa que positiva, se demuestra que tiene lugar una distribución simétrica de la forma siguiente:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad -\alpha < t < \alpha$$

μ y σ representan la media o $E(x)$ y la desviación típica

$$t_0 = \mu = E(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad \sigma = s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - t_0)^2}$$

La curva de la distribución es simétrica

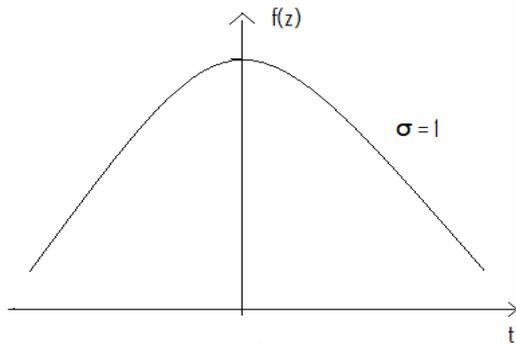


Según sea el valor de σ habrá mayor o menor concentración de los datos respecto a valor central que es μ .

Es conveniente que $f(t)$ sea de forma tal que no necesite tabulación para las diversas combinaciones que puedan tener μ y σ . El cambio de variable $Z = \frac{t-\mu}{\sigma}$, hace que

todo cálculo de probabilidad donde se utilice una distribución normal sea mucho más fácil utilizando la llamada forma estandarizada. En este caso Z está distribuida normalmente pero con media $\mu = 0$ y varianza $\sigma = 1$.

$$\text{Entonces } f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$



La función de distribución acumulada normal estandarizada

$$F(z) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) = \phi(z) \quad \text{y} \quad P(t) = 1 - F(z)$$

Con frecuencia los tiempos hasta el estado límite y los tiempos hasta el fallo por desgaste se ajustan a la distribución normal.

Como aspecto importante debemos señalar que:

$t \pm 1\sigma$ - incluye aproximadamente el 68% de área bajo la curva

$t \pm 2\sigma$ - incluye el 95%

$t \pm 3\sigma$ - incluye el 100%

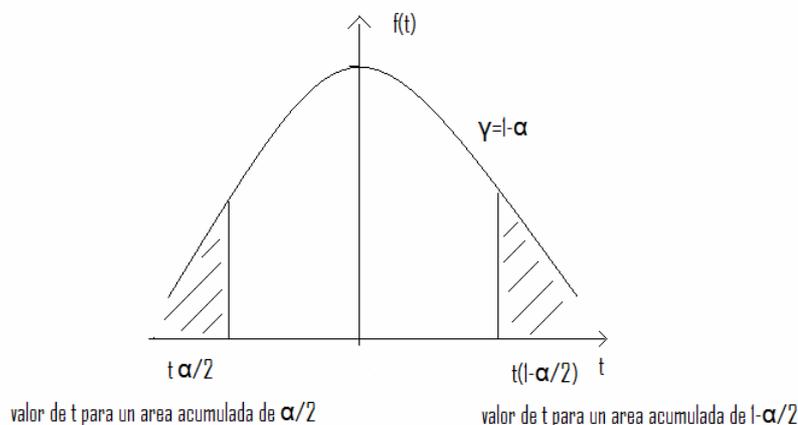
Estimación por intervalo de confianza (Distribución Normal)

El intervalo de confianza para estimar la media μ de una población normal, lo más común en la práctica es que no se conozca σ y se estime por medio de S . en este caso la distribución muestral aplicable es la t de student.

Cumpléndose que:

$$\frac{x - \mu}{s / \sqrt{n}} \approx t(n-1); \quad (n-1) - \text{grados de libertad}$$

La distribución t de student es simétrica respecto al Y y t .



Ayudada por la figura podemos plantear:

$$P\left(t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \leq \frac{x-\mu}{s/\sqrt{n}} \leq t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right); n-1}\right) = 1-\alpha$$

Manipulando algebraicamente la desigualdad y teniendo en cuenta que $t_{\frac{\alpha}{2}} = t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}$ por simétrica la distribución se obtiene:

$$\left(x - t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}\right) \leq \mu \leq \left(x + t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}\right)$$

Para la determinación del intervalo de confianza, se hizo el uso de la tabla de la distribución t de student.

La distribución t de student está asociada a la distribución normal y la distribución ji-cuadrado, ya que si la variable aleatoria Z sigue una distribución N (0,1) y es independiente de la variable x^2 con γ grados de libertad, entonces $t = \frac{z\sqrt{\gamma}}{\sqrt{x^2}}$

es una variable aleatoria que tiene una distribución t de student con γ grados de libertad, donde γ es el parámetro de la distribución.

Características de la Tabla

1. La tabla se ha construido con doble entrada, para los valores de D y de γ . Los valores de γ aparecen consecutivos de 1 al 30 y de ahí en lo adelante saltados; esto es así porque para $\gamma > 30$ puede usarse la distribución N (0,1) como aproximación de la distribución t de student. Los valores de D son menores que 0,5 y son aquellos de uso más frecuente.
2. La tabla está concebida partiendo de la simetría de la distribución relación con cero, por lo que los valores de $t_{D;\gamma}$ son siempre positivos ya que se corresponden con los valores de $D < 0.5$.

A continuación se determina los intervalos de confianza para cada grupo de vehículos de la misma marca o el mismo tipo.

Para eso se hizo el uso de la siguiente fórmula:

$$\left(x - t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}\right) \leq \mu \leq \left(x + t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}\right), \text{ en el cual}$$

x - es la media aritmética

α - es el error

s - es la desviación típica

n - es la cantidad de la muestra (9)

El valor de $t_{\frac{\alpha}{2}; n-1}$ se busco en la tabla de t de student.

Para determinar el valor de $t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}$ buscamos en el encabezamiento de las columnas el valor de $1-\frac{\alpha}{2}$ y el extremo izquierdo de las filas el valor de $n-1$. Los valores de la media y la desviación típica, son valores que se obtiene por el software DISMA.

Utilizando la formula de la distribución Normal, y los datos que se obtuvo del software DISMA, se calcula la frecuencia de inspección diagnostica para cada vehículo o grupo de vehículos de la misma marca o tipo.

Formula de la distribución normal

$$\left(x - t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \leq \mu \leq \left(x + t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca GM de tipo camioneta

$$\left(2494.566 - t_{0.95;89} \frac{3162.209}{\sqrt{90}} \right) \leq K \leq \left(2494.566 + t_{0.95;89} \frac{3162.209}{\sqrt{90}} \right)$$
$$(2494.566 - 1.29 * 333.355) \leq K \leq (2494.566 + 1.29 * 333.355)$$
$$2065 \leq K \leq 2925$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Citroën tipo Panel

$$\left(1622.851 - t_{0.95;26} \frac{1481.622}{\sqrt{27}} \right) \leq K \leq \left(1622.851 + t_{0.95;26} \frac{1481.622}{\sqrt{27}} \right)$$
$$(1622.851 - 1.31 * 285.146) \leq K \leq (1622.851 + 1.31 * 285.146)$$
$$1249 \leq K \leq 1996$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Zil131 tipo camión pluma

$$\left(1379.525 - t_{0.95;58} \frac{2257.447}{\sqrt{59}} \right) \leq K \leq \left(1379.525 + t_{0.95;58} \frac{2257.447}{\sqrt{59}} \right)$$
$$(1379.525 - 1.29 * 293.900) \leq K \leq (1379.525 + 1.29 * 293.900)$$
$$1000 \leq K \leq 1758$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marcas Zil131 y Dong Feng tipo grúa

$$\left(2458.717 - t_{0.95;52} \frac{4097.533}{\sqrt{53}} \right) \leq K \leq \left(2458.717 + t_{0.95;52} \frac{4097.533}{\sqrt{53}} \right)$$
$$(2458.717 - 1.29 * 562.847) \leq K \leq (2458.717 + 1.29 * 562.847)$$
$$1733 \leq K \leq 3185$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Fiat de tipo Panel

$$\left(1103.655 - t_{0.95;31} \frac{1563.009}{\sqrt{32}}\right) \leq K \leq \left(1103.655 + t_{0.95;31} \frac{1563.009}{\sqrt{32}}\right)$$
$$(1103.655 - 1.31 * 276.345) \leq K \leq (1103.655 + 1.31 * 276.345)$$
$$742 \leq K \leq 1466$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Nissan tipo camión Cesta

$$\left(18768 - t_{0.95;24} \frac{82853.381}{\sqrt{25}}\right) \leq K \leq \left(18768 + t_{0.95;24} \frac{82853.381}{\sqrt{25}}\right)$$
$$(18768 - 1.31 * 16570.676) \leq K \leq (18768 + 1.31 * 16570.676)$$
$$2940 \leq K \leq 40476$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Nissan tipo Panel

$$\left(2330.653 - t_{0.95;25} \frac{2322.550}{\sqrt{26}}\right) \leq K \leq \left(2330.653 + t_{0.95;25} \frac{2322.550}{\sqrt{26}}\right)$$
$$(2330.653 - 1.31 * 455.491) \leq K \leq (2330.653 + 1.31 * 455.491)$$
$$1734 \leq K \leq 2927$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Maz tipo grúa

$$\left(878 - t_{0.95;2} \frac{349.320}{\sqrt{3}}\right) \leq K \leq \left(878 + t_{0.95;2} \frac{349.320}{\sqrt{3}}\right)$$
$$(878 - 1.88 * 201.685) \leq K \leq (878 + 1.88 * 201.685)$$
$$499 \leq K \leq 1257$$

Calculo de la frecuencia de inspección para vehículos de marca Gaz66 de tipo Camión

$$\left(511.100 - t_{0.95;9} \frac{637.400}{\sqrt{10}}\right) \leq K \leq \left(511.100 + t_{0.95;9} \frac{637.400}{\sqrt{10}}\right)$$
$$(511.100 - 1.38 * 201.581) \leq K \leq (511.100 + 1.38 * 201.581)$$
$$233 \leq K \leq 789$$

El valor correspondiente a la media de los km recorridos para cada uno de los vehículos o grupos de estos se corresponde con el momento más probable para que aparezca el disfuncionamiento y por lo tanto la realización de cualquier actividad de diagnóstico o profiláctica debe hacerse antes de que se alcance dicho valor, lo que en este caso se corresponde con el valor del límite inferior del intervalo de confianza calculado para un nivel de riesgo del 10%.

Capítulo III

Así para los vehículos de marca GM tipo camioneta la inspección diagnóstica se realizara a los 2065 km o antes de acuerdo al cálculo, sugerimos a los 2000 km recorridos.

De igual forma para el resto de los vehículos se obtuvieron los siguientes resultados:

Vehículos de marca Citroën debe recorrer 1249 km sugerimos la inspección diagnóstica a los 1200 km recorridos

Vehículos de marca Zil131 tipo pluma debe recorrer 1000 km sugerimos la inspección diagnóstica a los 1000 km recorridos

Vehículos de marca zil131 y Dong Feng tipo grúa debe recorrer 1733 km, sugerimos la inspección diagnóstica a los 1700 km recorridos

Vehículos de marca Fiat panel debe recorrer 742 km, sugerimos la inspección diagnóstica a los 700 km recorridos

Vehículos de marca Nissan camión Cesta debe recorrer 2940 Km, sugerimos la inspección diagnóstica a los 2900 km recorridos

Vehículos de marca Nissan Panel debe recorrer 1734 Km, sugerimos la inspección diagnóstica a los 1700 km recorridos

Vehículos de marca Maz grúa debe recorrer 499 km, sugerimos la inspección diagnóstica a los 500 km recorridos

Vehículos de marca Gaz66 camión debe recorrer 233 km, sugerimos la inspección diagnóstica a los 200 km recorridos

Conclusiones Parciales

Como resultado del cálculo del intervalo de confianza de la media, en este caso km recorridos se pudo conocer para cada una de las marcas de vehículos la frecuencia de las inspecciones diagnósticas, todo lo cual permite prever con antelación todas las actividades de mantenimiento preventivo planificado para el momento en que corresponda así como evitar fallos imprevistos de los vehículos en explotación e interrupciones a los servicios de la empresa.

CONCLUSIONES GENERALES

1. La caracterización de la empresa y el estado de la gestión de mantenimiento nos permitió conocer la situación que se presenta con esta actividad, la cual requiere de un reordenamiento de la planificación, organización y ejecución de las actividades que permitan disminuir el número de imprevistos además de poder contar con un mayor conocimiento de los vehículos cuando entran en un mantenimiento planificado o por concepto de una avería imprevista.
2. Las hojas de inspección diagnóstica son uno de los instrumentos que permiten lograr una mayor flexibilidad en la realización de las actividades planificadas y lograr actividades correctivas con impactos minimizados, más controlados, todo lo cual puede redundar en la disminución de los costos de mantenimiento.
3. El cumplimiento con los plazos de las inspecciones diagnósticas de acuerdo a los km recorridos permitirá la disminución del número de imprevistos y el logro de una mejor previsión para las actividades planificadas

Recomendaciones

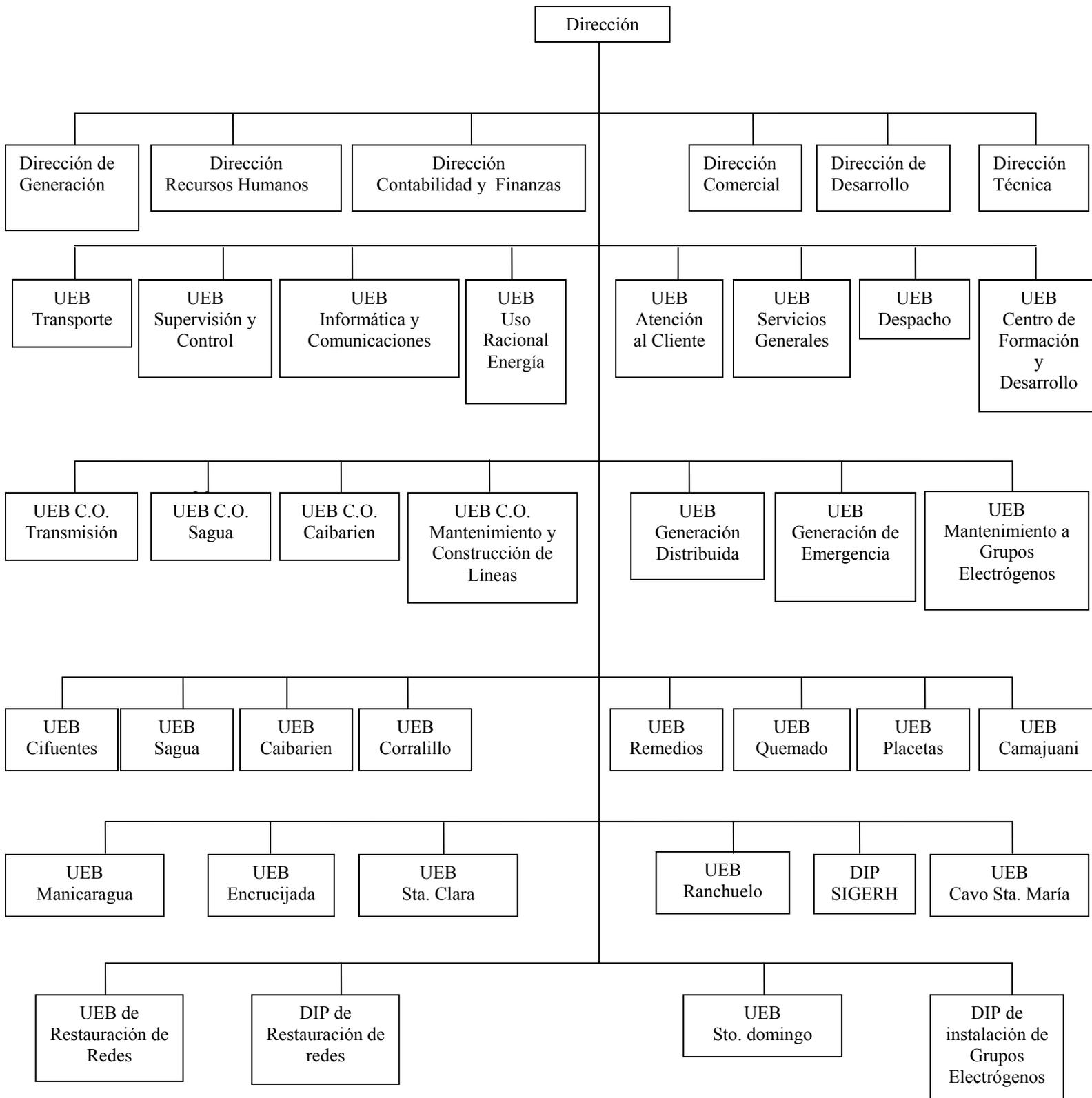
- ✓ Establecer cada una de las actividades que comprenden el ciclo de trabajo de mantenimiento en la empresa para el logro de una mejor gestión: Planificación-Programación-Ejecución-Registro y control-Análisis y evaluación-Planificación.
- ✓ Mejorar documentación técnica necesaria para la ejecución, registro, evaluación y control de la actividad del mantenimiento.
- ✓ Profundizar en la determinación del número de vehículos críticos de la empresa

BIBLIOGRAFIA

1. http://www.guiaautomotrizcr.com/Articulos/articulos_automotriz_mantenimiento.Php.
2. [http://www.rpsalud.com/newsletter2.php?Id_Noticia=25/Mantenimiento de Vehículos Vs Seguridad](http://www.rpsalud.com/newsletter2.php?Id_Noticia=25/Mantenimiento_de_Vehiculos_Vs_Seguridad).
3. [http://www.geofisica.unam.mx/inf_inter/pdf/ReglamtoVeh_v3.pdf/ReglamtoVeh_v3/Mantenimiento industrial](http://www.geofisica.unam.mx/inf_inter/pdf/ReglamtoVeh_v3.pdf/ReglamtoVeh_v3/Mantenimiento_industrial).
4. [http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4085/2/Apuntes_mantenimiento.pdf/Apuntes de mantenimiento](http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4085/2/Apuntes_mantenimiento.pdf/Apuntes_de_mantenimiento).
5. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/3encuent/dursbeck.pdf/dursbeck>.
6. [http://www.saladillo.gov.ar/notamantenim.htm/MANTENIMIENTO DE EQUIPOS VIABLES](http://www.saladillo.gov.ar/notamantenim.htm/MANTENIMIENTO_DE_EQUIPOS_VIABLES).
7. [http://www.bumeran.com.ve/empleos/6919480-jefe-de-mantenimiento-automotriz.html/JEFE DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ AME ASISTENCIA MEDICA Trabajo en Venezuela - Empleo Bumerán Venezuela](http://www.bumeran.com.ve/empleos/6919480-jefe-de-mantenimiento-automotriz.html/JEFE_DE_MANTENIMIENTO_AUTOMOTRIZ_AME_ASISTENCIA_MEDICA_Trabajo_en_Venezuela_-_Empleo_Bumeran_Venezuela).
8. Explotación Técnica de Automóviles `Ing. Higinio Luna Lauzurique.
9. Tablas y Resúmenes Estadísticos `Aida Rodríguez, Luis M. Hernández.
10. Reyes Carvajal Tirso. Apuntes para un libro de texto. UCLV. 2005.
11. Reyes Carvajal T. Aportes a las técnicas y procedimientos para el cálculo de los índices de fiabilidad y mantenimiento de las instalaciones industriales. TD. 1997
12. AECC. Calidad y fiabilidad en el diseño y desarrollo. 1996.
13. Asociación española de mantenimiento. El mantenimiento en España. España 1995.
14. Borda E. J. Colectivo de autores. Mecánica de Vibraciones para Mantenimiento Predictivo.
15. Borda E. J. Técnica de mantenimiento avanzado. España 1990.
16. Barrio, R. L. Análisis de vibraciones, segunda parte, revista mantenimiento, España 1996.
17. De la Paz Martínez. Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la industria textil
18. Elejobarrieta J. B. Técnicas de mantenimiento avanzado y competitividad industrial.
19. F. P. Silvia. Generadores de vapor, determinación de deficiencias. España 1993.
20. González, G, L. D. y Díaz, E. A. O. Los ensayos no destructivos en la industria azucarera,
21. Moubray J. Reliability Centered Maintenance. Segunda edición. Editorial industrial press.
22. Martínez H. E., Santander G. E. Empleo eficiente del colector de datos FFT Microlog CMVA- 40 en la industria azucarera. ISPJAE. 1997.
23. Nakajima. S. Programa de mejora TPM. Japón 1994.
24. Prim R. Colectivo de autores. Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado. 1986.
25. Dr. Palomino M. E. Material de apoyo para el curso de TÉCNICA DE ANÁLISIS POR VIBRACIONES EN EL MANTENIMIENTO, ofertado por la escuela de la industria básica. Abril, 1997.
26. Reyes S. F. Hacia la excelencia en mantenimiento. España 1995.
27. Sotskov. Fundamentos de la teoría y del cálculo de fiabilidad. 1972

ANEXOS

Estructura de la empresa eléctrica de Villa Clara



Estructura de UEB – Transporte Santa Clara

