

Análisis del Plan de Mantenimiento en Sistema de Refrigeración de Vehículos Chevrolet NPR
Diésel.

Jhon Yesid Niño Guerrero
Pablo Humberto Gordillo Martínez

Director:
Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Universidad ECCI
Especialización de Gerencia de Mantenimiento
Bogotá D.C
Febrero 2022

Análisis del Plan de Mantenimiento en Sistema de Refrigeración de Vehículos Chevrolet NPR
Diésel.

Autores:

Jhon Yesid Niño Guerrero
Pablo Humberto Gordillo Martínez
Universidad ECCI

Proyecto de Grado para Optar el Título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento

Asesor:

Ing. Miguel Ángel Urian Tinoco

Universidad ECCI

Especialización de Gerencia de Mantenimiento

Bogotá D.C

Febrero 2022

Tabla de contenido

1	Título de la investigación.....	10
2	Problema de investigación	10
2.1	Descripción del problema.....	10
2.2	Planteamiento del problema	12
2.3	Sistematización del problema.....	12
3	Objetivos de la investigación	12
3.1	Objetivo general	12
3.2	Objetivos específicos.....	12
4	Justificación y delimitación	13
4.1	Justificación.....	13
4.2	Delimitación	15
4.3	Limitaciones	15
5	Marco conceptual.....	16
5.1	Estado del arte	16
5.1.1	Estado del arte nacional.	16
5.2	Marco teórico	26
5.2.1	Definición de mantenimiento.....	27
5.2.2	Clasificación del mantenimiento.....	27
5.2.3	Análisis del modo y efecto de falla (AMEF).	34

	4
5.2.4 Motor diésel.	36
5.2.5 Vehículo Chevrolet NPR.	37
5.2.6 Sistema de refrigeración de un motor.	42
5.2.7 Líquido refrigerante.	43
5.3 Marco normativo/legal	53
6 Marco metodológico	54
6.1 Recolección de la información	54
6.1.1 Tipo de investigación.	54
6.1.2 Fuentes de obtención de la información.	55
6.1.3 Herramientas.	56
6.1.4 Metodología.	56
6.1.5 Información recopilada.	57
6.2 Análisis de información	79
6.2.1 Jerarquización de activos. Caso estudio.	79
6.2.2 Estimado de frecuencia de fallas.	82
6.2.3 Caracterización impactos.	82
6.3 Propuestas de solución	92
7 Impactos esperados/generados	94
7.1 Impactos alcanzados.	94
7.2 Impactos esperados	95

8	Análisis financiero	96
8.1	Costo de ciclo de vida del Activo Chevrolet NPR	96
8.1.1	Discriminación de Costos (CAPEX)/(OPEX).	96
8.1.2	Cálculo del costo de ciclo de vida del activo Chevrolet NPR.	99
8.1.3	Presupuesto anual del activo NPR.	105
8.2	Sobre costos Mantenimiento Por Reparaciones No Planeadas.	108
9	Conclusiones y recomendaciones	114
9.1	Conclusiones	114
9.2	Recomendaciones.....	114

Lista de tablas.

Tabla 1 Legislación Para Flotas de Vehículos y Carga.	53
Tabla 2 Tipos de Investigación Aplicados.....	55
Tabla 3 Parámetros de Mantenimiento Sistema de Refrigeración Vehículo NPR.	58
Tabla 4 Parámetros de Mantenimiento Sistema de Dirección Vehículo NPR.....	58
Tabla 5 Parámetros de Mantenimiento Sistema de Suspensión Vehículo NPR.	59
Tabla 6 Parámetros de Mantenimiento Sistema Motor Vehículo NPR.	60
Tabla 7 Parámetros de Mantenimiento chasis Vehículo NPR.	61
Tabla 8 Parámetros de Mantenimiento Sistema Suspensión Delantera Vehículo NPR.	61
Tabla 9 Parámetros de Mantenimiento Sistema de Frenos Vehículo NPR.	62
Tabla 10 Parámetros de Mantenimiento Caja de Velocidades y Embrague Vehículo NPR.	63
Tabla 11 Parámetros de Mantenimiento Diferencial Trasero Vehículo NPR.....	64
Tabla 12 Parámetros de Mantenimiento Sistema eléctrico Vehículo NPR.	65
Tabla 13 Parámetros de Mantenimiento llantas cabezote Vehículo NPR.	66
Tabla 14 Rutina de Mantenimiento.....	66
Tabla 15 Parámetros de Cambio Aceite Flotilla Empresa de Mensajería.	67
Tabla 16 Parámetros de Cambio Aceite Flotilla Empresa de Mensajería.	68
Tabla 17 Componentes del Sistema de Refrigeración Vehículo NPR.....	79
Tabla 18 Frecuencia de Fallas Mensual en Sistema de Refrigeración Vehículos NPR (Autoría Propia	82
Tabla 19 Caracterización de Impactos.....	83
Tabla 20 Criticidad Subsistemas de Refrigeración.....	84
Tabla 21 Niveles de Criticidad.	85

Tabla 22 Criticidad por Componentes del Sistema de Refrigeración.....	86
Tabla 23 Criterios de Evaluación de Severidad Sugerido para PFMEA	88
Tabla 24 Criterio de Evaluación de Ocurrencia para PFMEA	90
Tabla 25 Criterios de Detección.	90
Tabla 26 Data Cálculo de CCV.	99
Tabla 27 Ingresos Anualizados.....	101
Tabla 28 Sueldo del Operador Anualizado.....	101
Tabla 29 Costos Anualizados.....	102
Tabla 30 Programación de Productividad del Activo NPR	102
Tabla 31 Valor de MTTO Mensualizado.....	105
Tabla 32 Parámetros de Mantenimiento Sistema Motor Vehículo NPR	106
Tabla 33 Datos CCV Activo Chevrolet NPR	109
Tabla 34 Costos por Mala Operación y Fallas en Mantenimiento.....	110

Figura 1 Clasificación de mantenimiento	29
Figura 2 Plan de Mantenimiento Basado en las Recomendaciones de los Fabricantes	32
Figura 3 Diagrama de Flujo de la Elaboración del Plan de Mantenimiento Basado en el Análisis de Fallos	33
Figura 4 Tipos de AMEF/FMEA	36
Figura 5 Concepto de regulación de la carga culata	37
Figura 6 Motor NPR	38
Figura 7 Especificaciones Técnicas de Motor NPR	39
Figura 8 Especificaciones Técnicas de Transmisión Vehículo Chevrolet NPR	39
Figura 9 Especificaciones Técnicas de Peso y Capacidades de Vehículo Chevrolet NPR	40
Figura 10 Especificaciones Técnicas de Chasis Vehículo Chevrolet NPR	40
Figura 11 Especificaciones Técnicas de Equipamiento Vehículo Chevrolet NPR.....	41
Figura 12 Especificaciones Técnicas de Dimensiones de un Vehículo Chevrolet NPR	41
Figura 13 Aplicaciones de Vehiculó Chevrolet NPR	42
Figura 14 Partes del Radiador.....	46
Figura 15 Tipos de Tuberías en un Radiador	47
Figura 16 Manguera de Refrigeración	47
Figura 17 Bomba de Refrigerante NPR	48
Figura 18 Termostato NPR.....	49
Figura 19 Partes del Termostato	49
Figura 20 Nivel de Líquido en Vaso de Expansión con el Motor Caliente	50
Figura 21 Ventiladores con Regulación Termostática o de Acoplamiento Viscoso	51
Figura 22 Poleas y Correas de Sistema de Refrigeración	52

Figura 23 Plantilla de Rutina de Mantenimiento	69
Figura 24 Módulo de Repuestos Software SYAM	70
Figura 25 Formato de Registro FMANT07	71
Figura 26 Orden de Trabajo.....	72
Figura 27 Copia Orden de Trabajo	73
Figura 28 Requisición de Repuestos.....	74
Figura 29 Orden de Trabajo Culminada.	76
Figura 30 Orden de Trabajo Culminada	77
Figura 31 Disponibilidad de Flota	78
Figura 32 Hoja de trabajo de información RCM II.....	80
Figura 33 Evaluación de Criticidad por Componente del Sistema de Refrigeración	84
Figura 34 Seccionamiento de Criticidad.....	85
Figura 35 Hoja de trabajo de información RCM II “Consecuencia”	87
Figura 36 Hoja de trabajo de información RCM II “Severidad”	89
Figura 37 Hoja de trabajo de información RCM II.....	91
Figura 38 AMEF Componentes Sistema de Refrigeración motor NPR	92
Figura 39 Calculo CCV de Manera Anual.....	103

1 Título de la investigación

Análisis del plan de mantenimiento en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR diésel.

2 Problema de investigación

2.1 Descripción del problema

Una de las problemáticas que más afecta a los vehículos Chevrolet NPR diésel, es la alta temperatura en motor, estos vehículos están diseñados con el propósito de desarrollar trabajos de gran esfuerzo y extensos periodos de funcionamiento.

Para poder cumplir con estos propósitos, se debe contar con un riguroso mantenimiento donde se pueda asegurar la operabilidad de este, lo cual se puede llegar a lograr por medio de la verificación del estado de cada uno de los componentes del sistema de refrigeración de motor, verificaciones que se llevan a cabo en intervalos de recorrido (km) y/o tiempo.

Cuando los motores diésel presenta fallas en el sistema de refrigeración, se puede incurrir en un aumento de su temperatura de trabajo y/o funcionamiento. Si se desfasa el valor máximo permitido por el fabricante, se da lugar a fallas como lo es perdidas de potencia, deformación de partes en bloque o culata de motor, ocasionando que el vehículo no pueda operar durante un determinado tiempo, tiempo que estará ligado a la dependencia de los daños ocasionados en el sistema de refrigeración o motor a nivel automotriz. Normalmente cuando no es un componente básico como una manguera, bomba agua, termostato etc., se ven involucrados componentes de mayor tamaño o costo, tales como un empaque culata, donde el cambio de este componente es algo lento, cuidadoso y se puede llegar a convertir engorroso pues se debe despiezar la culata, retirarla del bloque para realizar el cambio de empaque, verificar que la falla no allá involucrado

componentes o partes que conforman la culata como guías de válvulas, sellos, válvulas o hasta la misma planitud de la culata, también conocida como la superficie que va sobre el empaque.

Realizar la corrección de este sistema puede tardar entre un día o cinco, esto depende si es necesario llevar la culata a realizar pruebas hidrostáticas de planitud u otras. Los costos asociados a estas son altos en partes del motor, por ejemplo:

- Empaque de culata.
- Deformidad en culata.
- Deformidad en bielas.
- Daño en camisas.
- Daño en casquetes.
- Daño general en motor.

Algunas de las problemáticas que llevan a los vehículos Chevrolet NPR a que sufran por sistema de refrigeración, pueden asociarse a factores como las malas prácticas dentro de las rutinas de mantenimiento preventivo, frecuencias de mantenimiento inadecuadas, durabilidad de repuestos, vida útil de componentes, personal operativo no tiene o conoce los cuidados mínimos con los vehículos. Dentro de estos cuidados mínimos se destaca la revisión del vehículo antes de ponerlo en marcha y/o se puede llegar a creer que no tienen claridad de condiciones en que deben ser manipulados los vehículos con motor diésel.

A lo anterior se le debe sumar que los costos por mano obra, proveedores y repuestos pueden ser altos, además lo más importante, un vehículo en un estado inoperativo genera pérdidas de acuerdo con la producción y programación estimada para este equipo, ya sea una programación semanal, mensual o semestral.

2.2 Planteamiento del problema

¿Cómo lograr la reducción a los altos índices de daños en componentes de motor, debido al sometimiento de altas temperaturas en los vehículos Chevrolet NPR para una compañía de mensajería?

2.3 Sistematización del problema

¿Qué modelo de mantenimiento está implementando la compañía de mensajería para los componentes del sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR?

¿Qué modelos de mantenimiento preventivo aplican para los componentes de sistema de refrigeración vehículos Chevrolet NPR?

¿Qué herramientas del modelo RCM se pueden llegar a implementar para el mantenimiento del sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR?

3 Objetivos de la investigación

3.1 Objetivo general

Determinar por medio de un análisis cuales pueden ser las fallas más comunes en los sistemas de refrigeración de los vehículos Chevrolet NPR diésel para una compañía de mensajería.

3.2 Objetivos específicos

Conocer los procedimientos implementados para el mantenimiento del sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR de una compañía de mensajería.

Identificar las principales causas de daños en el sistema de refrigeración para plantear una posible solución. Mostrando cual es el retorno de inversión de su vida útil, si se realiza un buen mantenimiento

Plantear oportunidades de mejoras que pueda tener el plan de mantenimiento ya estructurado dentro de la compañía para lograr una reducción en las consecuencias de las fallas en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR.

4 Justificación y delimitación

4.1 Justificación

La información para la investigación es facilitada por una empresa con razón social de mensajería y logística, su operación actualmente cubre gran parte del terreno colombiano. Esta es una compañía la cual por medio de soluciones de logística busca la satisfacción de sus clientes.

Su equipo de trabajo es personal calificado, comprometido y con pasión que aporta al desarrollo del país.

Cuenta con una trayectoria de cerca de 43 años en el transporte de carga líquida, seca y consolidado. Con esta amplia experiencia y reseña histórica en la actualidad es considerada y posicionada como una de las principales empresas de transporte en los diferentes tipos de carga ya nombrados.

La compañía data sus inicios en el año 1974 con una flota de 5 tractocamiones de marca Ford. Para el año 1982 la compañía logra obtener autorización para transportar mercancías a nivel internacional, en este caso sería a lo largo de los países que conformaban la comunidad andina (Perú, Ecuador, Bolivia). En 1984 logra que se les adjudique el transporte de crudos de Araguañey hasta Barrancabermeja, lo cual era un gran reto en estos tiempos por factores como lo son el orden público y de vías, un año más tarde (1985) la empresa cuenta con la autorización de la empresa Ecopetrol para transportar el crudo de Castilla, debido a que no se podía refinar por temas de densidad dando lugar a que este crudo se utilizara en calderas industriales. En 1986 la compañía de mensajería incursiona en el transporte de carga seca, lo que para la fecha era toda

una novedad realizar este transporte en vehículos tipos furgones pues la mayor parte de transporte de carga seca se realizaba en vehículos carpados y/o carrozados. Su sede principal está ubicada en la calle 13 de Bogotá, justo a la entrada de Fontibón con un área de 25.000 mts². (COLTANQUES , 2020)

Entre los años 2003 y 2013 la empresa de mensajería logra obtener certificaciones como ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, certificado BASC. Aparte de estas certificaciones realizo cambios importantes como lo fue un mejoramiento en su flota, adquiriendo vehículos que les permita soportar las diferentes operaciones con que cuenta la empresa. (COLTANQUES , 2020)

Es de aquí donde se tomará el punto de partida para realizar un análisis del sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR, pues dentro su amplia flota multimarca se ha evidenciado que este modelo de flota es la más afectada por fallas de temperatura llevando a casos extremos en el incremento en daños de motores ya sea de manera parcial y/o general.

Para la compañía de mensajería es importante contar con una disponibilidad mínima del 96% de toda su flota, pues de esta depende el cumplimiento con sus clientes en cuanto la entrega y transporte logístico de cada uno de sus servicios disponibles dentro su portafolio.

Teniendo en cuenta que el mercado de la logística en los últimos años ha tenido grandes crecimientos de la mano del comercio electrónico y según artículo publicado, el comercio electrónico le da empujón al sector correo en Colombia artículo publicado ´por la revista dinero junto con la publicación de una encuesta realizada por: “el DANE, *muestra que en abril del 2018 dicho sector creció 17,6% en ingresos nominales frente al mismo periodo del año pasado. En lo corrido de 2018, los servicios de correo y mensajería registraron una mejora de 11,3% en los ingresos nominales*”. (Dinero, 2019)

Este crecimiento del sector logístico ha llevado a la compañía a optimizar su flota para cumplir con la exigente demanda en aumento. Un vehículo Chevrolet NPR que no preste correctamente su tarea puede representar para la compañía pérdidas aproximadas de \$500.000 COP por día, al multiplicar este valor por días o cantidad de unidades no productivas en que lleguen a ver en el día, mes o año se verá representado en grandes cifras de pérdidas no solo económicas, sino también la reducción de satisfacción, cumplimiento y fidelidad de sus clientes la cual es uno de los pilares que ha caracterizado a la compañía durante sus 43 años de trayectoria.

4.2 Delimitación

Esta investigación analizará las fallas más frecuentes dentro el sistema de refrigeración en los vehículos Chevrolet diésel NPR de una compañía de mensajería y logística con operación en territorio colombiano.

El proceso de investigación de la información se realizará entre el segundo semestre del año 2020 y primer semestre del año 2022.

4.3 Limitaciones

El análisis se enfoca a vehículos Chevrolet NPR de modelos 1996 hasta modelos 2019 debido al tiempo que se cuenta para la investigación de la información.

Solo se realizará análisis de fallas mediante historiales de mantenimientos ejecutados en sistema de refrigeración, cuya trazabilidad se tomarán del software implementado para la recolección de información.

La compañía no permite la divulgación de información a personas ajenas a esta, por políticas de confidencialidad de información.

5 Marco conceptual

5.1 Estado del arte

5.1.1 Estado del arte nacional.

5.1.1.1 Diseño de un plan de mejoramiento del servicio de reparación de motores 3516 en la superintendencia de Reconstrucción en Carbones del Cerrejón basado en la metodología de Benchmarking.

En el año 2017 los Ingenieros Oscar Fúnez Badel y Bryan Morro Salcedo, estudiantes de la Universidad del Norte, Departamento de Ingeniería Industrial, realizan una investigación para obtener título en Maestría en Ingeniería Administrativa; en su trabajo titulado “Diseño de un plan de mejoramiento del servicio de reparación de motores 3516 en la superintendencia de reconstrucción en carbones del Cerrejón basado en la metodología de Benchmarking” Podemos observar los lineamientos utilizados para determinar costos de reparación de componentes de motores en una de las empresas mineras más grandes de Colombia mediante un seguimiento a los procesos de mantenimientos de los activos, se pueden identificar las fallas ocurrentes en costos, tiempos y servicios utilizados. (Fúnez Badel & Morro Salcedo, 2017) Esto podría ser una base para identificar los aspectos que más impactan los procesos de reparación de motores con el fin de que el área de mantenimiento de la compañía de mensajería en estudio, a partir de este análisis, pueda a futuro mejorar sus tiempos de ejecución y poder tener la opción de llegar a la reducción de costos.

5.1.1.2 Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de los motores ax-901b y ax-901d en la planta Apiay de Ecopetrol división de ingenierías.

En el año 2017 Juan David Monroy Higuera estudiante de la universidad Santo Tomás facultad de ingeniería mecánica, en su trabajo titulado “propuesta de mejora del plan de

mantenimiento de los motores ax-901b y ax-901d en la planta Apiay de Ecopetrol división de ingenierías” elabora una propuesta de mejora del plan de mantenimiento en los motores ax-901b y ax-901d en la planta Apiay de Ecopetrol mediante un análisis de causa raíz. A partir de este análisis ayuda a verificar cual puede ser el estado de las máquinas y cuál puede ser la razón principal de las paradas no programadas que perjudican los indicadores de calidad, generando sobre costos en mantenimiento y bajos rendimientos de la producción. (Monroy Higuera, 2017)

Para este trabajo de investigación y análisis al mantenimiento ejecutado en el sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR, será de gran aporte la metodología utilizada por el ingeniero Juan Monroy en referente a la recopilación del estado de los equipos y las principales causales de la inoperatividad de los mismos, lo que facilitará la obtención de bases de datos confiables que permitan un óptimo desarrollo investigativo.

5.1.1.3 Propuestas de mejora bajo la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes S.A.S.

En el año 2017 Yeiny Jiménez Ruíz estudiante de la corporación Universitaria lasallista facultad de ingenierías ingeniería industrial Caldas- Antioquia realiza un trabajo para obtener título ingeniería industrial ; en su trabajo titulado “propuestas de mejora bajo la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes S.A.S, trabajo enfocado en realizar mejoras mediante las filosofías TPM (5s) los cuales mejoran los procesos de reparación de motores en la empresa Cummins de los Andes, encaminado al mejoramiento de los procesos reduciendo costos y desperdicios. Para ello la estudiante Yeiny Jiménez Ruíz, realizó un seguimiento en la reparación de un motor, realizando análisis a las fallas y oportunidades de mejora que puede brindar esta herramienta. (Jimenez Ruiz, 2012)

Esta propuesta puede ser útil al presente trabajo, ya que brinda aportes de como durante el análisis que se ejecuta al mantenimiento del sistema de refrigeración en vehículos NPR, sea probable llegar a brindar nuevas herramientas que lleguen a brindar un impacto en reducción de costos y desperdicios ya sea en el mantenimiento al sistema de refrigeración y/o los demás componentes del motor que se afecten por el no correcto funcionamiento de este sistema.

5.1.1.4 Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog.

En el año 2016 el ingeniero D. Hamid Allali, Estudiante de la Universidad Politécnica de Valencia, realiza una investigación para obtener título de Máster en Ingeniería del Mantenimiento; en su trabajo titulado “propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog”; el cual era un trabajo de investigación enfocado hacia vehículos livianos de carga y maquinaria para obra pública, se buscaba establecer un plan de mantenimiento con rutinas a bajos costos, realizar cambios en la forma en que se controla los mantenimientos como lo eran registros de fichas y documentación de los mismos. (Allai, 2016)

Para el presente proyecto será útil el enfoque dado durante el proceso que se llevó al diagnóstico de costos en el área de mantenimiento y a la propuesta de implementación que se brindó hacía el taller, esto con el fin de mirar si es posible algunas mejoras en la infraestructura ya existente en la compañía de mensajería con el objetivo de ayudar a mejorar los procesos que se lleguen a ser evidenciados con retrasos y/o falta de garantías para la correcta ejecución de mantenimiento en sistema de refrigeración en la flota Chevrolet NPR.

5.1.1.5 Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de cañar.

En el año 2012 el estudiante Cesar Leónidas Padilla Valdez de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, desarrollo una investigación para obtener título de ingeniero mecánico

automotriz; en su trabajo titulado “plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de cañar”; lo que se buscaba por parte del estudiante era obtener una mejor confiabilidad de vehículos y maquinaria con un aumento de disponibilidad para las diferentes obras públicas y así obtener una mejor satisfacción de la ciudadanía. Durante su investigación pudo identificar los causales que llevaban a no contar con equipos disponibles y confiables, de igual manera pudo identificar como mejorar procesos y diagnósticos de fallas en los equipos. (Padilla Valdez , 2012)

De acuerdo con este objetivo es de gran similitud a la meta que se busca alcanzar con el presente trabajo de investigación, la idea es identificar causas, identificar posibles ajustes de procesos y diagnósticos en las fallas más comunes que se arrojen durante el análisis en el sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR, que le brinde a la compañía de mensajería un mejoramiento de disponibilidad y confiabilidad de la flota vehicular Chevrolet NPR.

5.1.1.6 Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental tesina.

En el año 2016 el estudiante José Teobaldo Coronado Arroyo de la Universidad Nacional mayor de San Marcos facultad de ingeniería industrial EAP de ingeniería industrial, realizan una investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, trabajo titulado “Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental TESINA”; de esta tesis es probable extraer aquellas técnicas que se implementaron para llevar un control de tan numerosa flota, manejando indicadores de disponibilidad y teniendo los componentes del sistema de refrigeración del vehículo Chevrolet NPR por sistemas y sub sistemas esto con el fin de clasificarlos y de esta manera llevar un control de tiempos y kilometrajes para ser intervenidos por mantenimiento. (Coronado Arroyo, 2016)

5.1.1.7 Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota automotriz del gobierno autónomo de la ciudad de azogues.

En el año 2012 los estudiantes Christian Wilson Apolo Ordoñez y Carlos márcelo Matovelle Bustos de la Universidad Politécnica salesiana sede cuenca, realizan una investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero mecánico automotriz; en su trabajo titulado “propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota automotriz del gobierno autónomo de la ciudad de azogues”; durante el desarrollo de la propuesta de mantenimiento por parte de los estudiantes, se fue evidenciado que el estado del parque automotriz era mejor de lo que se esperaba durante y la culminación de la investigación, aun teniendo en cuenta que la mayor parte de mano de obra era tercerizada. Para que su propuesta sea rentable se deben realizar ajustes por ejemplo en inventario de herramientas de trabajo y diagnóstico, una mejora de infraestructura y de esta manera se podría asegurar una propuesta rentable en un tiempo aproximado de dos años. Los ingenieros plantean planes de mantenimiento para mejoras a la flota actual y de esta manera disminuir los mantenimientos correctivos no planeados, aunque en la parte administrativa se debe mejorar pues no tienen historiales y planeaciones en los mantenimientos. (Apolo Ordoñez & Matovelle Bustos, 2012)

Esta propuesta planteada por los estudiantes Christian Wilson Apolo Ordoñez y Carlos Márcelo Matovelle Bustos aporta al presente trabajo el desarrollo de recolección de información y planteamiento de falencias y fallas en la ejecución del mantenimiento preventivo en el sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR, establecer si se puede tener errores por parte del recurso humano ya sea en el área operativa y/o de mantenimiento.

5.1.1.8 *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la línea de perforación de la empresa cimentaciones de Colombia Ltda.*

En el año 2017 el estudiante Juan Sebastián Urrego torres de la Universidad Santo Tomas facultad ingeniería mecánica división de ingeniería, realiza una investigación para optar el título Profesional de Ingeniero mecánico automotriz, mediante su trabajo titulado “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la línea de perforación de la empresa cimentaciones de Colombia Ltda.”; El autor buscaba poder emplear un método de mantenimiento que fuese eficaz logrando aumentar la producción de la empresa por medio de su plan de mantenimiento logrando mejorando los procesos, tiempos y costos. así como lo resume en el siguiente párrafo *“El presente trabajo de grado se realiza con la autorización de la empresa cimentaciones de Colombia Ltda. con la finalidad de fomentar el aumento de la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de la línea de perforación, mediante la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo que gestione actividades periódicas eficientes; y que evite tiempos muertos, sobre costos, la no producción y prevenir las fallas en los componentes y mejorar su funcionamiento aumentando la vida útil de cada uno de ellos”*. (Urrego Torres, 2017) Para nuestro trabajo de investigación se llegaría en lo posible el tomar como guía la forma de descartar los tiempos muertos, análisis de prevenciones a las fallas en componentes del sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR.

5.1.1.9 *Estudio de reducción de costos para el mantenimiento y operación de parque automotor del municipio de Tibaná Boyacá.*

En el año 2019 el estudiante Juan José Moreno Daza de la universidad Santo Tomas seccional Tunja división de ingenierías y arquitectura facultad de ingeniería mecánica Tunja, realiza una investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero mecánico, en su trabajo

titulado “Estudio de reducción de costos para el mantenimiento y operación de parque automotor del municipio de Tibaná Boyacá”; En esta investigación el estudiante busca una alternativa que sea técnica de acuerdo a los activos, pero económica para su desarrollo logrando de esta manera brindar una reducción del actual valor económico que representan los equipos tanto en costos de mantenimiento como en su operación.

Basado en la información suministrada en la tesis se podrá analizar las mejores formas de realizar mantenimiento en el sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR sin dejar la calidad en los procesos y revisando cual es el mejor costo- beneficio para desarrollarlo. (Moreno Daza, 2019)

5.1.1.10 Elaboración de un manual de procedimientos y control estadístico para mantenimiento vehicular en el área de transporte de la ep-petroducción filial lago agrio.

En el año 2013 los estudiantes José Gabriel Rivadeneira Rivera y Heydi Robinson Torres Romero. Estudiantes de la Universidad escuela superior politécnica de Chimborazo facultad de mecánica escuela de ingeniería automotriz, realizan una investigación para obtener título de ingenieros mecánicos; en su trabajo titulado “elaboración de un manual de procedimientos y control estadístico para mantenimiento vehicular en el área de transporte de la ep-petroducción filial lago agrio”; durante la investigación los estudiantes elaboran un manual de mantenimiento apoyados de un software de mantenimiento con la intención de cuidar los activos de esta organización. (Rivadeneira Rivera & Torres Romero , 2013) Para la investigación es apropiado poder tener como referencia un plan de mantenimiento que sirva de apoyo y de esta manera ver qué cambios o modificaciones son aconsejables para el mantenimiento del sistema de refrigeración en la flota Chevrolet NPR y prevención de daños al motor ya sea como

consecuencia del mal mantenimiento ejecutado en el sistema o por parte de la operación de los vehículos.

5.1.1.11 Implementación de un software para proceso de reparación y mantenimiento preventivo en el parque automotor del ilustre municipio del cantón Píllaro provincia de Tungurahua.

En el año 2011 los estudiantes Solís Freire Eduardo Gonzalo y Mejía Guzmán Gabriela Paola. Estudiantes de la Universidad escuela superior politécnica de Chimborazo facultad de mecánica, realizan una investigación para obtener título de ingenieros mecánicos; en su trabajo titulado “implementación de un software para proceso de reparación y mantenimiento preventivo en el parque automotor del ilustre municipio del cantón Píllaro provincia de Tungurahua” por medio de este trabajo de investigación los estudiantes logran implementar ante un software el plan de mantenimiento, obteniendo un mejoramiento en trabajos realizados, detección y reparación de averías en el parque automotor del municipio. (Solis Freire & Mejía Guzmán, 2011) De esta investigación se revisara estrategias y dominios a los componentes de refrigeración con el propósito de poder llegar a la revisión de tiempos sugeridos y tipos de insumos utilizados en flotas vehicular NPR.

5.1.1.12 Análisis corporativo de los costos y tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo del equipo móvil de las dos plantas industriales de la empresa cementera nacional uczem s.a. entre la ejecución del mantenimiento en el propio taller y la ejecución mediante tercerización.

En el año 2018 el ingeniero Sebastián Cantos Rojas, estudiante de la universidad del Azuay del Programa maestría en gestión de mantenimiento , realizan una investigación para obtener el título Maestría en gestión de mantenimiento; en su trabajo titulado “análisis

corporativo de los costos y tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo del equipo móvil de las dos plantas industriales de la empresa cementera nacional UCEM S.A. entre la ejecución del mantenimiento en el propio taller y la ejecución mediante tercerización”; el ingeniero busca ver la rentabilidad de tener tercerizado el mantenimiento del parque automotor, calidad de los servicios prestados por los terceros, tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo de acuerdo a esto analizar y comparar los beneficios que puede traer la ejecución de estos mantenimientos por cuenta de la empresa. (Cantos Rojas, 2018). De esta investigación será de gran utilidad el análisis de calidad y mantenimientos ejecutados por parte de los terceros y si es viable que la compañía de mensajería. continúe dejando en manos de terceros el mantenimiento del sistema de refrigeración de los vehículos Chevrolet NPR.

5.1.1.13 propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos repartidores de gas único, s.a. (dagas, s.a.)

En el año 2007 el estudiante José Adán Girón Pleitez de la universidad de San Carlos de Guatemala facultad de ingeniería, realiza una investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero mecánico; en su trabajo titulado “propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos repartidores de gas único, s.a. (dagas, s.a.)”, dentro del desarrollo de la investigación el ingeniero establece parámetros de acorde a las necesidades de los vehículos para realizar los mantenimientos según cada recorrido estimado, de esta manera generar un ahorro y evitar sobre costos por fallas en mal procedimientos de las intervenciones ,adicional garantizar el buen funcionamiento del motor y la disminución considerable de gases al medio ambiente (Girón Pleitez , 2007). Como recomendación el ingeniero propone una programación establecida con un historial para cada activo, de acuerdo con esta información se evaluará tomar como apoyo a la

presente investigación, aquellas guías establecidas para ayudar en que los sistemas de refrigeración no se vean afectados por un mal funcionamiento del motor.

5.1.1.14 Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados

En el año 2019 el estudiante Marco Sebastián Manzano Vera de la Universidad Internacional del Ecuador Escuela de Ingeniería Automotriz, realiza un Proyecto de Grado para la Obtención del Título de Ingeniería Automotriz; en su trabajo titulado “plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados “ el ingeniero desarrolla su investigación enfocando los tiempos muertos en los procesos de mantenimiento a causa de diferentes factores como son la falta de repuestos, presupuesto ,mano de obra especializada, de acuerdo a las novedades en el proceso de mantenimiento establecido, la investigación se enfoca en la optimización de tiempos y disminución de costos para las empresas o propietarios de los activos siendo flexibles de acuerdo a la necesidad del cliente .Esta investigación contribuye a tener presente buenos manejos en tiempos frente a realizar en los mantenimientos para el sistema de refrigeración en vehículos NPR, con el fin de mejorar costos y tiempos de entrega garantizando la satisfacción del cliente interno de la empresa de mensajería donde se realizara la investigación.

5.1.1.15 Propuesta de implementación de un servicio de mantenimiento preventivo periódico para mejorar la utilización de la flota de buses de la empresa de transporte señor del mar s.a.

En el año 2019 la estudiante Cinthia Fiorella Ramos Portilla de la universidad San Ignacio del Oyola de lima Perú, realiza un Proyecto de Grado para la Obtención del Título de Licenciado en Administración de Empresas; en su trabajo titulado “propuesta de implementación

de un servicio de mantenimiento preventivo periódico para mejorar la utilización de la flota de buses de la empresa de transporte señor del mar s.a. “ el estudiante en esta investigación determina mejorar los procedimientos en mantenimientos de la flota del señor del mar la cual tiene falencias en el cumplimiento de los recorridos que debe tener a diario ,afectando el servicio a la comunidad de la región donde opera esta empresa ,como conclusión se realiza una disminución de fallas durante la operación y se establece una planeación de acorde a días de recorrido de la flota de estudio ,teniendo presente el kilometraje recorrido por cada vehículo obteniendo una mejora considerable en ganancias beneficiando a los conductores y propietarios de la empresa ,teniendo un costo por kilómetro más amigable (RAMOS PORTILLA, 2019).

Esta investigación nos lleva a considerar los costos por kilómetros que se deben mejorar al tener una planeación más acorde en los sistemas de refrigeración de los vehículos NPR de la empresa de mensajería que será caso de estudio

5.2 Marco teórico

La empresa en estudio es una compañía de logística especializada en el transporte de mercancía y carga mediante una flota vehicular propia, con la cual cumple su principal objetivo que es la satisfacción del cliente con el cumplimiento de la promesa de entrega.

Dentro de su flota propia de 1700 vehículos, 180 son vehículos de marca Chevrolet modelo NPR y los restantes son tractocamiones Kenworth, Hino, freightline y Mack.

Vehículos con un mantenimiento basado en confiabilidad donde se involucra una parametrización de sus componentes logrando de esta manera llevar una trazabilidad de duración y tiempos de mantenimientos o cambios de componentes. En la actualidad se realizan diferentes tipos de mantenimientos como lo son preventivo, correctivo y exprés.

Con el fin de dar sustento a la presente investigación sobre el análisis de mantenimiento en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR de la compañía, el presente marco teórico brindara todo aquel soporte necesario para el desarrollo de dicha investigación habiendo establecido los siguientes temas y subtemas que se requieran.

5.2.1 **Definición de mantenimiento.**

Para brindar contextualización de que es mantenimiento se puede contar con gran variedad de términos, por ejemplo. *“conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado, teniendo en cuenta, la calidad del producto, la seguridad de las personas y todo ello al menor costo posible”*. (SEAS, 2012)

La definición planteada por la asociación española para la calidad (AEC) *“Se define mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.”* (calidad, 2019)

De esta manera mantenimiento es el conjunto de acciones para mantener a punto de funcionalidad y productividad cualquier equipo, con el fin de brindar la calidad final que se debe obtener con el trabajo a punto de este y que lo requiera en nuestro campo de desempeño.

5.2.2 **Clasificación del mantenimiento.**

Para el área de mantenimiento se cuenta con una gran variedad de clasificaciones y/o tipos, sin embargo, para el análisis de investigación en mantenimiento ejecutado en sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR solo se tendrá en cuenta el mantenimiento preventivo

y correctivo que se desarrolla en la compañía de mensajería y algunos conceptos de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

5.2.2.1 Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento preventivo es un conjunto de intervenciones desarrolladas con el fin de garantizar el funcionamiento de nuestros equipos, los cuales para nuestro análisis es el mantenimiento preventivo en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR.

Su mayor objetivo es el de impedir fallas que reduzcan la operatividad, disponibilidad y confiabilidad en los equipos.

Para llegar a un correcto mantenimiento preventivo se debe contar con un excelente estudio estadístico de fallas, contar con un específico o puntual listado, historial de fallas que nos permitan tomar acciones, decisiones y poder llegar a desarrollar y ejecución de mantenimiento preventivo. Para logra este listado de fallas se debe tener en cuenta una trazabilidad atreves del tiempo de la mano de experiencias ya sean a nivel interno o fuera de la compañía. (Institute, 2019)

El mantenimiento preventivo al igual que el correctivo se puede tener dos subdivisiones:

5.2.2.1.1 Mantenimiento preventivo sistemático.

“Es aquel que se realiza en base a un programa previamente establecido, siendo medida la ejecución de este en unidades de uso o bien en unidades de horas”.

5.2.2.1.2 Mantenimiento preventivo condicional.

“Es aquel que realiza en base a sucesos determinados, entendidos habitualmente como resultado de prueba, mediciones, diagnostico, etc.”. (SEAS, Clasificación del mantenimiento, 2012)

Figura 1*Clasificación de mantenimiento*

Nota: Se presentan las subdivisiones del mantenimiento preventivo; fuente: (SEAS, Mantenimiento preventivo, 2012) Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento correctivo, “Mantenimiento efectuado a un ítem, cuando la falla o avería ya se ha producido, restituyéndole a Condición Admisible de utilización. El Mantenimiento Correctivo puede, o no, ser programado”. (SENATI, 2007)

Sabiendo que el correctivo se da después de la falla, es aquí donde debemos definir si es asertivo una reparación, intervención de carácter definitivo “correctivo curativo” o por lo contrario si se debe ejecutar un arreglo es decir una intervención de carácter no definitivo “correctivo paliativo”. (SEAS, Clasificación del mantenimiento, 2012)

5.2.2.1.3 Tipos de mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Correctivo Contingente: son todas aquellas actividades que deben ser ejecutadas de inmediatamente debido a que algún equipo se fuera de operación ya sea

realizando actividades producción u otra de manera vital para cualquier proceso de la compañía.

Mantenimiento correctivo programable: está relacionado con aquellas actividades que se deben desarrollar en equipos que se encontraban proporcionando un servicio trivial, debido a que es de importancia para el correcto funcionamiento del equipo este nos da cavidad a programarlo ya se por factores económicos. (Ticona Cuno, 2019)

5.2.2.1.4 *Subtipos de mantenimiento correctivo.*

Mantenimiento correctivo programado: *“Es el que se efectúa cuando la falla no es urgente, difiriendo de la ejecución para el momento más oportuno y con la reparación más adecuada.”*

Mantenimiento correctivo crítico: *“Es el que tiene lugar cuando la falla es urgente, de la manera más directa, en el menor tiempo posible y con la mejor preparación que permitan las circunstancias.”* Este a su vez lo podríamos clasificar en mantenimiento correctivo normal, correctivo urgente y por último correctivo emergente. (Ticona Cuno, 2019)

5.2.2.2 **Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)**

“Filosofía de gestión del mantenimiento en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento, en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones. Anthony R. Smith, 1993.” (ACEIM, 2019)

Según la norma SAE JA 1011 las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

¿Cuál es la función?, Lo que el usuario desea que la máquina haga, estas funciones pueden ser divididas en funciones primarias y secundarias. Las primarias resumen el porqué de

la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente y las funciones secundarias se puede ver enfocado al usuario pues ellos también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales y hasta de apariencia del activo.

¿Cuál es la falla funcional?, Razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga, es decir la falla funcional es la pérdida total o parcial de una o más funciones.

¿Cuál es el modo de falla?, Que pudo causar la falla funcional, es el que provoca la pérdida de función total o parcial de un activo en su contexto operacional (cada falla funcional puede tener más de un modo de falla).

Ejemplos:

- Suciedad, corrosión, erosión, abrasión
- Lubricación inadecuada, ensamble Incorrecto
- Operación Incorrecta, Materiales incorrectos

¿Cuál es el efecto de la falla?, Que ocurre cuando la falla se produce.

¿Cuál es la consecuencia de la falla?, Razones por las que importa que falle.

¿Qué se puede hacer para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?

¿Qué se hace si no se encuentra ninguna tarea para evitar o minimizar la consecuencia de la falla??. (Moubray, Gran Bretaña)

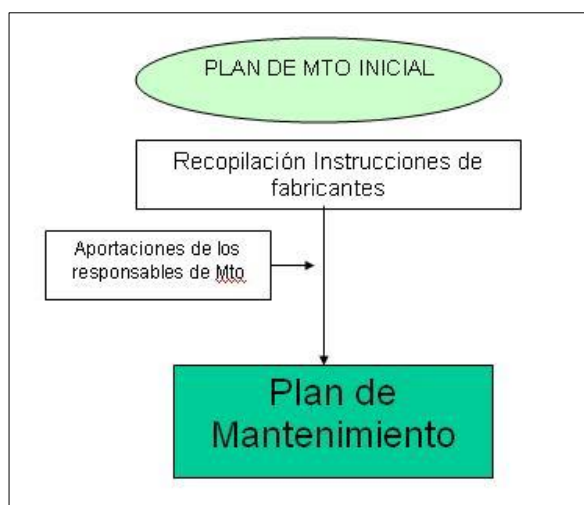
A diferencia de un plan de mantenimiento, el RCM no se encuentra basado en las recomendaciones y especificaciones de los fabricantes respecto a uno de sus equipos pues el RCM se basa en el análisis de fallos donde es posible obtener nuevas actividades dentro del

mantenimiento de un equipo, actividades que en su momento el fabricante no considero necesario realizar alguna tarea y/o en otros casos se puede llegar a eliminar actividades que consideren que las fallas que se tiene previsto su prevención pueden llegar a ser asumibles, es decir *“es más económico esperar el fallo y solucionarlo cuando se produzca que realizar determinadas tareas para evitarlo”* (Petroquímica, 2019)

A continuación, en Las imágenes 2 y 3 se brindará de manera más interactiva las diferencias de estos mantenimientos.

Figura 2

Plan de Mantenimiento Basado en las Recomendaciones de los Fabricantes

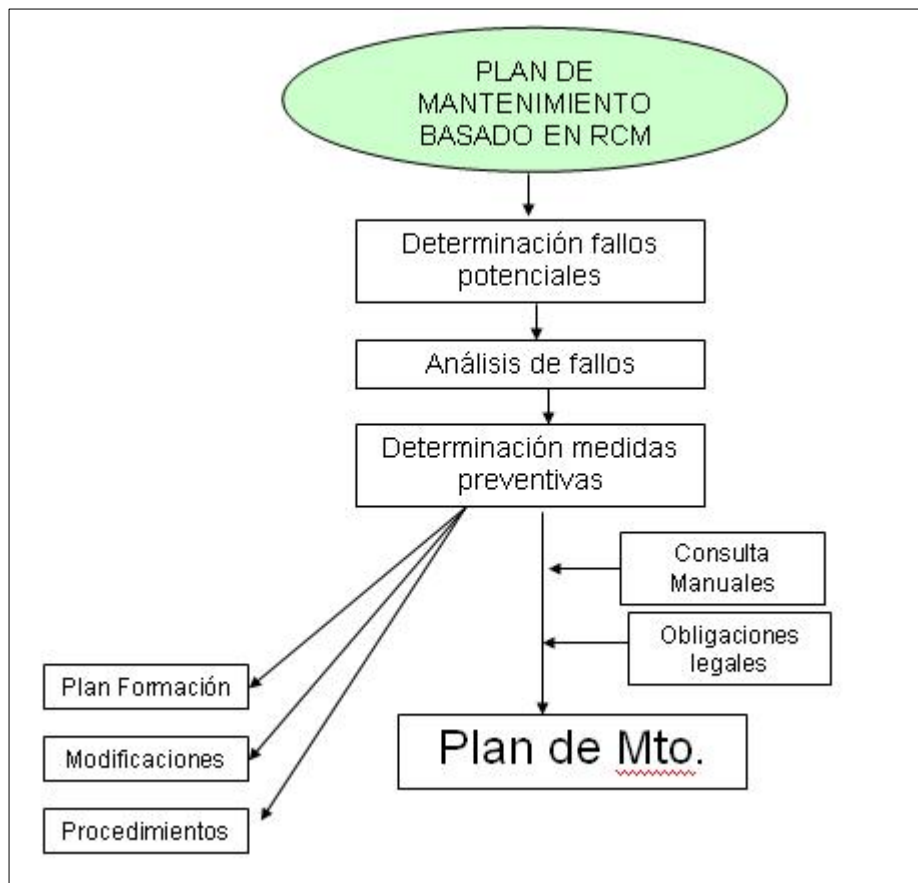


Nota: Plan de Mantenimiento Basado en las Recomendaciones de los Fabricantes; fuente: (Petroquímica, 2019)

El mantenimiento centrado en confiabilidad es una herramienta muy importante pues gracias al estudio de fallos se puede llegar al resultado de un plan de mantenimiento donde no solo se logre tratar de evitar potenciales y previsibles fallas, sino que también se lograra aportar información valiosa que nos permita elaborar o modificar el plan de formación, manual de operación y manual de mantenimiento. (Petroquímica, 2019)

Figura 3

Diagrama de Flujo de la Elaboración del Plan de Mantenimiento Basado en el Análisis de Fallos



Nota: Representación de los diferentes flujos y proceso a llevar a cabo con el objetivo de elaborar un plan de mantenimiento basados en fallos. (Petroquímica, 2019) plan de mantenimiento basado en RCM.

“Obsérvese dónde se consideran las recomendaciones de los fabricantes en uno y otro caso: si en el plan inicial eran la base, en RCM no son más que una mera consulta final para asegurar que no se ha olvidado nada importante.” (Petroquímica, 2019)

En un proceso de mejoramiento del mantenimiento, es impórtate el evitar sobrecargarse y aplicar muchas iniciativas (herramientas) de forma simultánea, para esto es necesario conocer el objetivo de cada metodología y justificar su aplicación.

Adicional el éxito de la implantación del RCM dependerá fundamentalmente del personal de mantenimiento y producción involucrado, motivo por el cual, hay que tener un especial cuidado en el proceso de inducción y en la capacitación del personal que participará en este proceso.

El proceso de inducción y capacitación deberá ser capaz de motivar al personal y de generar en este, el compromiso necesario, para implementar el RCM de forma eficiente.

La compañía de mensajería, en la actualidad se encuentra desarrollando su mantenimiento preventivo y correctivo en un amplio lote automotriz, como se ha mencionado desde un principio nuestro análisis se centralizará en vehículos Chevrolet NPR y su sistema de refrigeración.

A continuación, se dará un sustento informativo acerca de este tipo de vehículos y sistema de refrigeración de manera global.

5.2.3 **Análisis del modo y efecto de falla (AMEF).**

El análisis del modo y efecto de falla también se le conoce como FMEA (Failure Mode Effect Analysis), esta herramienta nace en los E.E.U.U a finales de los años 40 fue una metodología usada por la NASA (National Aeronautics and Space Administration) - (administración nacional de la aeronáutica y del espacio) (Salazar López, 2019)

Es una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, servicio, producto u operación de manufactura causadas por deficiencias en los procesos de diseño. Es una técnica analítica utilizada como un medio para asegurar que, en lo posible, los modos de falla potencial y sus causas asociadas han sido consideradas e identificadas.

El avance actual del AMEF ha venido del sector automotriz ya que los AMEF's son requeridos para todos los Diseños y Procesos a fin de asegurar la prevención de problemas.

Integrado dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), el AMEF en los formatos de Diseño y Proceso provee la principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de prevención.

5.2.3.1 Beneficios del AMEF.

Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los productos / servicios / maquinaria y procesos.

Mejora la figura y competitividad de la compañía.

Mejora la satisfacción del cliente.

Reduce el tiempo y costo en el desarrollo del producto / soporte integrado al desarrollo del producto.

Documentos y acciones de seguimiento tomadas para reducir los riesgos.

Reduce las inquietudes por garantías probables.

Integración con las técnicas de Diseño para Manufactura y Ensamble.

5.2.3.2 Ventajas del AMEF.

“Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema. Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema. Identificar los efectos que puede generar cada falla posible. Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos. Identificar las causas posibles de las fallas. Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas. Identificar oportunidades de mejora.” (Salazar López, 2019)

5.2.3.3 Tipos de AMEF.

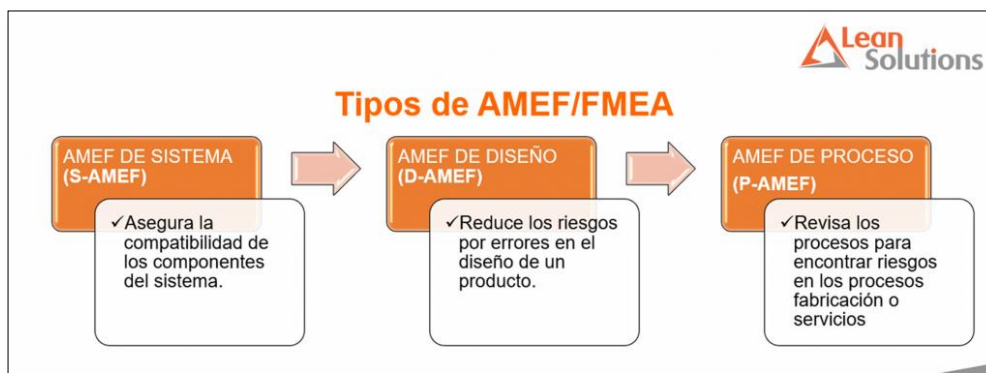
“AMEF de sistema (S-AMEF) – Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema.

AMEF de diseño (D-AMEF) – Reduce los riesgos por errores en el diseño.

AMEF de proceso (P-AMEF) – Revisa los procesos para encontrar posibles fuentes de error.” (Solutions, 2019)

Figura 4

Tipos de AMEF/FMEA



Nota: representación gráfica de cada uno de los tipos de AMEF junto con su aporte e impacto según clasificación. (Solutions, 2019)

5.2.4 Motor diésel.

5.2.4.1 Motor de combustión interna.

“Maquina térmicas capaz de transformar la energía térmica almacenada en un fluido combustible en energía mecánica, proporcionando un trabajo. Este se aplicará a la cadena cinemática del vehículo consiguiendo su movimiento” (González Calleja , 2015)

5.2.4.2 Motor de encendido por compresión (MEC) o de ciclo diésel.

“Comprime aire hasta que este adquiere una gran presión y temperatura, momento en el cual se inyecta combustible y se produce la combustión por auto inflamación del mismo.” su nombre proviene de su creador Rudolf Diesel (González Calleja , 2015)

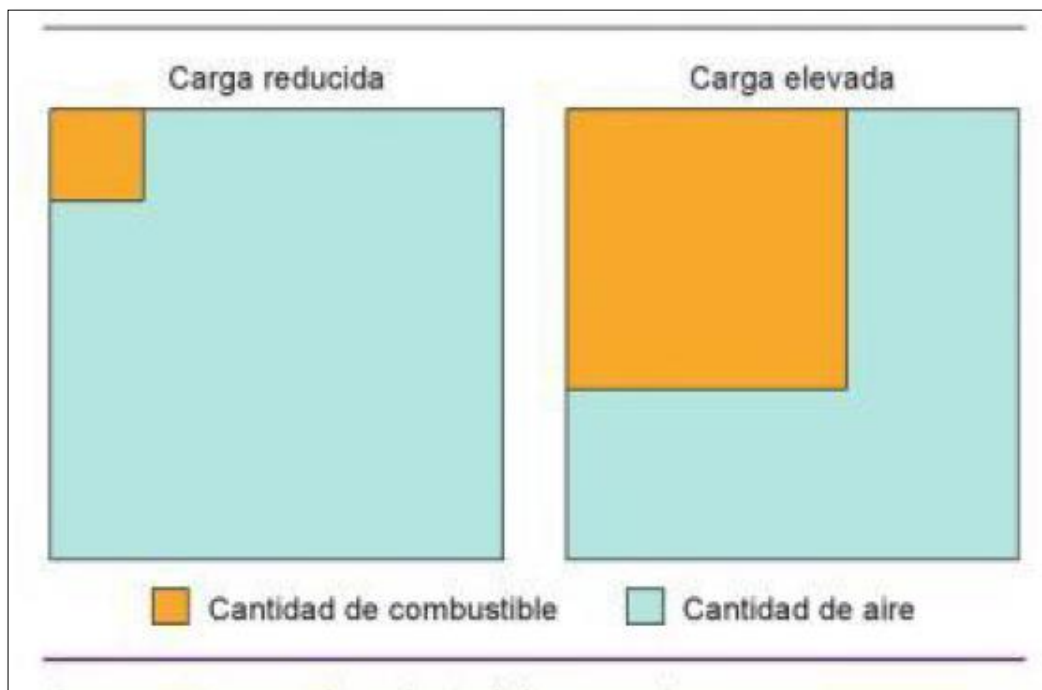
5.2.4.3 Ciclo diésel.

Admite aire, el aire se comprime y al final de la compresión se inyecta el combustible (gasoil), auto inflamándose e incendiándose la combustión.

La regulación de la carga es cualitativa, es decir la proporción de combustible y aire varía dependiendo de la demanda de potencia del motor. El motor admite la mayor cantidad de aire posible a mayor demanda de potencia, mayor cantidad de combustible inyectado (González Calleja , 2015). Ver figura 5.

Figura 5

Concepto de regulación de la carga culata



Nota: representación gráfica de proporción combustible y aire con variación por demanda de potencia del motor (González Calleja , 2015) Concepto de regulación de la carga culata

5.2.5 Vehículo Chevrolet NPR.

“El modelo NPR se caracteriza por ser un modelo liviano de alta capacidad de carga, es el primero de la serie N en contar con el motor 4HK1 de Isuzu de alta potencia y elevado torque. Ideal para aplicaciones de reparto entre ciudades, y excelente desempeño como furgón, estacas, grúa y planchón”. (Colmotores, 2019)

Figura 6
Motor NPR



Nota: representación gráfica de motor NPR (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.5.1 Especificaciones técnicas.

A continuación, se darán todas las especificaciones técnicas con las que cuenta un vehículo Chevrolet NPR, el cual es el vehículo de estudio para el presente trabajo de investigación.

5.2.5.1.1 Motor.

Figura 7*Especificaciones Técnicas de Motor NPR*

MOTOR	
Marca / Código	ISUZU 4HK1-TCN
Tipo	INTERCOOLER 5.2L
Ubicación	Longitudinal Delantero
Desplazamiento (cc)	5.193
Nro. de Cilindros	4 en Línea
Potencia (hp @ rpm)	153 @ 2.600
Torque (kg-m @ rpm)	42.73 @ 1.600
Alimentación	Inyección Directa
Sistema de Inyección	Common Rail
Nivel de Emisiones	Euro IV
Combustible	Diesel

Nota: especificaciones Técnicas de Motor NPR perteneciente a chasis Chevrolet. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.5.1.2 Transmisión.

Figura 8*Especificaciones Técnicas de Transmisión Vehículo Chevrolet NPR*

TRANSMISIÓN	
Tipo	ISUZU/MYY6S
Marca / Código	T/M 6 VEL.(O/D)
Relaciones 1 ^a	5,979
6 ^a	0,759
Reversa	5,701
Relación Final de Eje	4,777
Tracción	4x2

Nota: representación de especificaciones Técnicas de Transmisión encargada de reducir o aumentar el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante de un vehículo Chevrolet NPR. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019).

5.2.5.1.3 Peso y capacidades.

Figura 9

Especificaciones Técnicas de Peso y Capacidades de Vehículo Chevrolet NPR

PESOS Y CAPACIDADES	
Peso Bruto Vehicular (kg)	7.500
Capacidad de Carga (kg)	4.782
Capacidad max. de Ejes: Delantero (Kg)	3.100
Trasero (Kg)	6.600
Tanque de Combustible (L)	140

Nota: especificaciones Técnicas de Peso y Capacidades de carga entre otras de un Vehículo Chevrolet NPR. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.5.1.4 Chasis.

Figura 10

Especificaciones Técnicas de Chasis Vehículo Chevrolet NPR

CHASIS		
Dirección		Asistida Hidráulicamente
	Tipo	Ballesta en eje rígido
Suspensión Delantera	Resorte	Semi-elíptico
	Capacidad (kg)	3.020
	Tipo	Ballesta en eje rígido
Suspensión Trasera	Resorte	Semi-elíptico
	Capacidad (kg)	5.760
Amortiguadores	Hidráulicos, telescópicos de doble acción	
	Tipo	Hidráulico
Sistema de Freno	ABS + EBD + ASR	SI
Bastidor	Sección de canal escalonado	

Nota: especificaciones Técnicas de Chasis Vehículo Chevrolet NPR tales como tipo de suspensión delantera y trasera, sistema de frenos con ayudas tecnológicas y tipo de bastidor. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.5.1.5 Equipamiento.

Figura 11

Especificaciones Técnicas de Equipamiento Vehículo Chevrolet NPR

EQUIPAMIENTO	
Interruptor freno de ahogo	SI
Freno de parqueo	SI
Interruptor de aceleración manual	SI
Luces frontales halógenas	SI
Manija llave de pernos	SI
Portavasos	SI
Radio	SI
Asientos en vinilo	SI
Bolsillo trasero asiento del conductor	SI
Dirección	Ajustable en altura

Nota: especificaciones Técnicas de Equipamiento con que cuenta desde la versión de entrada un Vehículo Chevrolet NPR. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.5.1.6 Dimensiones.

Figura 12

Especificaciones Técnicas de Dimensiones de un Vehículo Chevrolet NPR

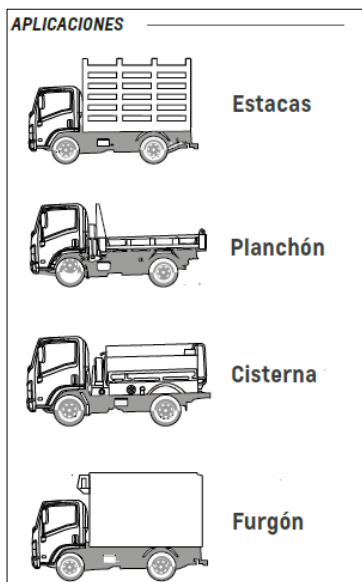
DIMENSIONES	
OL (Longitud total, mm)	5.985
WB (Distancia entre ejes, mm)	3.365
BL (Longitud carrozable, mm)	4.305
FOH (Voladizo delantero, mm)	1.110
ROH (Voladizo trasero, mm)	1.510
RTW (Ancho de llantas traseras, mm)	2.115
FTW (Ancho de trocha, mm)	2.040

Nota: especificaciones Técnicas de Dimensiones de un Vehículo Chevrolet NPR. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.5.2 Aplicaciones.

Figura 13

Aplicaciones de Vehiculó Chevrolet NPR



Nota: Representación gráfica de aplicaciones en el mercado colombiano de un vehiculó Chevrolet NPR. (Colmotores, General Motors Colmotores, 2019)

5.2.6 Sistema de refrigeración de un motor.

Desde un principio el sistema de refrigeración es uno de los más importantes dentro el sector automotriz, este sistema ha tenido con una gran evolución en componentes de funcionamiento y sus fluidos implementados como anticongelantes.

Por ejemplo, la bomba de agua hoy en día conocida como bomba de refrigerante, contaba en sus primeras versiones un sistema de lubricación de grasa en sus ejes que en la actualidad no existe.

Se especulaba que el sistema funcionaba con aceites como método de fluido, pero esto no es asertivo por múltiples factores como, por ejemplo; el aceite forma una capa grasosa en las partes metálicas, aísla el agua de los sitios calientes del motor ocasionando el aumento de

temperatura. Debido a que los aceites son derivados del petróleo este degradan y/o deterioran empaques, sellos, mangueras. (Motor, 2017)

En la actualidad el sistema de refrigeración de motores es la unión y trabajo continuo de componentes con grandes tecnologías y actualizaciones que le permiten llevar su función de una manera más eficiente. Es de tener en cuenta que aproximadamente el 40 % de las fallas en el motor parten de su incorrecta refrigeración como consecuencia del mal mantenimiento en el sistema.

5.2.7 Líquido refrigerante.

5.2.7.1 *Que es un líquido refrigerante.*

“Es un compuesto químico a base de etilenglicol el cual tiene la capacidad de regular la temperatura. Proporciona un rango térmico bastante amplio, que oscila entre - 30°C y 140°C, aproximadamente. Por lo tanto, garantiza que el bloque motor siempre trabaje a una temperatura óptima (en torno a los 90°C).” (Center, 2019)

Su principal función es encargarse de la absorción de calor del motor evitando así un sobrecalentamiento en el mismo o también en lugares donde la temperatura es demasiado baja. Este se encuentra en las condiciones de tolerar estas bajas temperaturas es decir sería un anticongelante.

Cuenta con aditivos que ayudan a prevenir y proteger de corrosión los diferentes metales que se encuentran en contacto con el fluido ayudando a mantener el circuito limpio y en óptimas condiciones de funcionamiento. Algunos de los componentes que encontramos en un líquido refrigerante es agua destilada, anticongelante, bórax, antiespumante, colorante. (Motor M. , 2019)

El refrigerante al igual que cualquier otro fluido implementado en cualquiera de los sistemas de los vehículos, cuenta con un tiempo y características técnicas de vida útil, es por esto la importancia de un correcto seguimiento y mantenimiento al sistema de refrigeración. (Center, 2019)

5.2.7.1.1 Tipos de refrigerante

Dentro los tipos de refrigerante contamos con el refrigerante y anticorrosivo: además de refrigerar contiene aditivos que previenen la corrosión.

Refrigerante Anticongelante: Ideal para países con climas muy fríos. Ayudará a evitar el congelamiento del líquido, si la temperatura está cerca o bajo los 0°C.

Agua Destilada o Desmineralizada: Debido a que no contiene minerales, es perfecta para rellenar mas no llenar por completo el sistema, cuando el nivel está bajo.

Refrigerante verde: Se recomienda el uso de este líquido refrigerante en motores con un largo uso que ya presentan corrosión. (Motor M. , 2019)

5.2.7.2 Vida útil de un refrigerante y fabricantes.

En la actualidad existen cantidades de marcas de refrigerantes, cada uno ofrece diversidad de vida útil del líquido refrigerante sin dejar a tras su principio de funcionamiento. A continuación, se citan algunos de los más conocidos proveedores de este fluido.

5.2.7.2.1 Chevron.

➤ Motores a gasolina:

Protección extendida hasta 250.000 Km o 5 años:

Havoline® ELC 50/50: Refrigerante anticongelante.

Havoline XLI Green Antifreeze /Coolant: Inhibidor de corrosión

➤ Motores a diésel:

Protección extendida desde 760.000 Kms a 1.200.000 Kms o 8 años:

DELO® ELC 50/50: Refrigerante anticongelante.

DELO® ELI: Inhibidor de corrosión (Chevron, 2019)

5.2.7.2.2 Biomax.

Uno truck coolant: refrigerante Anticorrosivo Larga Vida para Motores de uno truck coolant: su cambio es de 7.000 horas de uso o 600.000 kilómetros. Lo anterior siempre y cuando los niveles de reposición sean inferiores al 5% mensual. Si la reposición mensual es superior al 5%, la recomendación para el cambio del refrigerante uno truck coolant es de 12.000 horas de uso o 1.000.000 de kilómetros.

Uno refrigerante larga vida: líquido refrigerante anticorrosivo a base de glicol al 40%, bajo ficha técnica de fabricante su durabilidad es de 240.000 km o 5 años y es compatible con los demás Refrigerantes de larga vida color naranja disponibles en el mercado. (Biomax, 2019)

5.2.7.3 Componentes del sistema de refrigeración.

El sistema de refrigeración este compuesto por piezas como lo son:

Radiador, ventilador, termostato, depósito recuperador, bomba de agua, correa auxiliar, mangueras y/o conductos, sensor de temperatura, manómetro de temperatura, líquido refrigerante. (Navarrete, 2019)

5.2.7.3.1 Radiador.

“El radiador es el elemento del circuito de refrigeración que actúa como intercambiador de calor entre el líquido refrigerante y el aire de la atmósfera.” (técnica, 2019)

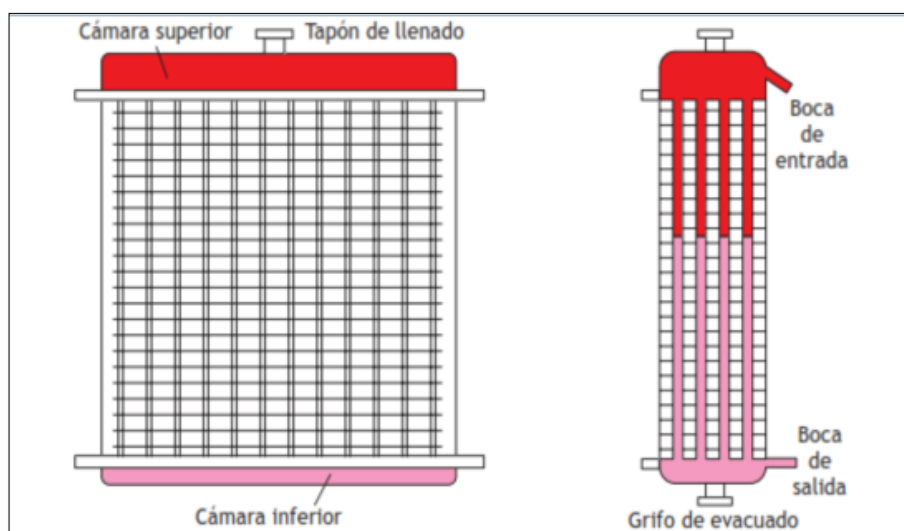
Este componente del sistema de refrigeración se encuentra ubicado en la parte frontal del motor, con el objetivo del aprovechamiento del aire externo al que se somete al vehículo cuando se encuentra en marcha.

Está compuesto por dos tanques uno inferior y uno superior los cuáles se encuentran acoplados por medio de mangueras que permiten la entrada y salida del líquido refrigerante al mismo. Estos dos depósitos se encuentran a su vez acoplados por una sección tubular los cuales se encuentran rodeados por aletas altamente finas. El material de estos tanques tiende a ser de plásticos resistente al contacto con productos químicos, altas temperaturas e impactos, ejemplo de estos materiales es el polipropileno, poliamida.

Los materiales empleados en la fabricación de los radiadores cuentan con características de grandes conductores de calor y resistencia a la corrosión la mayoría son fabricados en cobre y/o aluminio. (técnica, 2019)

Figura 14

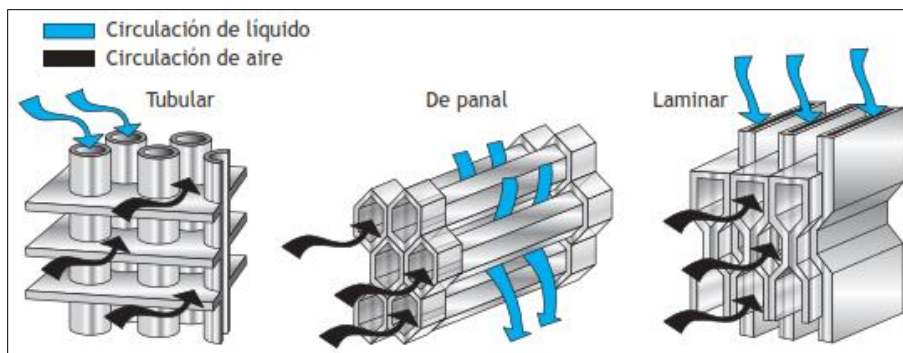
Partes del Radiador



Nota: Partes del Radiador, cuyo objetivo es mantener bajo control la temperatura de tu motor de combustión (técnica, 2019)

El diseño de las tuberías que alojan los radiadores puede ser de tipo tubular, panel y laminar. el primer tipo de tuberías es lamas utilizada, el segundo tipo mencionado se encuentra en discontinuación. Con más claridad se podrán observar este tipo de tuberías en la figura 15.

Figura 15
Tipos de Tuberías en un Radiador



Nota: tipos de Tuberías en un Radiador, dependiendo de su diseño se tendrá la relación transferencia de calor por medio de circulación liquido refrigerante vs flujo de aire. (técnica, 2019)

5.2.7.3.2 mangueras de refrigeración.

Estos componentes son los que permiten la conexión entre el radiador y el motor junto con los demás elementos que en la actualidad se es necesario su refrigeración, se encuentran sujetos por medio de abrazaderas. El material de fabricación de estas es de goma flexible con características de resistencia a altas temperaturas y vibraciones generadas por el motor. (técnica, 2019).

Figura 16
Manguera de Refrigeración



Nota: generalmente están hechas de una manguera de goma gruesa y resistente, ya que debe soportar temperaturas y presión bastante altas. (Autoría Propia)

5.2.7.3.3 Bomba de refrigeración.

Su principal función es encargarse de la recirculación del líquido refrigerante y de esta manera evacuar el calor del interior del motor al radiador por medio de los ductos y componentes que permitan la circulación de este fluido.

Se usan bombas de agua de tipo centrifugas, el diseño de estas se encuentra ligado a la potencia del motor y el calor a evacuar. (técnica, 2019)

Figura 17
Bomba de Refrigerante NPR



Nota: La bomba de refrigerante es la encargada de mantener bajo control la temperatura, su propósito es distribuir el fluido refrigerante para así expulsar el exceso de calor hacia el exterior del motor (Autoría Propia)

5.2.7.3.4 Termostato.

“El termostato es una válvula térmica que controla el paso de líquido entre el motor y el radiador, cuando el líquido refrigerante alcanza la temperatura adecuada (alrededor de 85 °C) el termostato comienza a abrirse, dejando pasar el líquido hacia el radiador.” (técnica, 2019)

En el momento que la temperatura en el líquido refrigerante es menor a los 85 °C, El termostato permanecerá cerrado evitando que circule el líquido refrigerante alojado en el bloque del motor hacia el radiador, una vez se supere la temperatura ya mencionada anteriormente, el

termostato empezará a realizar su apertura de una manera progresiva y así se dará lugar a la circulación del líquido refrigerante en el motor al radiador. *“Generalmente la válvula comienza a abrirse entre los 80 °C y los 86 °C y se encuentra totalmente abierta entre los 95 °C y los 100 °C.”* (técnica, 2019)

Figura 18
Termostato NPR



Nota: dos láminas de metal unidas, con diferente coeficiente de dilatación térmica. Cuando la temperatura cambia, la lámina cambia de forma automáticamente. (Autoría Propia).

El termostato este compuesto por una válvula auxiliar, muelles de reposo, válvula principal, junta tórica de estanqueidad, capsula de metal, estructura del termostato. Ver figura 19 para mayor claridad.

Figura 19
Partes del Termostato



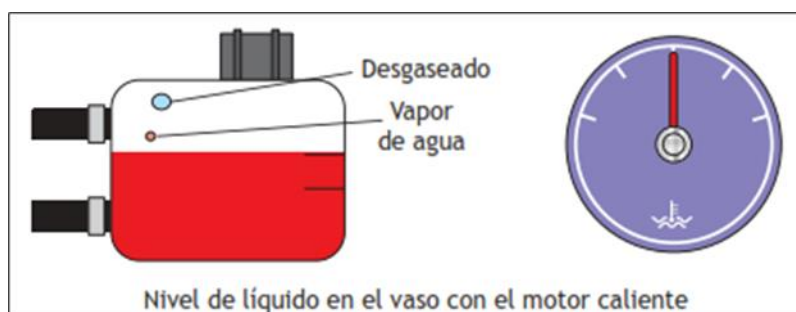
Nota: El termostato es un elemento fundamental del sistema de refrigeración del motor, pues sin él la temperatura podría elevarse hasta producir un sobrecalentamiento. (técnica, 2019)

5.2.7.3.5 Depósito de expansión.

El depósito de expansión es el encargado de acumular todo el vapor del líquido refrigerante y condensarlo, debido a la alta temperatura a la que se somete el fluido este hace que se alcance cierta presión y lleve a la evaporación, al momento que la temperatura disminuye el líquido refrigerante se contrae disminuyendo su volumen.

Figura 20

Nivel de Líquido en Vaso de Expansión con el Motor Caliente



Nota: El vaso de expansión es un depósito de líquido refrigerante con una función más importante de lo que parece la cual es garantizar el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración de un vehículo. (técnica, 2019)

5.2.7.3.6 Ventilador.

El ventilador es el componente dentro del sistema de refrigeración encargado de generar una corriente de aire, el cual su fluido es través del radiador hacia el motor. Es de gran importancia durante el momento que el motor se encuentra en funcionamiento a mínimas rpm y a su vez cuando el flujo de aire no es suficiente como para lograr mantener el líquido refrigerante en temperaturas bajas.

Dentro la clasificación de los ventiladores encontramos los de accionamiento directo o convencionales: “*Los ventiladores de accionamiento directo van montados sobre un eje al que se le acopla una polea movida por una correa trapezoidal tensada. Toma su movimiento del*

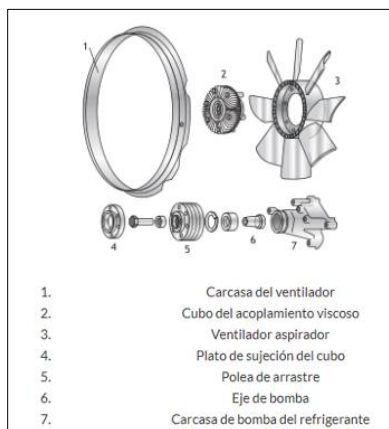
extremo delantero del cigüeñal y mueve también la bomba de agua en el mismo eje, el alternador, la bomba de dirección hidráulica y otros accesorios.” (técnica, 2019)

Con accionamiento eléctrico o electroventiladores: *“Están constituidos por un motor eléctrico de corriente continua, el cual mueve el ventilador solidario al eje de este. los radiadores refrigerados por electroventiladores pueden incorporar, un solo ventilador de una velocidad, dos ventiladores iguales, o de sección diferente, que funcionan escalonadamente y un ventilador con diferentes velocidades.” (técnica, 2019)*

Con regulación termostática o acoplamiento viscoso: *“Los ventiladores viscosos se acoplan y desacoplan en función de las necesidades de refrigeración del motor. El acoplamiento se produce por la transmisión de la temperatura del radiador sobre un bimetetal del cubo del propio ventilador. Cuando la temperatura es baja, el ventilador gira a pocas revoluciones, aproximadamente al 25%. A una temperatura de 70 °C, o superior, el ventilador gira a la máxima velocidad.” (técnica, 2019)*

Figura 21

Ventiladores con Regulación Termostática o de Acoplamiento Viscoso



Nota: Ventiladores con Regulación Termostática o de Acoplamiento Viscoso se acoplan y desacoplan en función de las necesidades de refrigeración del motor (técnica, 2019)

Con acoplamiento electromagnético: *“Los ventiladores con acoplamiento electromagnético son ventiladores arrastrados por el eje que mueve la bomba del líquido de refrigeración,*

uniéndose a él por medio de un embrague electromagnético cuando el líquido de refrigeración alcanza aproximadamente 85 °C.” (técnica, 2019)

Con accionamiento hidrostático: “Los ventiladores hidráulicos emplean la energía del motor al mover una bomba hidráulica en tándem que alimenta simultáneamente la servodirección y el ventilador hidráulico, comandado por una electroválvula que activa la centralita de gestión motor, aprovechando de forma óptima la energía térmica del motor.” (técnica, 2019)

5.2.7.3.7 Poleas y correas.

La bomba de refrigerante es accionada por medio de una polea y correa las cuales se encuentran alojada al motor.

Figura 22

Poleas y Correas de Sistema de Refrigeración



Nota: sistemas formados por pares de ruedas o poleas situadas a cierta distancia, con ejes normalmente paralelos, que giran simultáneamente transmitiendo el movimiento desde el eje de entrada o motriz hasta el eje de salida Poleas y Correas de Sistema de Refrigeración. (técnica, 2019)

5.2.7.4 Ciclo de enfriamiento.

A continuación, una pequeña descripción de funcionamiento del sistema de refrigeración.

El sistema de refrigeración: en el vehículo el sistema debe estar con el componente líquido refrigerante necesario para poder cumplir con la actividad durante el desplazamiento del vehículo, una vez se da ignición al motor el refrigerante se traslada por las líneas o ductos de

refrigeración en el motor por medio de una bomba de refrigeración la cual genera una presión para que el caudal recircule ,cuando alcanza la temperatura máxima permitida de trabajo del vehículo (90 °)en el motor ,dos dispositivos mencionados anteriormente termostatos permiten el paso del fluido al radiador ,este por la recirculación que tiene en sus paneles más la ayuda de la venta viola, ventilador y el flujo de aire que choca con el radiador durante el desplazamiento del vehículo hacen que el líquido baje de temperatura, de esta manera nuevamente ingresa al motor para poder cumplir con el objetivo que es mantener el motor a una temperatura ideal de trabajo.

5.3 Marco normativo/legal

A continuación, se relacionan decretos con sus respectivos numerales y descripciones aplicables al trabajo de investigación enfocado al análisis del mantenimiento ejecutado en sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet diésel NPR.

Tabla 1

Legislación Para Flotas de Vehículos y Carga.

Decreto	Numeral	Observación
Decreto 988 del 7 de abril de 1997.	Artículo 1°	"Suprimir la tarjeta de operación a que se refiere el título VII del Decreto 1815 de 1992 y sus disposiciones reglamentarias". (juriscol, 2019)
Decreto No. 1150 del 25 de abril de 1997.	Artículo 1°	"Las relaciones económicas entre el transportador autorizado y el propietario del vehículo de carga, se regirán de conformidad con la tabla anexa del presente decreto. Dicha tabla regula el costo tonelada dependiendo del origen-destino". (transporte, 2019)
DECRETO 431 DEL 14 DE MARZO DE 2017.	Artículo 2.2.1.6.4.1. Requisitos.	"Realizar el mantenimiento preventivo y las revisiones técnico-mecánicas de todos los vehículos vinculados a su capacidad transportadora con administración integral y garantizar que el mantenimiento preventivo se efectúe en talleres que cumplan con las condiciones establecidas en el plan estratégico de seguridad vial". (transporte, mintransporte, 2019)

Decreto 087 de 2011.	Numeral 8.2.1. Plan de mantenimiento preventivo y artículo 10 del Decreto 2851 de 2013.	<i>“La empresa debe diseñar e instituir un plan de mantenimiento preventivo de sus vehículos, deben tener ciertas características que debe de incluir el plan de mantenimiento”.</i> (senado, 2019)
Decreto 1079 de 2015.	Artículo 2.3.2.3.1. Planes estratégicos de las entidades, organizaciones o empresas en materia de Seguridad Vial.	<i>"Además de las acciones contenidas en el artículo 12 de la Ley 1503 de 2011, los Planes estratégicos de Seguridad Vial adoptados por las entidades, organizaciones o empresas tanto del sector público como privado que para cumplir sus fines misionales o en el desarrollo de sus actividades posean, fabriquen, ensamblen, comercialicen, contraten, o administren flotas de vehículos automotores o no automotores superiores a diez (10) unidades, o contraten o administren personal de conductores, deberán adecuarse a lo establecido en las líneas de acción del Plan Nacional de Seguridad Vial 2011- 2016 o al documento que lo modifique o sustituya y deberán adaptarse a las características propias de cada entidad, organización o empresa".</i>
Datos Estadísticos del OREDA.	OREDA	<i>“Aplicando conceptos conocidos, con límites y jerarquías preestablecidos mediante un Proceso Estructurado en forma secuencial y limitado en las posibilidades de calificación, y ponderación de los eventos de mantenimiento”.</i> (transporte, Alcaldía mayor de Bogotá, 2019)

Nota: Esta tabla contiene información suministrada por el ministerio de transporte, senado de la república de Colombia entre otras fuentes. (autoría propia)

6 Marco metodológico

6.1 Recolección de la información

6.1.1 Tipo de investigación.

El desarrollo de la siguiente investigación se basará en un paradigma mixto, teniendo en cuenta que alguna información será recopilada de los indicadores de gestión del área de mantenimiento y documentación de la compañía de mensajería y logística con operación en el territorio colombiano, adicionalmente, se recopilará información de manuales de reparación, referencias de repuestos y diagnósticos de personal técnico.

El tipo de investigación a desarrollar será:

Tabla 2

Tipos de Investigación Aplicados.

Tipo de investigación	Característica
Documental	Se analiza la información documental registrada desde enero del 2018 a la actualidad.
Explicativa	Se busca dar razón del porqué de las fallas en el sistema refrigeración de los vehículos Chevrolet NPR.
Estudio de caso	Se tomará un motor aleatoriamente de la línea Chevrolet NPR con el fin de realizar el análisis de componentes y revisar causas de posibles fallas.

Nota: Tomado de cuadernillo líneas de investigación universidad ECCI. (autoría propia)

6.1.2 Fuentes de obtención de la información.

6.1.2.1 Fuentes primarias.

Las fuentes de información para la presente investigación son:

Bases de datos del historial de mantenimiento a nivel general del parque automotriz de la compañía de mensajería, este historial se encontrará desde junio de 2020 hasta la actualidad, base que es suministrada por el software (SYAM), software implementado en el área de mantenimiento.

Entrevistas al personal técnico y conductores.

Informes de rectificadoras de motores, estos informes son relacionados a motores fuera de servicio por sometimiento a temperaturas fuera del rango de trabajo.

Manuales del fabricante.

6.1.2.2 Fuentes secundarias.

Las fuentes de información secundarias implementadas para el presente trabajo de investigación son: Tesis de grado descritas en el anterior estado de arte de este documento, Norma de estandarización ISO 14224:2016, páginas especializadas en mantenimiento, páginas de fabricantes.

6.1.3 Herramientas.

En la investigación del sistema de refrigeración de los vehículos Chevrolet NPR diésel las herramientas implementadas son:

Análisis de criticidad.

Análisis de modo de efecto y falla.

Análisis de causa raíz.

6.1.4 Metodología.

Para el desarrollo del objetivo “*Conocer los procedimientos implementados para el mantenimiento del sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR de una compañía de mensajería*”, Se tomará la base de datos suministrada por el software de mantenimiento, de esta base de datos se revisarán aquellos parámetros de revisión y mantenimiento, los cuales pueden estar determinados por tiempo de trabajo y/o kilometraje.

Estos parámetros serán comparados con el manual de reparación y de usuario del fabricante logrando observar si hay variaciones significativas en los procesos con respecto a los establecidos por el fabricante.

Para el desarrollo del objetivo número 2 el cual es, “*Identificar las principales causas de daños en el sistema de refrigeración para plantear una posible solución*”, se identificará la cantidad de vehículos averiados por fallas en el sistema de refrigeración, se buscarán fallas asociadas al sistema de refrigeración, estado de componentes del sistema de refrigeración etc.

Esta información será extraída de historiales de mantenimiento y se tomará un motor de este historial el cual se analizará para determinar mediante un análisis de AMEF y lograr saber cuáles son las causas principales de falla.

Para el desarrollo del objetivo número 3 el cual es “*Plantear oportunidades de mejoras que pueda tener el plan de mantenimiento ya estructurado dentro de la compañía para lograr una reducción en las consecuencias de las fallas en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR*”.

De acuerdo con el desarrollo de los objetivos anteriores se obtendrán conclusiones, estas conclusiones se revisarán con respecto a la metodología de mantenimiento actual y de esta manera se podrán generar oportunidades de mejora para corregir o minimizar el impacto de estas fallas.

6.1.5 Información recopilada.

A continuación, se mostrará la información recopilada para la presente investigación.

En la actualidad una compañía de mensajería cuenta con un amplio plan de mantenimiento, pero la presente investigación se centralizará en mantenimiento en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR, sin embargo, se encontrará adjunto el plan de mantenimiento completo para esta línea de vehículos.

6.1.5.1 Plan de mantenimiento y procedimientos adjuntos a su ejecución.

El funcionamiento básico del sistema de refrigeración en un motor Diesel NPR, es el transferir el calor generado por la combustión y la fricción hacia el medio ambiente logrando mantener controlada la temperatura de operación del motor.

En tabla 3 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de refrigeración de acuerdo con el kilometraje. Las intervenciones pueden ser de ajuste, inspección o cambio, completar, torque al par especificado y reemplazar.

Tabla 3

Parámetros de Mantenimiento Sistema de Refrigeración Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
1701	Reparación y/o inspección Bomba de Agua.	I	10.000
1702	Cambio termostato.	I/R	25000
1703	Inspección de radiador y mangueras.	I	10.000
1706	Mantenimiento rodamientos sistema refrigeración.	A/I/R	32.000
1708	Reparación Fan Clutch.	A/I/T/R	48000
1709	Inspección Fan Clutch	A/I/T	10.000
1710	Cambio de refrigerante	I	60000
1712	Cambio o reparación de Intercooler	I/A	50000
1713	Filtro secundario	I	20.000
1716	Inspección mangueras refrigeración	I	8.000
1721	Nivel Refrigerante	I / R	10.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia).

El sistema de dirección es uno de los más importantes y críticos dentro de cualquier tren motriz. Su principal misión es mantener el rumbo directo y/o a la izquierda - derecha de un vehículo, este rumbo dependerá de la orden que se de desde el operador a través del timón.

En tabla 4 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de dirección de un vehículo NPR. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser de ajuste, inspección o cambio, completar, torque al par especificado y reemplazar.

Tabla 4

Parámetros de Mantenimiento Sistema de Dirección Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
1901	Reparación y/o inspección bomba hidráulica		10.000
1902	Reparación cajas de dirección		25.000
1903	Cambio aceite hidráulico	R	80.000
1904	Niveles aceite hidráulico	I	8.000
1907	Caña caja dirección		8.000
1908	Fugas hidráulico		8.000
1909	Barra transversal		8.000

Nota: Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

El sistema de suspensión es el encargado de mantener las ruedas en contacto con el suelo, absorbiendo las vibraciones y movimiento provocados por las ruedas en el desplazamiento del vehículo, para que estos golpes no sean transmitidos al bastidor.

En tabla 5 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de suspensión de un vehículo NPR. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser inspección o cambio, torque al par especificado.

Tabla 5

Parámetros de Mantenimiento Sistema de Suspensión Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2201	Muelles traseros	I	24.000
2202	Bujes y pasadores	I	24.000
2203	Soportes muelles traseros	I	24.000
2209	Torques muelles traseros	T	10.000
2210	Amortiguadores traseros	I	16.000

Nota: Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia).

El sistema de motor es la composición conjunta de piezas que transforman algún tipo de energía eléctrica, química o cinética en energía mecánica de rotación de un eje o el movimiento de un pistón lo que permitirá llevar a cabo un trabajo.

En tabla 6 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de motor de un vehículo NPR. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser inspección, revisión y torque al par especificado.

Tabla 6

Parámetros de Mantenimiento Sistema Motor Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
1801	Reparación general motor		600.000
1802	Reparación turbo	I	64.000
1803	Reparación bomba de inyección.	I	640.000
1804	Reparación inyectores.	I	640.000
1805	Cambio de aceite.	R	8.000
1806	Revisión niveles aceite motor	I	8.000
1807	Filtro trampa combustible	R	24.000
1808	Filtro combustible	R	24.000
1809	Filtro aire	R	24.000
1812	Cambio soporte motor		0
1814	Revisión de niveles aceite general		8.000
1815	Mantenimiento admisión	I	16.000
1817	Reparación parcial.		300.00
1819	Correas de repartición		0
1821	Calibración válvulas	T	150.000
1823	Inspección turbo	I	16.000
1824	Guayas	I	16.000
1825	Cambio de casqueteria	I	300.000
1828	Cambio de cigüeñal	I	300.000
1835	Culata motora	I	300.000
1841	Inspección múltiple de escape	I	8.000
1843	Torque soporte de motor	T	16.000
1844	Inspección anillo motor	I	8.000
1845	Cambio enfriador aceite		0
1846	Cambio de apagador	I	8.000
1849	Sensor nivel refrigerante.	I	
1853	Sincronización motora		50.000
1856	Temperatura motora		10.000
1860	Análisis muestra de aceite	MUESTRA	8.000
1865	Inspección culata		10.000
1866	Inspección monitoreo	I	8.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

El chasis es aquella estructura sobre la que se cimienta y da soporte a todas las piezas que forman un vehículo automotriz.

En tabla 7 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en el chasis de un vehículo NPR.

Tabla 7

Parámetros de Mantenimiento chasis Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2603	Torque chasis		0
2604	Repara chasis		0
2605	Puentes y orejas chasis		0

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia).

El sistema de suspensión delantera es el encargado de mantener las ruedas en contacto con el suelo, absorbiendo las vibraciones y movimiento provocados por las ruedas en el desplazamiento del vehículo, para que estos golpes no sean transmitidos al bastidor.

En tabla 8 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de suspensión de un vehículo NPR. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser inspección o cambio, torque al par especificado.

Tabla 8

Parámetros de Mantenimiento Sistema Suspensión Delantera Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2001	Rodamientos delanteros	I	24.000
2002	Cambio Splinder	I	30.000
2003	Alineación de dirección	I	16.000
2004	Muelles delanteros	I	30.000
2005	Soportes delanteros	I	30.000
2006	Bujes y balancines delanteros	I	30.000
2007	Cambios amortiguadores delanteros	I	48.000
2008	Fugas por tapacubos		0
2009	Revisión Campanas delanteras	I	10.000
2013	Torques muelles delanteros		10.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

Los frenos de un vehículo Chevrolet NPR son parte de un dispositivo mecánico que inhibe el movimiento, son el sistema de seguridad más importante y una de sus piezas clave. Sin embargo, muchos conductores no se preocupan por conocer el funcionamiento de este importante componente.

En tabla 9 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de frenos. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser inspección o cambio, torque al par especificado y revisión.

Tabla 9

Parámetros de Mantenimiento Sistema de Frenos Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2301	Inspección de frenos eje delantero	I	10.000
2303	Inspección de freno eje trasero	I	10.000
2304	Bomba freno hidráulico		
2307	Inspección retenedores y rodillos TLD	I	10.000
2308	Inspección retenedores y rodillos TLI	I	10.000
2311	Campana y bocín TTLD	I	16.000
2312	Campana y bocín TTLI	I	16.000
2313	Raches	I	10.000
2315	Graduación frenos	T	10.000
2316	Cambio liquido frenos	R	45.000
2317	Boster - suavizador		0
2318	Freno de emergencia	I	16.000
2321	Pastillas delanteras		0
2322	Pastillas traseras		0

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

El sistema de caja de velocidades y embrague es un conjunto de piezas que transmiten la potencia generada por el motor directamente hacia las ruedas, para que el vehículo pueda desplazarse; dicho de otra manera, es el instrumento encargado de transformar la energía térmica en energía mecánica, para que se produzca el movimiento.

En tabla 10 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de caja de velocidades y embrague. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser inspección o cambio, torque al par especificado y revisión.

Tabla 10

Parámetros de Mantenimiento Caja de Velocidades y Embrague Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2101	Reparación embrague		100.000
2102	Reparación caja de velocidades		300.000
2103	Cambio aceite caja velocidad	R	36.000
2104	Niveles aceite caja velocidades	I	8.000
2105	Reparación mono chip		N/A
2106	Revisión Bomba principal y/o auxiliar embrague		10.000
2107	Barra de cambios		0
2108	Fugas aceite caja velocidades		10.000
2109	Graduar clutch	T	10.000
2114	Cambio Bomba principal y/o auxiliar embrague	I	50.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

El sistema de diferencial trasero es aquel sistema que consigue que cada rueda pueda girar correctamente en una curva, sin perder por ello la fijación de ambas sobre el eje, de manera que la tracción del motor actúa con la misma fuerza sobre cada una de las dos ruedas.

En tabla 11 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema de diferencial trasero. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones pueden ser inspección o cambio y revisión.

Tabla 11

Parámetros de Mantenimiento Diferencial Trasero Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2401	Reparación o ajuste diferencial trasera	I	150.000
2403	Cambio aceite diferencial trasero	R	42.000
2404	Niveles de aceite diferencial trasera	I	10.000
2506	Jocky diferencial trasero	I	42.000
2407	Cardan trasero	I	42.000
2408	Revisión Crucetas		10.000
2409	Engrase crucetas	I	10.000
2410	Engrase general	I	10.000
2414	Revisión niveles	I	10.000
2417	Inspección o cambio caucho cardan	I	10.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

El sistema eléctrico es el responsable del arranque, encendido, funcionamiento de luces y equipos y la señalización de todos los vehículos. El elemento principal es la batería, esta almacena la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento óptimo de todos los elementos del sistema

En tabla 12 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema eléctrico de un vehículo Chevrolet NPR. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones se basan en inspecciones.

Tabla 12

Parámetros de Mantenimiento Sistema eléctrico Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2701	Motor arranque	I	160.000
2702	Reparación alternador	I	160.000
2703	Tablero de instrumentos		0
2704	Cambio baterías	I	160.000
2706	Revisión luces	I	8.000
2709	Correas alternador	I	8.000
2710	Mantenimiento baterías	I	8.000
2712	Inspección alternador	I	32.000
2713	Inspección arranque	I	8.000
2714	Instalación eléctrica		0
2715	mantenimiento automático arranque		30.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

Las llantas están diseñadas para soportar el peso del vehículo, absorber los impactos de la carretera, transmitir la tracción, las fuerzas de par y de frenado a la superficie de la carretera y mantener y cambiar la dirección de la marcha de cualquier vehículo.

En tabla 13 se relaciona cada una de las actividades a ejecutar en sistema eléctrico de un vehículo Chevrolet NPR. Según plan de mantenimiento de la compañía de mensajería las actividades por ejecutar se desarrollan en intervalos de kilometraje. Las intervenciones se basan en inspecciones.

Tabla 13

Parámetros de Mantenimiento llantas cabezote Vehículo NPR.

Código de actividad	Descripción	Rutina	Parámetro / km
2801	Llantas delanteras		60.000
2802	Llantas tracción		80.000
2803	Rines		0
2804	Rotación llantas delanteras	I	24.000
2805	Rotación llantas tándem	I	24.000
2806	Organizar llantas		0
2807	Cambio espárragos		0
2808	Calibración llantas	I	10.000
2809	Rotación llantas camionetas		20.000
2810	Torque llantas cabezote		20000
2811	Regrabación llantas cabezote		0
2812	Inspección llantas	I	10.000

Nota: estos parámetros se realizan de manera cíclica en cada una de las rutinas de mantenimiento preventivo programados desde el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

En tabla 14 se mostrará convenciones para cada rutina ejecutada en plan de mantenimiento de la empresa de mensajería.

Tabla 14

Rutina de Mantenimiento.

Abreviatura	Definición
A	Ajuste
I	Inspección o cambio, complete, ajuste
T	Torque al par especificado.
R	Reemplace o cambie

Nota: tabla de convenciones según el área de planeación de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

La compañía de mensajería realiza su mantenimiento preventivo en cada componente a posible falla. Este se basa de acuerdo con el cumplimiento del kilometraje o tiempo asignado para cada vehículo; se tienen en cuenta varios factores importantes para el desarrollo de la

actividad, como lo son inspecciones, reportes de conductores y rutinas de manual de cada vehículo con respecto a su fabricante.

Para realizar estos planes, se tiene en cuenta las rutinas de mantenimiento ya establecidas en la organización para cada tipo de vehículo, en esta se realizan cambios de aceite, filtración, calibración de válvulas, mantenimiento de rodamientos, sistemas de frenos, suspensión, entre otros.

Por ejemplo, se cuenta con el cambio de aceite de la flota de acuerdo con dos factores importantes como lo son: kilometraje (kilómetros recorridos) o tiempo (desde su último cambio) de acuerdo con lo primero que cumpla. Después de analizar la calidad del aceite y filtración a utilizar, la compañía logró prolongar la vida útil de los aceites como se muestra en la tabla 15 y 16:

Tabla 15

Parámetros de Cambio Aceite Flotilla Empresa de Mensajería.

Línea	Km según fabricante	Kilometraje establecido	Tiempo Establecido
<i>FVR</i>	10.000	12000	5MESES
<i>HI4300</i>	15.000	18000	4MESES
<i>HI4700</i>	15.000	18000	4 MESES
<i>KODIAK</i>	15.000	16000	4 MESES
<i>NPR</i>	6.500	10000	4 MESES
<i>NPR REDWARD</i>	8.000	12000	4 MESES
<i>NKR</i>	8.000	10000	4 MESES
<i>NHR</i>	8.000	10000	4 MESES

Nota: información tomada del plan de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

Tabla 16

Parámetros de Cambio Aceite Flotilla Empresa de Mensajería.

Línea	Km según fabricante	Km establecido	Tiempo Establecido
<i>HYUNDAI H100</i>	5.000	5500	3 MESES
<i>HYUNDAI HI</i>	5.000	5500	3 MESES
<i>N300</i>	5.000	5500	3MESES

Nota: información tomada del plan de mantenimiento de la compañía de mensajería. (autoría propia)

Seguido a tener conocimiento a estas rutinas, se procede a la revisión de la plataforma y/o software implementado por la compañía al área de mantenimiento el cual es conocido a nivel interno de la organización como SYAM “*Sistema integrado para almacén y mantenimiento*” .aquí se brinda una información más detallada de los cambios que se deben realizar en cada sistema de los vehículos teniendo en cuenta que para esta investigación se encuentra centralizado en vehículos Chevrolet NPR y su sistema de refrigeración y reparaciones de motor como consecuencia de recalentamiento al motor. Estos parámetros se tienen establecidos por kilometraje, la información extraída del sistema es brindada en formato Excel la cual se adiciona a la planeación mensual de mantenimiento.

A continuación, se muestra en la figura 24 el diseño de una plantilla de rutina de Mantenimiento donde se observa las celdas de color azul celeste es la planeación y los adicionales que arrojo la plataforma.

Figura 23
Plantilla de Rutina de Mantenimiento

OS	1	3	4	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
REGIONAL	PLACA	LINEA	MODELO	SEPTIEMBRE_21	1705	1713	1714	1716	1805	1807	1808	1809	1810	1815	1819	1821	1822	1903	2001	2003	2013	2012	2101	2103
					FILTRO DE AGUA	FILTRO AIRE SECUNDARIO	INSPECC Y MANTENIMIENTO AIRE ACONDICIONADO VAPORIZADOR	CAMBIO O INSPECC MANGUERAS SISTEMA REFRIGERACION	CAMBIO ACEITE Y FILTRO MOTOR	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE	FILTROS DE COMBUSTIBLE	FILTROS DE AIRE PRIMARIO	REVISION Y O MTO FRENO DE AHOGO	REVISION Y MTO DUCTOS ADMISION	CORREAS DE REPARTICION	CALIBRACION VALVULAS	FILTRO BY PASS	INSPECC O CAMBIO ACEITE FRENOS RODAMIENTOS DELANTEROS	ALINEACION DE DIRECCION	TORQUE MUELLES DELANTEROS	REV Y AJUSTE SPLINERS	REPARACION EMBRAGUE	CAMBIO ACEITE CAJA VELOCIDAD	
ARMENIA	SYL182	H4700	1996						1															
ARMENIA	SWK183	NPR	2007						1.479															
ARMENIA	SPT475	NKR III	2010						1.749															
ARMENIA	WFO871	N300	2018																					
ARMENIA	GZK029	N300	2040						1.520															
ARMENIA	ESX552	N300	2019	2DA SEMANA			X	X	4.785			X												
ARMENIA	TT0735	NPR	2014	3RA SEMANA					8.800	X	X	X	X	X						X	X	X		X
ARMENIA	QYV852	N300	2020																					
ARMENIA	WFO882	N300	2018						296															
BARRANQUILLA	ESX429	NPR	2019						7.709															
BARRANQUILLA	TT0744	NPR	2014						5.783															
BARRANQUILLA	SZV868	NPR	2012						2.648															
BARRANQUILLA	ESX428	NPR	2019						3.922															
BARRANQUILLA	SYL551	H4700E	1998						4.152															
BARRANQUILLA	SPT469	NKR III	2010						4.578															
BARRANQUILLA	SYL505	NPR	1998						2.421															
BARRANQUILLA	SYG475	NPR	2002																					
BARRANQUILLA	GZK073	N300	2020						3.060															
BARRANQUILLA	ESX512	N300	2019						3.149															

Nota: contiene los apartados indispensables para poder tener conocimiento de las revisiones y controles realizadas o planificadas; poder controlar los elementos revisados, los parámetros y las pruebas a realizar en los vehículos. (Software Mantenimiento Empresa de mensajería)

El software de mantenimiento fue diseñado dentro de la organización, En él se conserva todo el historial de la flota, la información básica (hojas de vida) sus mantenimientos correctivos, preventivos, costo de repuestos entre otros. Esto con el fin de llevar la trazabilidad y seguimiento a los indicadores de gestión.

La figura 24 nos muestra el módulo de componentes, allí se puede observar las tareas o actividades establecidas para cada tipo de vehículo, el parámetro el cual nos muestra la línea base a medir, el kilometraje actual del vehículo y la fecha estimada para la realización de esta actividad.

Figura 24
Módulo de Repuestos Software SYAM

The screenshot shows a software window titled 'Componentes'. At the top, it displays 'Datos del Vehículo' with fields for 'Placa: SZW686', 'Grupo: 28 - CHEVROLET - NPR', 'Km Día: 209', 'T. Km: 316.644', and a checked 'Activo' box. Below this is the 'Datos Componentes' section, which includes a 'KM Actual' field, a checked 'Activo' box, and a 'Selección' dropdown menu set to 'Ninguno'. The main part of the window is a table with the following data:

Código	Descripción	Fecha. Mnto	Parámetro	KmActual	Estimada(Fech
<input type="checkbox"/> 1701	REPARACION BOMBA DE AGUA		10.000	292.528	11/jul/2017
<input type="checkbox"/> 1703	REPARACION RADIADOR		10.000	292.528	11/jul/2017
<input type="checkbox"/> 1706	POLEAS Y CORREAS SISTEMA REF...		40.000	292.528	11/jul/2017
<input type="checkbox"/> 1709	INSPECCION FAN CLUTCH		50.000	155.589	11/jul/2017
<input type="checkbox"/> 1710	CAMBIO REFRIGERANTE	16/may/2017	50.000	9.410	20/ene/2018
<input type="checkbox"/> 1712	CAMBIO O REPARACION INTERCOO...		10.000	155.589	11/jul/2017
<input type="checkbox"/> 1721	NIVEL REFRIGERANTE	5/dic/2016	10.000	136.233	11/jul/2017
<input type="checkbox"/> 1801	REPARACION DE MOTOR		600.000	292.528	20/jul/2021
<input type="checkbox"/> 1802	REPARACION TURBO		70.000	292.528	11/jul/2017

Nota: permite controlar en forma eficiente existencias de materiales y repuestos, movimientos de entradas y salidas, kardex, valuación del inventario por diferentes métodos, calcular el abastecimiento, proveedores, compras, entre otros Módulo de Repuestos Software SYAM. (Software Mantenimiento compañía de mensajería)

El área de mantenimiento también cuenta con un formato registrado en el sistema de gestión de la calidad (FMANT07), el fin de este formato es que los conductores al finalizar sus actividades registren cada una de las novedades presentadas en los recorridos o rutas asignados por operaciones en cada uno de los vehículos.

Este formato es entregado al coordinador de vehículos, quien avala esta novedad y posteriormente la entrega al planeador de mantenimiento, persona encargada de realizar la programación con base a la criticidad de esta.

Figura 25
Formato de Registro FMANT07

SOLICITUD PARA SERVICIO DE MANTENIMIENTO	
REGIONAL: _____	FECHA: _____ SOLICITUD No: _____
CONDUCTOR: _____	CEL No: _____ PLACA No: _____
ITEM	DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO SOLICITADO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
FMANT07	
V"B" JEFE DE OPERACIONES	V"B" COORD MANTENIMIENTO REG. CONDUCTOR

Nota: La solicitud de mantenimiento es aquella que hacemos por escrito para que se les dé mantenimiento a los vehículos, Formato de Registro FMANT07. (Software Mantenimiento compañía de mensajería)

Otro documento importante dentro los diferentes procesos del área de mantenimiento es el formato de inspección de ingreso del vehículo a mantenimiento (ver anexo A), este formato fue desarrollado con el fin de realizar una inspección minuciosa del vehículo, inspección que se encuentra a cargo del inspector justo en el momento de ingreso del vehículo al área de mantenimiento.

El documento facilita la revisión visual de una manera ordenada de cada uno de los componentes de los diferentes sistemas de los vehículos, es aquí donde se notifica si algún componente presenta algún tipo de anomalía. Adicional cuenta con casillas de observación para describir los componentes que no estén registrados o para hacer aclaraciones de los mismos.

Todos los mantenimientos y actividades que ejecute el área de mantenimiento de la compañía deben estar y contar con soporte, para esto se cuenta con órdenes de trabajo.

Para la creación de una orden de trabajo se requiere recopilar la siguiente información:

- ✓ La planeación de mantenimiento (rutinas de mantenimiento)
- ✓ información de la plataforma
- ✓ formato FMANT07
- ✓ check List.

Finalizada esta consolidación se crea la orden de trabajo en la plataforma ingresando la causa principal de ingreso del vehículo (preventivo, correctivo), placa, kilometraje en el momento de la intervención y los ítems de cada componente junto con lo que se desea hacer. Tal como se muestra en la figura 26.

Figura 26
Orden de Trabajo

Número:	Placa:	Fecha Salida:	Regional Vehículo	Regional Repara	Conductor (Cédula y Nombre):	Causa :	Sub :	Tipo OT
149092	S2W606	2017/JUN/14 10:42	BOGOTA		79962065	Preventivo	1805	PREVENTIVO

Cod	Descripción	Parámetro	Km Actual	Fecha Est.	Tiempo	Comentario	Activo
1	1895	CAMBIO ACEITE MOTOR Y FILTRO ACEITE	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	CAMBIO ACEITE Y F. MOTOR
2	1898	FILTROS DE COMBUSTIBLE	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	FILTROS DE COMBUSTIBLE
3	1899	FILTRO PRIMARIO DE AIRE	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
4	1903	CAMBIO ACEITE HIDRAULICO	80.000,00	77.453,00	14-jul-17	0	CAMBIO ACEITE HIDRAULICO
5	2319	REV GRAL FRENOS	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	REV FRENOS
6	2403	CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL	70.000,00	38.335,00	14-jul-17	0	CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL
7	2410	ENGRASE GENERAL	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	ENGRASE GENERAL
8	2796	REVISION LUCES	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	REVISION LUCES
9	2710	MANTENIMIENTO BATERIAS	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	MANTENIMIENTO BATERIAS
10	2898	INSPECCION Y CALIBRACION LLANTAS	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	INSPECCION Y CALIBRACION DE LLANTAS
11	1815	MANTENIMIENTO ADMISION	10.000,00	9.410,00	14-jul-17	0	MTTO ADMISION
12	1810	FRENO DE AHOGO	50.000,00	35.376,00	14-jul-17	0	REV FUNCIONAMIENTO

Nota: Registro que se elabora con el fin de aceptar una solicitud de servicio para la ejecución de un mantenimiento; Orden de Trabajo. (Software Mantenimiento Compañía de Mensajería)

Después de realizar la orden de trabajo, esta se imprime para tener registro físico de las actividades, se genera una copia, copia que se conserva en el vehículo para conocimiento de los técnicos, con el propósito que tengan claras las actividades a realizar tal como se logra observar en la figura 27.

Figura 27
Copia Orden de Trabajo

Nombre de la Empresa		Código:	Versión:
		Nombre del D	
		Vigencia:	Fecha:
			18-Jul-2017

Regional Vehículo: BOGOTA. Regional Repara bogota

Item	Cod	Subsistema	Comentario	Param.	Km	Hrs
Número Orden:		149092	Hora creación Orden:	14-Jul-2017 10:42		
Tipo de Orden:		PREVENTIVO	Hora estimada Cierre:	14-Jul-2017 10:42		
Placa:		SZW686	Fecha de Programación:			
Tiempo (est.):		0,00	Fecha Real Salida:			
Conductor:		3213247795 JUAN CARLOS MANCIPE RIVERA		Kilometraje:	223,344	
Responsable Ingreso:		Preventivo	Subsistema:	1805	Modelo:	2012
					Tipo: CHEVROLET-NPR 700P	

Item	Cod	Subsistema	Comentario	Param.	Km	Hrs
30			REPARACION VOLANTE Y CAMBIO DE CREMALLERA	0	0	0,00
21	1721	NIVEL REFRIGERANTE	NIVELAR	10,000	136,233	0,00
1	1805	CAMBIO ACEITE MOTOR Y FILTRO J	CAMBIO ACEITE Y F, MOTOR	10,000	9,410	0,00
29	1807	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE	CAMBIO	10,000	9,410	0,00
2	1808	FILTROS DE COMBUSTIBLE	FILTROS DE COMBUSTIBLE	10,000	9,410	0,00
3	1809	FILTRO PRIMARIO DE AIRE	FILTRO PRIMARIO DE AIRE	10,000	9,410	0,00
12	1810	FRENO DE AHOGO	REV FUNCIONAMIENTO	50,000	55,376	0,00
22	1811	DRENAR TRAMPA COMBUSTIBLE	MMTO	10,000	68,335	0,00
11	1815	MANTENIMIENTO ADMISION	MITO ADMISION	0	0	0,00
4	1903	CAMBIO ACEITE HIDRAULICO	CAMBIO ACEITE HIDRAULICO	80,000	77,453	0,00
13	2012	AJUSTE SPLINDERS	AJUSTE SPLINDERS	10,000	9,410	0,00
14	2013	TORQUE MUELLES DELANTEROS	TORQUE	20,000	9,410	0,00
23	2104	NIVELES ACEITE CASA VELOCIDADE	NIVELAR	10,000	9,410	0,00
17	2109	GRADUAR CLUTCH	GRADUAR	0	0	0,00
20	2202	BUJES Y PASADORES TRASEROS	CAMBIO DE BUJES	30,000	155,589	0,00
15	2209	TORQUE MUELLES TRASEROS	TORQUE	20,000	9,410	0,00
16	2318	FRENO DE EMERGENCIA	HACER MITO	20,000	9,410	0,00
5	2319	REV GRAL FRENOS	REV FRENOS	10,000	9,410	0,00
6	2403	CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL	CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL	70,000	68,335	0,00
25	2404	NIVELES DE ACEITE DIFERENCIAL	NIVELAR	10,000	9,410	0,00
7	2410	ENGRASE GENERAL	ENGRASE GENERAL	10,000	9,410	0,00
32	2701	ARRANQUE	CAMBIO ARRANQUE	0	0	0,00
8	2706	REVISION LUCES	REVISION LUCES	10,000	9,410	0,00
24	2709	CORREAS ALTERNADOR	AJUSTE	10,000	9,410	0,00
9	2710	MANTENIMIENTO BATERIAS	MANTENIMIENTO BATERIAS	10,000	9,410	0,00
28	2715	REP ARRANQUE	CAMBIO DE BENDIX POR REPUESTO DEFECTUOSO	160,000	5,825	0,00
10	2808	INSPECCION Y CALIBRACION LLANT	INSPECCION Y CALIBRACION DE LLANTAS	10,000	9,410	0,00
31	2904	GUARDABARRIOS Y ESTRIBOS	CAMBIO DE GUARDAPOLVO IZQUIERDO CABINA	0	0	0,00
19	3001	CABINA	CAJUCHOS PEDALES	0	0	0,00
26	3008	FURGON	ARRREGLO EMPAQUES CONTROL PUERTAS SEGURO INTERNO VOLQUETA BISAGRAS AJUSTE PUERTAS	0	0	0,00
18	3009	DESMANCHE CABINA	POLICHOADO	0	0	0,00
27	4710	MATERIALES Y SUMINISTROS MEN		0	0	0,00

Nota: una orden de trabajo de mantenimiento es una autorización para realizar un tipo específico de actividad de mantenimiento, que puede ser una reparación eléctrica o hidráulica, así como una instalación; Copia Orden de Trabajo. (Software Mantenimiento Compañía de Mensajería).

Para la solicitud de repuestos e insumos, los técnicos deben verificar las actividades a cumplir en la orden de trabajo y posteriormente si solicitan los repuestos o insumos necesarios para llevar a cabo una de las labores asignadas. Teniendo claro los materiales necesarios para el mantenimiento del vehículo, se procede con la requisición de repuestos, actividad que se ejecuta por medio de un software que pertenece al almacén. (SAYCOM) “*Sistema de Administración y Control de Mantenimiento*”.

Finalizada la tarea de requisición, el software arroja un código con el que el técnico puede reclamar cada uno de los repuestos que han sido solicitados.

En la figura 28 se muestra el módulo de la requisición de repuestos de acuerdo a la orden de trabajo.

Figura 28
Requisición de Repuestos

The screenshot displays a web-based interface for 'Administración Requisiciones'. The main content area shows the details of a requisition (No 8499) with the following information:

- Fecha: 14/07/2017
- Fecha requerida: 14/07/2017
- Placa: SZW686
- OT: 149092
- Regional: RINGOTA
- Area solicita: MANTENIMIENTO
- Solista: NIÑO GUERRERO JHON YESID
- Linea / Modelo: NPR 700P / 2012

Below this information is a table listing the requested items:

Item	Repuesto	Referencia	Cantidad
1 - CAMBIO ACEITE MOTOR Y FILTRO ACEITE	ACEITE MOTOR MOBIL 15W40	15W40	12
1 - CAMBIO ACEITE MOTOR Y FILTRO ACEITE	FILTRO ACEITE NPR 98-2017	95631283-P550947	1
4 - CAMBIO ACEITE HIDRAULICO	ACEITE MOTOR MOBIL 15W40	15W40	2
6 - CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL	ACEITE DIFERENCIAL MOBIL 85W140	85W140 X 1/4	8
7 - ENGRASE GENERAL	GRASA MOBIL	M-MOBILUX EP	1
21 - NIVEL REFRIGERANTE	REFRIGERANTE	FCAB53	1
23 - NIVELES ACEITE CAJA VELOCIDADES	ACEITE MOBIL CAJA VELOCIDADES	80W90 X 1/4	1
27 - MATERIALES Y SUMINISTROS MEN	VAR SOL	NT	1

Below the table, there is a section for 'Comentarios realizados' with a text area and a 'Realizar comentario:' label. At the bottom right, there are 'Regresar' and 'Eliminar' buttons.

Nota: Documento por el cual se relaciona la solicitud de repuestos para el mantenimiento de un vehículo; Requisición de Repuestos. (Software Almacén Compañía de Mensajería)

Por último, cuando las actividades están culminadas, se procede a ejecutar nuevamente la revisión del vehículo por parte del inspector de vehículos y por el coordinador de flota, con el fin

de verificar la calidad de estos trabajos realizados. También es parte del proceso final hacer una prueba de ruta, lavar el vehículo y por último entregarlo al departamento de operaciones.

Culminado esto, los planeadores junto con los asistentes verifican que cada orden tenga todos los repuestos solicitados, las actividades realizadas por el personal de mantenimiento estén cargadas en el sistema y que cada actividad este cumplida. En el caso contrario, si existe alguna inconsistencia, el ingeniero de mantenimiento debe dar una explicación y escribir el motivo por el cual se omitió algún procedimiento y de esta forma se cierra el ciclo de un mantenimiento, cumpliendo de esta manera con los parámetros, los objetivos y el sistema de gestión de la calidad implementados por la compañía de mensajería. La figura 28 y 29 muestra una orden de trabajo culminada.

Figura 29
Orden de Trabajo Culminada

Referencia	Detalle	Vale / NIT	Cant	Valor	Tipo
1701	REPARACION BOMBA DE AGUA			Subtotal Item: \$ 249,900	
1702	TERMOSTATO			Subtotal Item: \$ 159,390	
1704	ACCESORIOS SISTEMA REFRIGARACION			Subtotal Item: \$ 55,378	
1706	POLEAS Y CORREAS SISTEMA REFRIGERAC			Subtotal Item: \$ 561,000	
1709	INSPECCION FAN CLUCTH			Subtotal Item: \$ 4,250	
1710	CAMBIO REFRIGERANTE			Subtotal Item: \$ 44,829	
1716	CAMBIO O INSPECC MANGUERAS SISTEMA			Subtotal Item: \$ 265,583	
1801	REPARACION DE MOTOR			Subtotal Item: \$ 6,806,472	
1802	REPARACION TURBO			Subtotal Item: \$ 1,156,680	
1803	REPARACION BOMBA INYECCION			Subtotal Item: \$ 309,400	
1805	CAMBIO ACEITE MOTOR Y FILTRO ACEITE			Subtotal Item: \$ 123,253	
1808	FILTROS DE COMBUSTIBLE			Subtotal Item: \$ 44,568	
1809	FILTROS DE AIRE PRIMARIO			Subtotal Item: \$ 42,341	
1810	REVISION Y/O MTTO FRENO DE AHOGO			Subtotal Item: \$ 6,400	
1813	MANTENIMIENTO COMBUSTIBLE			Subtotal Item: \$ 81,916	
1815	REVISION Y MTTO DUCTOS ADMISION			Subtotal Item: \$ 8,500	
1827	REPARACION BOMBA DE ACEITE			Subtotal Item: \$ 556,206	
1835	REPARACION CULATA			Subtotal Item: \$ 2,812,050	
1845	CAMBIO ENFRIADOR DE ACEITE			Subtotal Item: \$ 714,000	
1847	FUGAS ACEITE RETENEDOR CIGUÑAL TR			Subtotal Item: \$ 70,720	
1854	FUGA ACEITE X RETENEDOR DAMPER			Subtotal Item: \$ 60,180	
1856	REPARACION VOLANTE MOTOR			Subtotal Item: \$ 119,510	
2001	RODAMIENTOS DELANTEROS			Subtotal Item: \$ 74,936	
2002	SPLINDERS			Subtotal Item: \$ 305,958	
2012	REV Y AJUSTE SPLINDERS			Subtotal Item: \$ 5,635	
2109	REV Y GRADUAR CLUTCH			Subtotal Item: \$ 4,250	

*Nota: Orden de Trabajo Culminada posterior a intervención de un vehículo Chevrolet NPR.
(Software Almacén Compañía de Mensajería)*

Figura 30
Orden de Trabajo Culminada

Referencia	Detalle	Vale / NIT	Cant	Valor	Tipo
2202	BUJES Y PASADORES TRASEROS			Subtotal Item: \$ 8,500	
2209	TORQUE MUELLES TRASEROS			Subtotal Item: \$ 8,500	
2303	FRENOS BANDAS EJE TRASERO			Subtotal Item: \$ 46,566	
2314	SISTEMA FRENOS			Subtotal Item: \$ 77,350	
2316	LIQUIDO FRENOS			Subtotal Item: \$ 15,002	
2318	REVISION Y/O MTTTO FRENO DE EMERGENCI			Subtotal Item: \$ 461,950	
2319	REV GRAL FRENOS			Subtotal Item: \$ 8,500	
2408	CRUCETAS CARDAN			Subtotal Item: \$ 25,500	
2410	ENGRASE GENERAL			Subtotal Item: \$ 9,054	
2706	REVISION LUCES			Subtotal Item: \$ 45,144	
2709	CORREAS ALTERNADOR			Subtotal Item: \$ 37,328	
2710	MANTENIMIENTO BATERIAS			Subtotal Item: \$ 17,800	
2711	MICRO SWITCH CLUTCH			Subtotal Item: \$ 29,500	
2713	INSP ARRANQUE			Subtotal Item: \$ 3,200	
2714	INSTALACION ELECTRICA			Subtotal Item: \$ 550,910	
2808	INSPECCION Y CALIBRACION LLANTAS			Subtotal Item: \$ 1,500	
3008	FURGON			Subtotal Item: \$ 86,250	
3009	DESMANCHE CABINA/POLINCHADO/ASEO			Subtotal Item: \$ 29,750	
3011	REV. AJUSTE SILLA			Subtotal Item: \$ 17,000	
4710	MATERIALES Y SUMINISTROS MEN			Subtotal Item: \$ 118,650	
				Total Mano de Obra: \$	1,427,850
				Total Materiales: \$	9,861,820
				Total Servicios Externos: \$	4,951,589
				TOTAL COSTOS: \$	16,241,259
Recibí Vehículo:					

Conductor					

*Nota: Orden de Trabajo Culminada posterior a intervención de un vehículo Chevrolet NPR.
 (Software Almacén Compañía de Mensajería)*

6.1.5.2 Porcentaje de ejecución del plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento establecido por la empresa cuenta con registros de cumplimientos por encima del 96% de lo programado, esta información es de acuerdo con el sistema de gestión de calidad, como ejemplo se presenta la ejecución de la programación para Bogotá la regional más grande de la compañía.

De acuerdo con la directriz de mantenimiento la disponibilidad de los activos no puede ser menor al 95% ni mayor al 98% de esta manera se tiene una disponibilidad y una confiabilidad de los activos permanente tal como se muestra en la figura 31.

Figura 31
Disponibilidad de Flota

Disponibilidad de la Flota			
REGIONAL	ASIGNACION DE VEHICULOS	Disponibilidad Agosto -2019	PROMEDIO VEHICULOS EN TALLER MES
IBAGUE	15	90%	1
BOSCONIA	13	93%	1
NEIVA	12	93%	1
MANIZALES	15	96%	1
CARTAGENA	33	96%	1
SINCELEJO	15	97%	0
MONTERIA	7	97%	0
PEREIRA	26	97%	1
MEDELLIN	135	97%	4
BOGOTA	221	98%	5
CALI	104	98%	2
SANTA MARTA	14	98%	0
BARRANQUILLA	52	98%	1
V/CENCIO	8	99%	0
BUCARAMANGA	44	99%	1
PASTO	12	99%	0
ARMENIA	5	99%	0
TUNJA	12	99%	0
CUCUTA	18	99%	0
YOPAL	1	100%	0
Total	762	97%	19

Nota: Disponibilidad de Flota de la compañía en estudio, disponibilidad a nivel general de las diferentes regionales con que cuenta la compañía. (Compañía de Mensajería)

La organización dispone de un presupuesto para mantenimiento de 550 millones mensuales para garantizar mantenimiento preventivos correctivos y de tipo exprés.

6.2 Análisis de información

6.2.1 Jerarquización de activos. Caso estudio.

Como se ha nombrado a lo largo de este documento de investigación, un vehículo NPR motor diésel es implementado para transportar mercancía y encomiendas, con una capacidad de trabajo de 20 horas diarias, 6 días a la semana teniendo una disponibilidad no menor al 96% mensual.

Para realizar el análisis de la información, se desarrolló una lista, clasificando los componentes del sistema de refrigeración de un vehículo Chevrolet NPR como se observa en tabla 17.

Tabla 17

Componentes del Sistema de Refrigeración Vehículo NPR

Id. Concepto 1700	Sistema de refrigeración / Subsistemas
1701	Reparación bomba de agua
1702	Termostato
1703	Reparación radiador
1704	Accesorios sistema refrigeración
1706	Poleas sistema refrigeración
1708	Fan clutch
1710	Cambio refrigerante
1712	Cambio o reparación intercooler
1716	Mangueras sistema refrigeración
1721	Nivel refrigerante

NOTA: información tomada del plan de mantenimiento de la compañía de mensajería. (Autoría propia)

Para este trabajo de investigación se enfocó en contestar siete preguntas para determinar el caso de estudio en fallas de sistema refrigeración en vehículos Chevrolet NPR.

¿Cuál es la función?,

Mantener a temperatura ideal el motor, para su correcto funcionamiento desde su ignición

¿Cuál es la falla funcional?,

Llegar a presentar alta temperatura en el motor

¿Cuál es el modo de falla?

Mal estado o deterioro de componentes del sistema de refrigeración vehículos Chevrolet NPR

¿Cuál es el efecto de la falla?,

Daños en culata de motor, empaques, bloque o causar un daño drástico en motor NPR.

¿Cuál es la consecuencia de la falla?,

Puede generar el mal funcionamiento del motor causando pérdida de potencia, contaminación al medio ambiente o el no funcionamiento de este.

¿Qué se puede hacer para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?,

Revisiones diarias, presurizar el sistema de refrigeración, verificar calidad de componentes.

¿Qué se hace si no se encuentra ninguna tarea para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?,

Se dictamina como falla crítica de motor, él no mantenimiento o seguimiento que pueda comprometer el funcionamiento del motor NPR.

De acuerdo con cada componente del sistema de refrigeración se buscan posibles fallas y una posible solución en cada caso, de esta manera se realizó la tabla mostrada como figura con el fin de determinar posibles soluciones en el sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR.

Figura 32

Hoja de trabajo de información RCM II

Hoja de Trabajo de Información RCM II		Sistema de Refrigeración de Motor NPR cód. 1700				
		Subsistema: cód. 1816 Temperatura Motor				
Función		Falla Funcional	Modo de Falla	Actividades Preventivas		
1	Mantener Refrigerado un Motor a una Temperatura Ideal	A Radiador Roto cód. 1703	1 Daño en Tanque Superior	Presurizar Sistema		
			2 Daño en Tanque Inferior	Verificar Soldadura o Uniones en el Sistema		
			3 Daño en Panel o Ductos	Verificar Estado de Limpieza Panel		
		B Tapa Radiador en Mal Estado cód. 1704	1 Empaque Deteriorado	Realizar Cambio de Repuesto		
			2 Resorte en Mal Estado	Realizar Cambio de Repuesto		
			3 No Ejerce la Presión	Revisar Gollete Radiador		
		C Sistema Eléctrico 2714	1 Reloj Temperatura 2703	Revisar funcionamiento		
			2 Sensor Temperatura 2714	Ejecutar Pruebas de Funcionamiento		
			3 Alarma Sonora 2714	Activar la Continuidad de Corriente		
		D Termostato en Mal Estado cód. 1702	1 Permanece Abierto	Cambio de Repuesto		
			2 No Abre a Cierta Temperatura	Cambio de Repuesto		
			3 Tiene Corrosión	Cambio de Repuesto		
		E Fanclutch cód. 1709	1 No Acciona con la Fuerza Necesaria	Hacer Pruebas		
			2 Se Queda Pegado	Cambio de Repuesto		
			3 Daño Venta viola	Cambio de Repuesto		
		F Enfriador de Aceite cód. 1845	1 Daño en Empaques	Cambio de Empaque		
			2 Componente Cavitado	Cambio de Repuesto		
		G Correa cód. 2709	1 No Dan Ajuste con Respecto al Tensor	Cambio de Repuesto		
			2 Material Desgastado	Cambio de Repuesto		
		2	Evitar Fugas y Manchas en el Piso de Color con Químico Refrigerante	A Fuga del Líquido Refrigerante cód. 1721 ,por Mangueras cód. 1716 o Radiador cod1703	1 Manguera Fisurada	Revisar Estado Periódicamente
					2 Abrazaderas Desajustadas	Cambio de Repuesto
3 Nivel Bajo Refrigerante	Nivelación Periódica					
4 Fuga por Ductos del Motor Cavitados	Presurizar Sistema					
B Abrazaderas de Sujeción cód. 1704	1 Daño en Tornillo Ajuste			Cambio de Repuesto		
	2 Daño en Correa o Platina			Cambio de Repuesto		
C Tarro Expansión en Mal Estado cód. 1704	1 fuga de Agua por la Tapa			Cambio de Tapa		
	2 Tarro Fisurado			Cambio de Tarro		
D Bomba Agua Cavitada cód. 1701	1 Fisura por Desgaste Normal			Cambio de Repuesto		
	2 Tiene Corrosión			Cambio de Repuesto		
	3 Rodamiento Frenado			Cambio de Repuesto		

Nota: Hoja de trabajo de información RCM II para un sistema de refrigeración de vehículo Chevrolet NPR de la compañía de mensajería (Autoría Propia).

6.2.2 Estimado de frecuencia de fallas.

La frecuencia de falla dependerá del histórico de fallas, revisar lo indicado por el fabricante o frecuencia del evento (número de eventos por mes). Se utiliza el Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) o la frecuencia de falla en número de eventos por año.

En caso de no contar con esta información utilizar base de datos genéricos (PARLOC, OREDA, etc.) y si esta no está disponible basarse en la opinión de expertos.

Se realiza una valoración de la criticidad de las fallas de acuerdo la frecuencia, dando un valor de 5 a la cantidad de fallas más frecuentes durante un tiempo estimado y de 1, si las fallas son ocasionales, tal como se segmenta en tabla 18

Tabla 18
Frecuencia de Fallas Mensual en Sistema de Refrigeración Vehículos NPR

Frecuencia de Fallas Mensual en Sistema de Refrigeración	Criticidad
6 a 8 veces al mes	5
5 veces al mes	4
2 a 4 veces al mes	3
1 a 2 veces al mes	2
No presenta fallas	1

NOTA: (autoría propia)

6.2.3 Caracterización impactos.

Durante la investigación desarrollada al sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR, se consideró la caracterización de impacto mostrados en la tabla 19.

Tabla 19
Caracterización de Impactos.

Daño al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Perdida de producción	Daños a la instalación \$	Criticidad categoría impacto
<i>Muerte o incapacidad total</i>	Muerte o daño severo en uno o más miembros de la comunidad	Representa peligro fatal	30 días de trabajo del activo	>\$10.000.000	5
<i>Incapacidad parcial o heridas severas</i>	Enfermedades en al menos un miembro de la población	Afecta el medio ambiente incontrolablemente	20 días de trabajo del activo	\$2.000.000-\$10.000.000	4
<i>Daños o enfermedades severas a varias personas</i>	Puede resultar en hospitalización de al menos tres personas	Afecta el medio ambiente controladamente y a personas sin ser fatal	5 días de trabajo del activo	\$500000-\$1.000.000	3
<i>Persona de la planta requiere primeros auxilios</i>	Personas que requieran primeros auxilios	Provoca daño leve al medio ambiente	3 días de trabajo del activo	\$100.000-\$500.000	2
<i>Sin efecto en la población</i>	Sin efecto en la población	No provoca daño alguno	Sin pérdida de días de trabajo del activo	\$0-\$100.000	1

NOTA: (autoría propia)

Una vez se cuente con un número de criticidad para cada caracterización de impacto, se elabora una evaluación de criticidad por componente del sistema de refrigeración la cual es mostrada en la figura 33, donde se evalúa cada uno de los componentes del sistema de refrigeración de un vehículo Chevrolet NPR, dando una puntuación a cada componente, seguido a esto el total de criticidad de cada componente se multiplica por el número de consecuencias de impacto que en total son 5. Obtenido este valor se realiza una escala de riesgo dando un rango de porcentaje, de esta manera se estudiará cuáles son los componentes con fallas más críticas para el sistema de refrigeración.

Figura 33*Evaluación de Criticidad por Componente del Sistema de Refrigeración*

N° de impactos	Información mensual											
	Consecuencia (impacto)	Tarro de expansión	Ductos y mangueras	Bomba de refrigeración	Termostato	Correa	Ventilador	Radiador	Tapa radiador	Sistema eléctrico	Fanclutch	Enfriador de aceite
	Cód. 1704	Cód. 1716	Cód. 1701	Cód. 1702	Cód. 2709	Cód. 1704	Cód. 1703	Cód. 1704	Cód. 1704	Cód. 2714	Cód. 1708	Cód. 1845
1	Daño personal	1	3	1	2	3	4	3	5	2	3	2
2	Efecto en la población	0	2	4	1	3	4	4	4	2	3	3
3	Impacto medio ambiente	1	1	5	1	2	2	4	4	3	4	5
4	Perdida producción	3	5	5	3	5	5	5	5	3	5	5
5	Daño a la instalación	3	4	4	2	5	4	4	5	4	5	5
	Total, categoría impacto	8	15	19	9	18	19	20	23	14	20	20

Nota: metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la fiabilidad Evaluación de Criticidad por Componente del Sistema de Refrigeración. (Autoría Propia)

En tabla 20 se relaciona el resultado de la evaluación a cada uno de los componentes del sistema de refrigeración de un vehículo Chevrolet NPR, respecto a la puntuación asignada a cada uno de estos y multiplicado por el número de consecuencias de impacto que en total son 5. De esta manera se realiza la escala de riesgo dando un rango de porcentaje, lo que permite estudiar cuáles son los componentes con fallas más críticas para el sistema de refrigeración.

Tabla 20
Criticidad Subsistemas de Refrigeración.

Código subsistemas sistema de refrigeración Vehículo NPR.											
Total, categoría de impacto / consecuencia	Cód. 1704	Cód. 1716	Cód. 1701	Cód. 1702	Cód. 2709	Cód. 1704	Cód. 1704	Cód. 1704	Cód. 1704	Cód. 1708	Cód. 1845
Total, categoría impacto	8	15	19	9	18	19	20	23	14	20	20
Consecuencia	40	75	95	45	90	95	100	115	70	100	100

NOTA: Criticidad = frecuencia x Consecuencia (5) (autoría propia)

La relación de nivel de criticidad se muestra en tabla 21

Tabla 21

Niveles de Criticidad.

Criticidad alta (c) $80 \geq 125$	
Criticidad media (sc) $79 \leq 40$	
Criticidad baja (nc) $39 \leq 10$	

NOTA: (autoría propia)

La figura 34 se muestra la relación de como evaluar el impacto de la falla frente a frecuencias de fallas en subsistemas del sistema de refrigeración de un vehículo Chevrolet NPR de la flota de vehículos de la empresa de mensajería.

Figura 34

Seccionamiento de Criticidad

Frecuencia	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Impacto																					

Nota: Seccionamiento de Criticidad de cada componente del sistema de refrigeración de un vehículo Chevrolet NPR que facilite toma de decisiones. (Autoría Propia)

Tabla 22 relaciona finalmente cada componente (subsistema) del sistema de refrigeración de un vehículo Chevrolet NPR y su nivel de criticidad en relación al análisis ya mencionado en el anterior apartado.

Tabla 22
Criticidad por Componentes del Sistema de Refrigeración.

	Componentes	Total, categoría impacto	Consecuencia	Color
1704	<i>Tarro expansión</i>	8	40	Yellow
1716	<i>Ductos y mangueras</i>	15	75	Yellow
1701	<i>Bomba de refrigeración</i>	19	95	Red
1704	<i>Termostatos</i>	9	45	Yellow
2709	<i>Correa</i>	18	90	Red
1704	<i>Ventilador</i>	19	95	Red
1703	<i>Radiador</i>	20	100	Red
1704	<i>Tapa radiador</i>	23	115	Red
2714	<i>Sistema eléctrico</i>	14	70	Yellow
1708	<i>Fancluth</i>	20	100	Red
1845	<i>Enfriador de aceite</i>	20	100	Red

NOTA: categorización y consecuencias de acuerdo con componentes partícipes en sistema de refrigeración. (autoría propia)

De acuerdo con la tabla 22 se obtiene que 7 de 11 componentes representan criticidad de riesgo alto en el sistema de refrigeración, los 4 componentes restantes son criticidad media por lo que se puede concluir que el sistema de refrigeración es de gran impacto para el mantenimiento y cuidado de los vehículos.

Ahora se analiza la variedad de consecuencias, elaborando tablas que permitan identificar por componentes las fallas, de esta manera se recopila información para completar el formato AMEF.

Figura 35
Hoja de trabajo de información RCM II “Consecuencia”

Hoja de Trabajo de Información RCM II		Sistema de Refrigeración de Motor NPR cód. 1700							
		Subsistema: cód. 1722 Temperatura Motor							
Función		Falla Funcional	Modo de Falla	Fallas Ocultas	Seguridad Ambiente	Operacional	No Operacional		
1	Mantener Refrigerado un Motor a Una Temperatura Ideal	A Radiador Roto cód. 1703	1 Daño en tanque superior	Falla soldadura	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 Daño en tanque inferior	Falla soldadura	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			3 Daño en panel o ductos	Ducto fisurado	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		B Tapa Radiador en Mal Estado cód. 1704	1 Empaque deteriorado	Empaque roto	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 Resorte en mal estado	Resorte cedido	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			3 No ejerce la presión	Borde tapa en mal estado	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		C Sistema Eléctrico 2714	1 Reloj temperatura 2703	Conector suelto	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 Sensor temperatura 2714	No funciona	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			3 Alarma sonora 2714	Desconectada	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		D Termostato en Mal Estado cód. 1702	1 Permanece abierto	Empaque dañado	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 No abre a cierta temperatura	Termostato pegado	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			3 Tiene corrosión	Refrigeración con agua generando corrosión	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		E Fanclutch cód. 1709	1 No acciona con la fuerza necesaria	Parte eléctrica o gel en mal estado	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 Se queda pegado	Rodamiento dañado	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			3 Daño venta viola	Fisuras en aspas	Posible desprendimiento partículas	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		F Enfriador de Aceite cód. 1845	1 Daño en empaques	Empaque cristalizado	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 Componente cavitado	Fisuras en material	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		G Correa cód. 2709	1 No dan ajuste con respecto al tensor	Estiramiento material	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
			2 Material desgastado	Desprendimiento material	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
		2	Evitar Fugas y Manchas en Piso de Color con Químico Refrigerante	A Fuga del Líquido Refrigerante cód. 1721 ,por Mangueras cód. 1716 o Radiador cod1703	1 Manguera fisurada	Lona desprendido internamente	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada
					2 Abrazaderas desajustadas	Tornillo de sujeción dañado	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada
3 Nivel bajo refrigerante	Posible fuga				Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
4 Fuga por ductos del motor cavitados	Bomba o ductos cavitados por corrosión y golpe de ariete				Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
B Abrazaderas de Sujeción cód. 1704	1 Daño en tornillo ajuste			Rosca dañada	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
	2 Daño en correa o platina			Posible fisura	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
C Tarro Expansión en Mal Estado cód. 1704	1 Fuga de agua por la tapa			Rosca dañada	Posible quemadura personal técnico	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
	2 Tarro fisurado			Posible fisura	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
D Bomba Agua Cavitada cód. 1701	1 Fisura por desgaste normal			Cavitación del material	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
	2 Tiene corrosión			Refrigeración con agua generando corrosión	Contaminación suelos por derrame	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		
	3 Rodamiento frenado			Daño en rodamiento	Daño el equipo o activo	Incumplimiento de la producción programada	Costos de reparación no contemplada		

Nota: Hoja de trabajo de información RCM II “Consecuencia” para los diferentes componentes de un sistema de refrigeración, en búsqueda de la estructuración e identificación de fallas que se omiten atender en el plan de mantenimiento de los vehículos Chevrolet NPR (Autoría Propia)

Tabla 23

Criterios de Evaluación de Severidad Sugerido para PFMEA

Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en manufactura / ensamble	Calificación
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura el producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso.	Puede exponer al peligro al operador (maquina o ensamble) sin aviso.	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso.	Puede exponer al peligro al operador (maquina o ensamble) sin aviso.	9
Muy alto	El producto / ítem es inoperable (perdida de la función primaria.	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor.	8
Alto	El producto / ítem es operable con un reducido nivel de desempeño, cliente muy insatisfecho.	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechado reparado en un tiempo y costo muy alto.	7
Moderado	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort / conveniencias es inoperable cliente insatisfecho.	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin seleccionar o reparado con un tiempo y coto alto.	6
Bajo	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort / conveniencias son operables a niveles de desempeño bajos.	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea, pero no necesariamente va al área de trabajo.	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos, defecto notado por el 75% de los clientes.	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho y un parte retrabajado.	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes.4	El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en línea, por fier de la estación.	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25 %.)	El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Inconveniente para la operación u operador o sin efecto	1

Figura 36
Hoja de trabajo de información RCM II “Severidad”

Hoja de Trabajo de Información RCM II		Sistema de Refrigeración de Motor NPR cód. 1700		
		Subsistema: cód. 1722 Temperatura Motor		
Función		Falla Funcional	Modo de Falla	Criterio de Evaluación de Severidad Sugerido Para PFMEA
1	Mantener Refrigerado un Motor a Una Temperatura Ideal	A Radiador Roto cód. 1703	1 Daño en tanque superior	9
			2 Daño en tanque inferior	9
			3 Daño en panel o ductos	9
		B Tapa Radiador en Mal Estado cód. 1704	1 Empaque deteriorado	9
			2 Resorte en mal estado	9
			3 No ejerce la presión	9
		C Sistema Eléctrico 2714	1 Reloj temperatura 2703	10
			2 Sensor temperatura 2714	8
			3 Alarma sonora 2714	8
		D Termostato en Mal Estado cód. 1702	1 Permanece abierto	7
			2 No abre a cierta temperatura	9
			3 Tiene corrosión	7
		E Fanclutch cód. 1709	1 No acciona con la fuerza necesaria	10
			2 Se queda pegado	10
			3 Daño venta viola	10
F Enfriador de Aceite cód. 1845	1 Daño en empaques	7		
	2 Componente cavitado	9		
G Correa cód. 2709	1 No dan ajuste con respect	10		
	2 Material desgastado	9		
2	Evitar Fugas y Manchas en Piso de Color con Químico Refrigerante	A Fuga del Líquido Refrigerante cód. 1721 ,por Mangueras cód. 1716 o Radiador cod1703	1 Manguera fisurada	10
			2 Abrazaderas desajustadas	8
			3 Nivel bajo refrigerante	7
			4 Fuga por ductos del motor cavitados	10
		B Abrazaderas de Sujeción cód. 1704	1 Daño en tornillo ajuste	8
			2 Daño en correa o platina	8
		C Tarro Expansión en Mal Estado cód. 1704	1 Fuga de agua por la tapa	7
			2 Tarro fisurado	6
		D Bomba Agua Cavitada cód. 1701	1 Fisura por desgaste normal	10
			2 Tiene corrosión	7
			3 Rodamiento frenado	10

Nota: Hoja de trabajo de información RCM II “Severidad” para los diferentes componentes de un sistema de refrigeración, en búsqueda de la estructuración e identificación de fallas que se omiten atender en el plan de mantenimiento de los vehículos Chevrolet NPR, estos de acuerdo con la criticidad del componente dentro del sistema (Autoría Propia)

Tabla 24

Criterio de Evaluación de Ocurrencia para PFMEA

Probabilidad	Índices de falla	Ppk	Calificación
Muy alta: fallas persistentes	100 por mil piezas	< 0,55	10
	50 por mil piezas	> 0,55	9
Alta: fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0,78	8
	10 por mil piezas	> 0,86	7
Moderada: fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0,94	6
	2 por mil piezas	> 1,00	5
	1,00 por mil piezas	> 1,00	4
Baja: relativamente pocas fallas	0,5 por mil piezas	> 1,20	3
	0,1 por mil piezas	> 1,30	2
Remota: la falla es improbable	0,01 por mil piezas	> 1,67	1

Tabla 25

Criterios de Detección.

Criterio	Puntuación
<i>Certeza absoluta de no detección, los controles no podrán detectar la existencia del defecto.</i>	10
<i>Detección muy baja, los controles de la organización probablemente no detentan la existencia del efecto, pero este puede ser detectado por el cliente.</i>	9
<i>Baja, los controles pueden detectar la existencia del efecto, pero la detección no puede ocurrir hasta que el embarque este en camino.</i>	7 a 8
<i>Moderada, los controles probablemente encuentren la existencia de la falla, pero no se puede aceptar hasta que las pruebas hayan sido contempladas.</i>	5 a 6
<i>Alta, los controles tienen una buena oportunidad de detectar la existencia de la falla antes de que el proceso de manufactura haya sido completado (monitoreo con pruebas en proceso).</i>	3 a 4
<i>Muy alta, los controles detectaran la existencia del defecto antes de que el producto pasea la siguiente etapa del proceso. Es importante el control de las materias primas de acuerdo con las especificaciones de la organización.</i>	1

NOTA: categorización y consecuencias de acuerdo con componentes participes en sistema de refrigeración. (autoría propia)

Figura 37
Hoja de trabajo de información RCM II

Hoja de trabajo de información RCM II		Sistema de refrigeración de motor NPR cód. 1700		
		Subsistema: cód. 1722 temperatura motor		
Función	Falla funcional	Modo de falla	Detección falla 10 bajo y 1 alto	
1 Mantener refrigerado un motor a una temperatura ideal	A Radiador roto cod1703	1 Daño en el tanque superior	9	
		2 Daño en el tanque inferior	6	
		3 Daño en el panel o ductos	6	
	B Tapa radiador en mal estado cod1704	1 Empaque deteriorado	9	
		2 Resorte en mal estado	10	
		3 No ejerce la presión necesaria	9	
	C Sistema eléctrico 2714	1 Reloj temperatura 2703	4	
		2 Sensor temperatura 2714	6	
		3 Alarma sonora 2714	4	
	D Termostato en mal estado cód. 1702	1 Permanece abierto	10	
		2 No abre a cierta temperatura	10	
		3 Tiene corrosión	9	
	E Fanclutch cód. 1709	1 No acciona con la fuerza necesaria	8	
		2 Se queda pegado	10	
3 Daño venta viola		1		
F Enfriador aceite cód. 1845	1 Daño en empaques	8		
	2 Componente cavitado	10		
G Correa cód. 2709	1 Ya no dan ajuste con respecto al tensor	4		
	2 Material desgastado	2		
2 Evitar fugas y manchas en el piso de color con químico refrigerante	A Fuga del liquido refrigerante cód. 1721 ,por mangueras cód. 1716 o radiador cod1703	1 Manguera fisurada	3	
		2 Abrazaderas desajustadas	6	
		3 Nivel bajo refrigerante	2	
		4 Fuga por componentes del motor cavitados	10	
	B Abrazaderas de sujeción cód. 1704	1 Daño en tornillo ajuste	3	
		2 Daño en correa o platina	3	
	C Tarro expansión en mal estado cód. 1704	1 Bota agua por la tapa	2	
		2 Tarro fisurado	1	
	D Bomba agua cavitada cód. 1701	1 Fisura por desgaste normal	10	
		2 Tiene corrosión	10	
		3 Rodamiento frenado	10	

Nota: Hoja de trabajo de información RCM II, partiendo de la función más relevante a la menor seguido de fallas funcionales de la mano al modo de falla y calificación de criticidad al tema de aumento de temperatura de motor. (Autoría Propia)

Figura 38
AMEF Componentes Sistema de Refrigeración motor NPR

Nombre del producto o proceso		Fecha de elaboración		Clave:											
Responsable		Fecha de revisión		De:											
Otras															
Descripción del proceso propósito del proceso	Modo de falla potencial	Efecto(s) de falla potencial	Severidad	Clase	Causa(s) de falla potencial	Ocurrencia	Controles actuales detección prevención	Detección	Nº	Acciones recomendada	Área/individuo responsable y fecha de terminación	Resultados de acciones			
												ACCIONES tomadas	Severidad	Ocurrencia	Detección
Sistema de refrigeración: en el vehículo el sistema debe estar con el componente líquido refrigerante necesario para poder cumplir con la actividad durante el desplazamiento del vehículo, una vez se da ignición al motor el refrigerante se traslada por las líneas o ductos de refrigeración en el motor por medio de una bomba de refrigeración la cual genera una presión para que el caudal recircule ,cuando alcanza cierta temperatura en el motor ,dos dispositivos llamados termostatos permiten el paso del fluido al radiador ,este por la recirculación que tiene en sus paneles más la ayuda de la venta viola y el viendo que choca con el radiador durante el desplazamiento del vehículo hacen que el líquido baje de temperatura de esta manera nuevamente ingresa al motor para poder cumplir con el objetivo que es mantener el motor a una temperatura ideal	Radiador roto cod1703	Daño en el tanque superior	9	C	Golpe o deterioro	6	Presurizar sistema	9	488	Realizar inspección visual diaria	Conductor				
		Daño en el tanque inferior	9	C	Golpe o deterioro	6	Presurizar sistema	6	324	Realizar inspección visual diaria	Conductor				
		Daño en el panel o ductos	9	C	Golpe o deterioro	8	Presurizar sistema	6	433	Realizar inspección visual diaria	Conductor				
	Tapa radiador en mal estado cod1704	Empaque deteriorado	9	R	Mal instalada tapa	8	Inspección periódica repuesto	9	648	Realizar inspección semanal	Técnico				
		Resorte en mal estado	9	R	Deterioro	5	Inspección periódica repuesto	10	456	Realizar inspección semanal	Técnico				
		No ejerce la presión necesaria	9	C	Mal instalada tapa	5	Inspección periódica repuesto	9	405	Realizar inspección visual diaria	Conductor				
	Sistema eléctrico 2714	Reloj temperatura 2703	10	C	Instalación dañada	3	Inspección periódica repuesto	4	120	Realizar inspección semanal	Técnico				
		Sensor temperatura 2714	8	C	Deterioro	6	Inspección periódica repuesto	6	288	Realizar inspección visual diaria	Conductor				
		Alarma sonora 2714	8	R	Golpe o deterioro	10	Inspección periódica repuesto	4	320	Realizar inspección visual diaria	Conductor				
	Termostato en mal estado cód. 1702	Permanece abierto	7	R	Deterioro	3	No existe	10	210	Realizar inspección semanal	Técnico				
		No abre a cierta temperatura	9	C	Deterioro	3	No existe	10	270	Cambio de componente	Técnico				
		Tiene corrosión	7	N	Deterioro	8	No existe	10	568	Realizar inspección semanal	Técnico				
	Fanclutch cód. 1709	No acciona con la fuerza necesaria	10	C	Deterioro	3	No existe	8	240	Cambio de componente	Técnico				
		Se queda pegado	10	C	Deterioro	3	No existe	10	300	Cambio de componente	Técnico				
		Daño venta viola	10	C	Golpe o deterioro	5	No existe	1	50	Cambio de componente	Técnico				
	Enfriador aceite cód. 1845	Daño en empaques	7	R	Deterioro por temperatura	3	No existe	8	168	Cambio de empaques	Técnico				
		Componente cavitado	9	C	Mal uso de refrigerantes	2	No existe	10	180	Cambio de componente	Técnico				
	Correa cód. 2709	Ya no dan ajuste con respecto al tensor	10	C	Fin de vida útil	8	Ajuste periódico	4	320	Cambio de componente	Técnico				
		Material desgastado	9	C	Desgaste por mal ajuste o vida útil	6	Inspección periódica repuesto	2	108	Cambio de componente	Técnico				
	Fuga del líquido refrigerante cód. 1721 ,por mangueras cód. 1716 o radiador cod1703	Manguera fisurada	10	C	Deterioro de material	9	Inspección periódica repuesto	6	540	Cambio de componente	Técnico				
		Abrazaderas desajustadas	8	R	Falla en la inspección	10	Inspección periódica repuesto	6	480	Ajuste abrazaderas /inspección visual diaria	Técnico				
		Nivel bajo refrigerante	7	R	Falla en la inspección	8	Inspección periódica repuesto	2	112	Inspección visual diaria	Conductor				
		Fuga por componentes del motor cavitados	10	C	Desgaste por mal ajuste o vida útil	3	No existe	10	300	Cambio de componente	Técnico				
	Abrazaderas de sujeción cód. 1704	Daño en tornillo ajuste	8	R	Falla en la inspección	9	Inspección periódica repuesto	3	216	Cambio de componente	Técnico				
		Daño en correa o platina	8	R	Falla en la inspección	9	Inspección periódica repuesto	3	216	Cambio de componente	Técnico				
	Tarro expansión en mal estado cód. 1704	Bota agua por la tapa	7	N	Mal instalada tapa	5	Inspección periódica repuesto	2	70	Cambio de componente	Técnico				
		Tarro fisurado	6	R	Golpe o deterioro	3	Inspección periódica repuesto	1	18	Cambio de componente	Técnico				
	Bomba agua cavitada cód. 1701	Fisura por desgaste normal	10	C	Mal uso de refrigerantes	3	No existe	10	300	Cambio de componente	Técnico				
		Tiene corrosión	7	N	Mal uso de refrigerantes	6	No existe	10	420	Cambio de componente	Técnico				
		Rodamiento frenado	10	C	Deterioro de material	2	No existe	10	200	Cambio de componente	Técnico				

Nota: AMEF Componentes Sistema de Refrigeración motor NPR, procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención (Autoría Propia).

6.3 Propuestas de solución

La estructura actual del plan de mantenimiento de la compañía de mensajería, puede ser una estructura que lleva a que su plan de mantenimiento no sea lo suficientemente asertivo bajo las variables que presenta un sistema de refrigeración en un motor NPR, se debe tener presente

que hay componentes más complejos que otros de la mano de la calidad, sumado el tipo de operación que realizan los vehículos. Dentro las propuestas a socializar como alternativas de solución, se encuentra el dar un enfoque a la estrategia del mantenimiento basado en un mantenimiento en confiabilidad (RCM). Esta propuesta mejoraría su eficiencia en el sistema de refrigeración de motores Chevrolet NPR, de acuerdo con la funcionalidad que prestan los vehículos para la compañía de mensajería.

Esta propuesta parte de los resultados arrojados al estudio de nivel de criticidad en subsistemas (componentes) del sistema de refrigeración vehículo NPR; estudio que ayuda a identificar componentes en los que se deben centrar esfuerzos logrando el optimizar tiempos de intervención, productividad del recurso humano, aumento de disponibilidad de equipos y confiabilidad del activo.

El centralizar esfuerzos significa el evaluar recorte de kilómetros y/o tiempos de inspección y tipo de inspección a ejecutar en los componentes en un sistema de refrigeración, validar temas de calidad de los manufacturados y proveedores de repuestos, mejoramiento de diagnósticos preventivos y no llegar a convertirse en actividades correctivas.

Claramente la propuesta es inicialmente al sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR; sin embargo, se puede ejecutar a nivel general en cada uno de los sistemas que componen el chasis Chevrolet NPR y demás tipologías de chasis con que cuenta la compañía de mensajería.

Lo observado en la empresa de mensajería estudio de caso, es que no se cumple este mantenimiento, no se tiene una directriz para la ejecución apropiada y no se tiene sentido de pertenencia para el cumplimiento del mantenimiento. Por este motivo proponemos que desde la dirección de mantenimiento se desarrolle un cronograma estricto para la ejecución de los mantenimientos basados en RCM, donde se cumplan parámetros establecidos por fabrica, y

parámetros ya establecidos de acuerdo a las pruebas realizadas en los vehículos ,suministrando componentes de calidad del sistema de refrigeración, dando como reglamento el reemplazo de componentes genéricos por componentes genuinos y accesorios de óptima calidad como abrazaderas metálicas ;cumplir con los cronogramas de inspección sea por kilometraje o tiempo, ejecutar los mantenimientos necesarios de acuerdo a la planeación y realizar el cambio de componentes de acuerdo a cada necesidad.

Adicionalmente se debe enfocar al personal directivo de cada regional en la mejora continua, donde su principal piral sea una visión al cumplimiento de una confiabilidad alta de su parque automotriz.

Realizar capacitación al personal técnico, enfocando sus actividades al mejoramiento, mostrando lo importante de su labor y el impacto positivo al cumplir a cabalidad con los puntos anteriormente mencionados.

Brindar charlas preoperacionales del funcionamiento de los motores NPR Diesel y del cuidado de estos para garantizar que el personal que opera los vehículos tenga claro su funcionalidad, testigos y advertencias en los tableros y testigos.

Para el tema de capacitación, charlas preoperacionales y demás mencionados se considera apropiado que la compañía dentro su estructura, implemente la creación de un modelo de capacitación donde se cuente con recurso humano con conocimiento técnico, operacional y normativo de la mano de una claridad al enfoque de la compañía.

7 Impactos esperados/generados

7.1 Impactos alcanzados

Mostrar nuevas metodologías de estudio y seguimientos a novedades, fallas y correctivos ante la intervención en un sistema de refrigeración con opción de exportar este tipo de

metodología a otros sistemas y tipologías de vehículos con los que cuenta la empresa de mensajería.

Aumentar los mantenimientos donde se realice inspección correcta a los componentes y se reemplace los necesarios de acuerdo con cada novedad o caso particular.

Contar con un estricto control de parámetros de los componentes con un nivel de criticidad alta, a partir de recolección y análisis de historiales con el fin de un mayor aprovechamiento de su vida útil.

Disminución de paradas no programadas del activo en estudio por fallas repetitivas en componentes del sistema de refrigeración.

7.2 Impactos esperados

Reducción de fallas en los sistemas de refrigeración por falta de mantenimiento o mal procedimiento de estos.

Reducción de costos de mantenimientos correctivos por daños en empaques culata, daños en culata y daños mayores como mal funcionamiento de motor.

Tener un personal técnico calificado y comprometido en la ejecución de cada intervención de los sistemas de refrigeración diagnosticando a tiempo las posibles fallas y dando soluciones a las mismas.

Capacitar al personal operativo con el fin que estos conozcan el funcionamiento, cuidado del motor y del sistema de refrigeración, junto con un correcto preoperacional como ayuda a la mitigación de cualquier anomalía presente antes de la operación de los vehículos.

8 Análisis financiero

Para el análisis financiero se realiza la proyección de la vida útil de un activo determinando costos y ganancias durante su tiempo de operación, con el fin de mostrar la importancia de este tipo de activos para la compañía de mensajería, todo esto dentro del marco de una correcta ejecución de los parámetros establecidos por fabricante, la implementación de repuestos genuinos e intervalos adecuados de mantenimientos durante su vida útil.

Al final de esta secuencia se mostrara la afectación en presupuesto y pérdidas económicas por fallas en los sistemas de refrigeración donde se ve involucrado no solo los componentes de este sistema, sino a su vez el motor a nivel general; los daños mayores en un motor pueden causar costos de hasta un 18% del valor inicial del activo y las posibles fallas que puede generar si se realizan reparaciones no acordes al manual de reparación del fabricante.

Para la mitigación de porcentajes de sobre costo de la mantenibilidad del activo, se propone como solución implementar y alinear su planeación y ejecución de mantenimiento bajo un criterio y seguimiento basado en confiabilidad (RMM), de esta forma lograr un mayor control y cumplimiento al mantenimiento apoyados de indicadores y estudios de criticidad como los ya mostrados y elaborados en anteriores apartados de esta investigación.

8.1 Costo de ciclo de vida del Activo Chevrolet NPR

8.1.1 Discriminación de Costos (CAPEX)/(OPEX).

La compañía de mensajería cuenta con los siguientes datos los cuales permitirán el cálculo del costo de ciclo de vida, periodo de recuperación de la inversión y rentabilidad para un vehículo Diesel Chevrolet modelo NPR, este tipo de vehículos cuenta con una vida útil de 15 años, de acuerdo con datos suministrados por el fabricante y/o casa matriz General Motors.

Teniendo en cuenta que la compañía de mensajería y su principal actividad económica es la logística y transporte de carga, ha optado por este tipo de vehículos para el transporte de mercancías en volumen y de poco peso, vehículos que por sus características y prestaciones técnicas son los más adecuados.

Con el propósito de brindar la mejor calidad de servicio y cuidado de las mercancías transportadas en estos vehículos, ha decidido estratégicamente el implementar carretas que faciliten el traslado de mercancía y mallas de nylon que permitan sujetar y asegurar las encomiendas logrando así el no ocasionar daños a las mismas.

De acuerdo a estudios de mercado, el precio promedio de cada servicio cuanta con un valor de \$1.000 (mil pesos moneda corriente colombiana) con un aumento del 4 % anualmente, la empresa estima un nivel de actividad de transporte de mercancía de 50.000 paquetes en operación mensual.

El salario básico para un conductor de este tipo de vehículos es de \$1'500.000 (un millón quinientos mil pesos moneda corriente colombiana), cuentan con un tipo de contrato a término indefinido, su salario dispone con aumentos, todos según lo estipulado por la ley, basándose en la tasa de inflación para los años subsiguientes, el factor prestacional de esta empresa es de un 50.68%.

Dentro los costos mensuales para operar un vehículo Chevrolet NPR está el combustible por un valor de \$1'066.080 (Un millón sesenta y seis mil ochenta pesos moneda corriente colombiana), mensualmente se realiza en promedio 3 embellecimientos generales por un valor individual de \$120.000 (ciento veinte mil pesos moneda corriente colombiana), los costos de insumos para cambio de aceite y mantenimiento correctivo asociados a este activo son de \$3'000.000 (tres millones de pesos moneda corriente colombiana) anuales con incrementos de un

4% entre el periodo 1 al 3, un 6% entre los periodos 4 al 9 y por ultimo un 10% desde el periodo 11 hasta su finalización de vida útil.

Para las labores de mantenimiento se cuenta con una empresa externa especializada, la cual cobra \$4.400.000 (cuatro millones cuatrocientos mil pesos moneda corriente colombiana) este valor es anualmente por un activo, con un incremento por año del 4%. Anualmente se realiza un pago de póliza SOAT y RTM por un monto de \$1.163.788 (Un millón ciento sesenta y tres mil setecientos ochenta y ocho pesos moneda corriente colombiana) junto con una anualidad por parqueadero de \$5.400.000 (Cinco millones cuatrocientos mil pesos moneda corriente colombiana)

Por la adquisición de un vehículo NPR carrozado, las carretas y mallas de nylon la empresa de mensajería paga \$140'650.000 (Ciento cuarenta millones seiscientos cincuenta mil pesos moneda corriente colombiana) más IVA de 19%, pero se estima venderlo al final de su vida útil en \$40'300.000 (Cuarenta millones trescientos mil pesos moneda corriente colombiana) De acuerdo a datos históricos de otros equipos similares se ha establecido que este activo podría presentar 3 fallas o ingresos para ejecución de mecánica por mes, estas fallas están relacionadas a cambio de bombillos, nivelaciones de fluidos, graduación de frenos, las cuales traerán un tiempo de parada aproximadamente de 45 minutos por falla, se estima que el equipo trabaje 15 horas diarias durante 25 días mensuales. La inflación promedio para cada uno de los años subsiguientes se estima en un 4%.

8.1.2 Cálculo del costo de ciclo de vida del activo Chevrolet NPR.

Para el cálculo de costo de vida del activo vehículo diésel Chevrolet NPR perteneciente a la compañía de mensajería se ejecutó recopilación de información la cual se podrá evidenciar en tabla 26 data cálculo de CCV.

Tabla 26

Data Cálculo de CCV.

<i>Observación</i>	<i>Valor 1</i>	<i>Valor 2</i>
<i>Vida útil del activo vehículo NPR (años)</i>	15	
<i>Vida útil del activo vehículo NPR (meses)</i>	180	
<i>Precio por servicio (venta)</i>	\$ 1.000	
<i>Ingresos mensuales</i>	\$ 50.000.000	
<i>Promedio aumento anual periodo 1-3.</i>	4%	0,3274%
<i>Promedio aumento anual periodo 4-10.</i>	6%	0,4868%
<i>Promedio aumento anual periodo 11-15.</i>	10%	0,7974%
<i>Nivel de actividad mensual de encomiendas</i>	50.000	
<i>Salario Básico del conductor</i>	\$ 1.500.000	
<i>Salario mensual anualizado.</i>	\$ 2.260.200	
<i>SOAT y RTM anual</i>	\$ 1.163.788	
<i>Parqueadero anual</i>	\$ 5.400.000	
<i>Taza de inflación anual</i>	4%	
<i>Taza de inflación mensual</i>	0,3274%	
<i>Factor prestacional</i>	50,68%	
<i>Costos de combustible mensual</i>	\$ 1.066.080	
<i>Número de actividades de manutención de figura y mecánica express del activo. (mensual)</i>	3	
<i>Manutención de figura del activo. (mensual)</i>	\$ 120.000	

<i>Costos de insumos por cambio de aceite y mantenimiento correctivo del activo (Anuales)</i>	\$ 3.000.000	
<i>Outsourcing mantenimiento del activo (Anual)</i>	\$ 4.400.000	
<i>Adquisición del activo, materiales + IVA</i>	\$ 140.650.000	\$ 167.373.500
<i>IVA</i>		19%
<i>Precio final vida útil</i>	\$ 40.300.000	
<i>Fallas y/o mecánica express en el mes</i>		3
<i>Tiempo por falla en minutos</i>		45
<i>Trabajo diario del equipo en horas</i>		15
<i>Días del mes</i>		25

Nota: datos recolectados de software de mantenimiento, registros históricos de ingresos y salidas de un activo al área de mantenimiento.

Para el CCV del activo el primer valor a conocer es el valor del activo junto con el valor de las mayas nylon y carretas usadas en el transporte de mercancía y encomiendas sin dejar de lado el valor porcentual de IVA pagado por estos, teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, este valor es de un total de \$ 167.373.500 (Ciento sesenta y siete millones trescientos setenta y tres mil quinientos pesos moneda corriente colombiana).

Tener presente las afectaciones del porcentaje de tasa de inflación y demás, para obtener un correcto resultado del CCV se es necesario anualizar los ingresos e ingresos que ayuda a generar el activo en estudio, en los egresos evidenciados en la anterior data, también se es necesario anualizar el sueldo del conductor y anualizar costos como lo son, costos de combustible, embellecimiento del activo etc. Estos valores que se anualizarían se podrán observar en las tablas 27,28 y 29; Se debe tener presente que no se debe manejar una tasa del 4%

anual esta debe ser llevada a un valor mensual, para lograrlo se implementó la siguiente ecuación de conversión de tasa que permite llevar una tasa anual a una tasa mensual.

$$(1+i)^{(1/n)}-1$$

i: igual a tasa actualmente anual (4%)

n: número de periodo dentro del año, para el caso es de 12 meses en un año.

Los valores que representen un gasto anual no será necesario realizar el cálculo de valor futuro (Vf), este último es la herramienta implementada para anualizar las cantidades nombradas anteriormente.

Tabla 27

Ingresos Anualizados.

Vf	\$ 610.922.105,32
i	0,3274%
n	12
A	\$50.000.000

Nota: (i) tasa llevada a un valor mensual, (n) número de periodos en un año “12 meses”, (A) ingresos generados por el activo durante 1 mes.

Tabla 28

Sueldo del Operador Anualizado

Vf	\$ 27.616.122,85
i	0,3274%
n	12
A	\$2.260.200

Nota: (i) tasa llevada a un valor mensual, (n) número de periodos en un año “12 meses”, (A) valor total del sueldo del operador incluido el valor de factor prestacional durante 1 mes.

Tabla 29**Costos Anualizados.**

Vf	\$ 27.653.796,55
i	0,3274%
n	12
A	\$ 2.263.283

Nota: (i) tasa llevada a un valor mensual, (n) número de periodos en un año “12 meses”, (A) valor total de costos durante 1 mes.

Dentro los cálculos para CCV se debe tener en cuenta la indisponibilidad del activo este será un costo para tener en cuenta y será el resultado de multiplicar los ingresos generados en un mes por la indisponibilidad del activo, para nombrado cálculo se tuvo en cuenta los siguientes datos; tiempo de operación programada en horas, trabajo diario en horas, días que conforman un mes activo para compañía de mensajería datos mostrados en tabla 30.

Tabla 30**Programación de Productividad del Activo NPR.**

Ítems	Valores
Tiempo de operación programado (hr)	375
Trabajo Diario del equipo (hr)	15
Días del mensuales	25

Nota: información suministrada desde el área de operaciones de la compañía de mensajería

Tomando información de tabla 30 Programación de Productividad del Activo NPR, se es posible el calcular tiempo muerto, disponibilidad e indisponibilidad del activo en estudio de la siguiente manera.

*Tiempo muerto = ingresos a taller por fallas * tiempo de intervención por falla*

Disponibilidad del activo

$$= \frac{(\text{tiempo de operación programado del activo} - \text{tiempo muerto})}{\text{tiempo de operación programado del activo}}$$

Indisponibilidad del activo = 1 – Disponibilidad del activo

Con el fin de facilitar los cálculos de CCV se fue implementado el manejo de herramienta Excel, datos organizados tal como se evidencia en figura 39 Calculo CCV de Manera Anual.

Figura 39
Calculo CCV de Manera Anual

TERMINOS ANUALES							
Periodo	Ingresos	EGRESOS					Flujo neto
		Salario	Otros (costos)	Insumos mtto	Outsourcing	Inversión	
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 167.373.500	-\$ 167.373.500
1	\$ 610.922.105	\$ 27.616.123	\$ 27.653.797	\$ 3.000.000	\$ 4.400.000		\$ 548.252.186
2	\$ 635.358.990	\$ 28.720.768	\$ 27.800.418	\$ 3.120.000	\$ 4.576.000		\$ 571.141.804
3	\$ 660.773.349	\$ 29.869.598	\$ 27.952.904	\$ 3.244.800	\$ 4.759.040		\$ 594.947.007
4	\$ 687.204.283	\$ 31.064.382	\$ 28.111.490	\$ 3.439.488	\$ 4.949.402		\$ 619.639.521
5	\$ 714.692.454	\$ 32.306.958	\$ 28.276.419	\$ 3.645.857	\$ 5.147.378		\$ 645.315.843
6	\$ 743.280.153	\$ 33.599.236	\$ 28.447.945	\$ 3.864.609	\$ 5.353.273		\$ 672.015.090
7	\$ 773.011.359	\$ 34.943.205	\$ 28.626.332	\$ 4.096.485	\$ 5.567.404		\$ 699.777.932
8	\$ 803.931.813	\$ 36.340.934	\$ 28.811.855	\$ 4.342.274	\$ 5.790.100		\$ 728.646.650
9	\$ 836.089.086	\$ 37.794.571	\$ 29.004.798	\$ 4.602.811	\$ 6.021.704		\$ 758.665.201
10	\$ 869.532.649	\$ 39.306.354	\$ 29.205.460	\$ 5.063.092	\$ 6.262.572		\$ 789.695.171
11	\$ 904.313.955	\$ 40.878.608	\$ 29.414.148	\$ 5.569.401	\$ 6.513.075		\$ 821.938.723
12	\$ 940.486.513	\$ 42.513.752	\$ 29.631.183	\$ 6.126.341	\$ 6.773.598		\$ 855.441.639
13	\$ 978.105.974	\$ 44.214.302	\$ 29.856.900	\$ 6.738.975	\$ 7.044.542		\$ 890.251.254
14	\$ 1.017.230.213	\$ 45.982.875	\$ 30.091.645	\$ 7.412.873	\$ 7.326.323		\$ 926.416.497
15	\$ 1.098.219.421	\$ 47.822.190	\$ 30.335.780	\$ 8.154.160	\$ 7.619.376		\$ 1.004.287.915

Nota: Calculo CCV de Manera Anual herramienta que permite analizar a lo largo del tiempo la evolución de ingresos y gastos que nos va a dar un vehículo Chevrolet NPR para, a partir de ahí decidir si es rentable sacarlo o no de la flota con que cuenta la empresa de mensajería.

La variación de ingresos que se observa entre periodos se debe a un aumento del valor por servicio del 4% y siempre y cuando se mantengan los 50.000 servicios.

La variación de sueldo del operador que se observa entre periodos se debe a un aumento del sueldo del 4% más el factor prestacional de la empresa el cual es sacado de los porcentajes de pagos de pensión, salud, riesgos profesionales entre otros.

Las variaciones de los costos tales como el combustible, manutención de figura, lo que se deja de producir por la indisponibilidad del activo, pago de póliza SOAT y RTM, pago de parqueadero del activo se deben a las afectaciones de la tasa de interés implementada en el caculo del valor futuro establecida y calculada anteriormente.

Las variaciones del valor en los insumos de mantenimiento se deben a la afectación porcentual anual la cual va del periodo 1 al 3 con un 4%, del periodo 4 al 9 con un 6% y del periodo 10 a la finalización de vida útil del activo de un 10%.

Las variaciones del pago por el outsourcing se deben a una afectación anual del 4%.

Las variaciones del flujo neto se deben a la resta entre los ingresos generados por el activo menos los egresos generados por este durante su operación y mantenimiento a lo largo de su vida útil. La sumatoria de los egresos son los valores netos de sueldo del operador, costos, insumos de mantenimiento, pagos a outsourcing y la inversión al momento de la compra del activo.

Al final de contar con totales de ingresos, egresos y flujo neto del activo durante sus 15 años de vida útil, se es posible calcular el valor presente neto (VPN), una manera rápida y útil es mediante la función (VNA) en Excel, los valores tomados allí son una tasa del 4%, los flujos netos a través de los 15 años de vida útil del activo. Una vez hallado este valor se debe sumar el valor de inversión el cual para este estudio fue de \$ 167.373.500 (Ciento sesenta y siete millones trescientos setenta y tres mil quinientos pesos moneda corriente colombiana).

Con el fin de brindar un mayor panorama a lo anterior, se podrá observar en el anexo 1 CCV Activo NPR, cada uno de los cálculos de manera anual.

8.1.3 Presupuesto anual del activo NPR.

De acuerdo al activo de estudio, un vehículo NPR Chevrolet modelo 2020 se toma el valor de reposición más el alistamiento el cual da un valor monetario de \$167'373.500 (Ciento sesenta y siete millones trescientos setenta y tres mil quinientos pesos moneda corriente colombiana) a este valor se saca 3% para determinar el coste de mantenimiento del primer año el cual tiene un costo aproximado de \$ 5'021.205 (Cinco millones veintiún mil doscientos cinco pesos moneda corriente colombiana) al mensualizar este valor se obtiene como resultado un monto de \$ 410.952 (Cuatrocientos diez mil novecientos cincuenta y dos pesos moneda corriente colombiana), ver tabla 31 Valor de MTTO Mensualizado.

Tabla 31

Valor de MTTO Mensualizado

PAGO	\$ 410.952
i	0,3274%
n	12
Vf	\$5.021.205

Nota: (i) tasa anual, (n) número de periodos en un año "12 meses", (Vf) valor total anual de mantenimiento del activo NPR.

Del último valor hallado se es posible sacar el costo por km recorrido del activo, dividiendo el valor mensual sobre los kilómetros recorridos en el mes, este valor es de \$137 (Ciento treinta y siete pesos moneda corriente colombiana) referente a la ganancia recibida por kilometraje de \$ 16.667 (Dieciséis mil seiscientos sesenta y siete pesos moneda corriente colombiana) es muy por encima de los costos de mantenimiento ,lo cual indica que es un buen promedio de costo por kilometraje para la compañía de mensajería.

En las siguientes imágenes se evidenciara los parámetros para revisión y reparación de los principales componentes del motor estos dados por kilometraje los cuales de acuerdo a sus

uso puede durar bastante tiempo vs costos ocasionados por una mala programación , mal mantenimiento o una mala utilización del activo ,se observa que el costo de reparación es muy alto vs al costo que nos da el CCV de un activo ,se observa que es mejor invertir en el cuidado de los componentes que no en la reparación de un motor.

Tabla 32

Parámetros de Mantenimiento Sistema Motor Vehículo NPR

<i>Código de actividad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Rutina</i>	<i>Parámetro / km</i>
1801	Reparación general motor		600.000
1802	Reparación turbo	I	+/-64.000
1803	Reparación bomba de inyección.	I	+/-640.000
1804	Reparación inyectores.	I	+/-640.000
1805	Cambio de aceite.	R	8.000
1806	Revisión niveles aceite motor	I	4.000
1807	Filtro trampa combustible	R	12.000
1808	Filtro combustible	R	12.000
1809	Filtro aire	R	24.000
1812	Cambio soporte motor		0
1814	Revisión de niveles aceite general		4.000
1815	Mantenimiento admisión	I	16.000
1817	Reparación parcial.		300.00
1819	Correas de repartición		0
1821	Calibración válvulas	T	150.000
1823	Inspección turbo	I	16.000
1824	Guayas	I	16.000
1825	Cambio de coquetería	I	300.000

1828	Cambio de cigüeñal	I	+600.000
1835	Culata motora	I	+600.000
1841	Inspección múltiple de escape	I	8.000
1843	Torque soporte de motor	T	16.000
1844	Inspección anillo motor	I	8.000
1845	Cambio enfriador aceite		0
1846	Cambio de apagador	I	50.000
1849	Sensor nivel refrigerante.	I	8.000
1853	Sincronización motora		50.000
1856	Temperatura motora		8.000
1860	Análisis muestra de aceite	MUESTRA	8.000
1865	Inspección culata		16.000
1866	Inspección monitoreo	I	8.000

Nota: información tomada del plan de mantenimiento y valores comerciales al 2021.

	Tipo De Falla Ssistema referigeracion	Componentes afectados	Regional	Placa	Rep General Motor	Rep Culata	Rep Parcial Motor	Total general
1	Falla Fan clutch y termostato generando daño motor	motor	NEIVA	TTQ611	\$ 5.188.960		\$ 2.004.992	\$ 7.193.952
2	Daño Culata por exceso de temperatura	motor	CUCUTA	SPU165	\$ 1.745.730		\$ 726.090	\$ 2.471.820
3	Daño Culata por exceso de temperatura	motor	BUCARAMANGA	SPU169	\$ 1.820.700			\$ 1.820.700
4	Daño en manguera superior refrigeracion	motor	CALI	SYL172	\$ 7.318.349		\$ 3.209.192	\$ 10.527.541
5	Recalentamiento por falta de refrigerante	motor	IBAGUE	SWP733	\$ 1.398.404			\$ 1.398.404
6	Recalentamiento por falla radiador	motor	BOGOTA	SPU254		\$ 1.397.184	\$ 5.228.080	\$ 6.625.264
7	Daño empaque culata por alta tempratura	motor	SINCELEJO	SPT990		\$ 1.173.340	\$ 3.640.895	\$ 4.814.235
8	Daño empaque culata por alta tempratura	motor	NEIVA	SYS872		\$ 2.899.702		\$ 2.899.702
9	Daño culata - fisura interna. Porfalta refrigerante	motor	PASTO	SPU169		\$ 2.840.312		\$ 2.840.312
10	Recalentamiento por falla radiador	motor	BOSCONIA	SWK192	\$ 5.527.494	\$ 2.571.564		\$ 8.099.058
11	Garantia tecnico dejo tapon purga tapa termostato suelto	motor	MEDELLIN	SPV154	\$ 3.357.862	\$ 1.645.735		\$ 5.003.597
12	Temperatura Motor falata refrigerante	motor	IBAGUE	SYQ489		\$ 1.767.365		\$ 1.767.365
13	Temperatura Motor se rompe manguera by pass	motor	MEDELLIN	VFC942		\$ 961.996	\$ 3.018.065	\$ 3.980.061
15	Recalentamiento radiador roto	motor	IBAGUE	SWP733	\$ 5.772.538	\$ 887.774		\$ 6.660.312
16	Temperatura Motor por daño mangueras calefacion	motor	SINCELEJO	SYQ594	\$ 4.350.018	\$ 345.100		\$ 4.695.118
17	Falla refrigeracion se daña tubo refrigeracoion turbo	motor	PEREIRA	SWP563	\$ 4.771.674			\$ 4.771.674
18	Recalentamiento por falta de refrigerante	motor	SINCELEJO	SWK261		719.748		\$ 719.748
19	Empaque culata por falta refrigerante tapa radiador dañada	motor	BOGOTA	SYR445		2.273.887		\$ 2.273.887
20	Recalentamiento motor por operación no revisaron nivel refrigerante	motor	IBAGUE	SWK189			\$ 2.421.348	\$ 2.421.348
21	Recalentamiento motor por operación no revisaron nivel refrigerante	motor	BOSCONIA	SYS870	\$ 5.841.921	\$ 3.101.908		\$ 8.943.829
22	Daño interno culata pierde especificacion tecnica	motor	TUNJA	SYT722		\$ 4.453.195		\$ 4.453.195
23	Recalentamiento motor por operación no instalan tapa radiador	motor	IBAGUE	SWK189		\$ 2.623.950	\$ 1.439.254	\$ 4.063.204
24	Rev motor por daño de radiador despues de reparado RESPONDE PROVEEDOR RADIADORES	motor	BOGOTA	SPV154		\$ 398.650		\$ 398.650
25	Conductor reporta novedad en (3) oportuidades y el aux de mtto no gestiona.	motor	BOSCONIA	SYS870	\$ 2.852.787	\$ 5.051.035		\$ 7.903.822
26	Daño por temperatura/ Recalentamiento falta refrigerante fuga por by pass	motor	BOSCONIA	SWK196	\$ 4.365.973	\$ 2.558.500		\$ 6.924.473
27	Daño en manguera pierde refrigerante	motor	MANIZALES	SZW682		\$ 4.950.469		\$ 4.950.469
28	Recalentamiento motor por conduccion presenta falla radiador y lo opera asi	motor	IBAGUE	SYQ485		\$ 3.248.890		\$ 3.248.890
29	termostato pegado		CARTAGENA	SWK185		\$ 2.375.478		\$ 2.375.478
					\$ 54.312.411	\$ 48.245.782	\$ 21.687.916	\$ 124.246.109

8.2 Sobre costos Mantenimiento Por Reparaciones No Planeadas.

En tabla 33 se mostrará el costo del activo nuevo, junto con el costo de insumos y mano de obra que garantice su funcionalidad durante sus 15 años de vida útil; adicionalmente una proyección de ganancias las cuales ya se evaluaron durante la elaboración del CCV del activo Chevrolet NPR.

Tabla 33**Datos CCV Activo Chevrolet NPR**

<i>Datos CCV Activo Chevrolet NPR</i>		
<i>Costo del activo nuevo</i>	Gastos MTTO vida útil 15 años	Proyección estimada de ganancias del activo
\$ 167.373.500	\$ 160.524.952	\$ 1.004.287.915

Nota: información tomada del CCV del Activo Chevrolet NPR. (Autoría Propia)

En tabla 34 se muestra los sobrecostos por daños causados por mal mantenimiento en los sistemas de refrigeración, llevando a afectaciones en componentes mayores del motor, tener en cuenta que por cada vez que ocurra un daño o reparación como las citadas en la tabla 34 el valor aproximado de la reparación puede impactar el total de los gastos de mantenimiento del activo y directamente las proyecciones de ganancias que ayude a obtener este.

Los daños más comunes y menos costosos son los cambios de empaque culata, sin embargo, si estos se dejan volver concurrentes, pueden causar daños en inyectores y en la misma culata como afectación de la planitud, llevando a otros sobrecostos a la mantenibilidad del activo.

Tabla 34

Costos por Mala Operación y Fallas en Mantenimiento.

Tipo de reparación	Costo Estimado	Variación	Costo Total Mantenimiento Vida Útil del Activo
Reparación general motor	\$ 20.000.000	40%	\$ 180.524.952
Reparación parcial cambio de bloque	\$ 10.159.383	20%	\$ 170.684.335
Reparación parcial	\$ 6.159.383	12%	\$ 166.684.335
Reparación cambio de culata	\$ 4.663.185	9%	\$ 165.188.137
Pruebas a culata y cambio de componentes	\$ 2.500.000	5%	\$ 163.024.952
Cambio de empaque culata	\$ 750.000	2%	\$ 161.274.952

Nota: información tomada en historiales de reparación de activos Chevrolet NPR como consecuencia de fallas en sistemas y/o componentes sistema de refrigeración de la compañía de mensajería. (Autoría Propia).

Por una reparación general de motor se tiene un 40% de incremento sobre el gasto estimado para el mantenimiento total del activo durante su vida útil.

Por una reparación parcial cambio de bloque debido a estar fuera de especificaciones del fabricante se tiene un 20% de incremento sobre el gasto estimado para el mantenimiento total del activo durante su vida útil.

Por una reparación parcial según bajo los procedimientos del fabricante se tiene un 12% de incremento sobre el gasto estimado para el mantenimiento total del activo durante su vida útil.

Por una reparación cambio de culata bajo los procedimientos del fabricante se tiene un 9% de incremento sobre el gasto estimado para el mantenimiento total del activo durante su vida útil.

Por pruebas a culata y cambio de componentes bajo los procedimientos del fabricante se tiene un 5% de incremento sobre el gasto estimado para el mantenimiento total del activo durante su vida útil.

Por cambio de empaque de culata bajo los procedimientos del fabricante se tiene un 2% de incremento sobre el gasto estimado para el mantenimiento total del activo durante su vida útil.

8.3 Retorno de inversión.

El ROI es un indicador que permite saber cuánto dinero la empresa perdió o ganó con las inversiones hechas en un activo, De esta forma, se puede saber si la inversión y un correcto mantenimiento valen la pena y cómo optimizar aquellas que ya están funcionando para que tengan un rendimiento todavía mejor.

De la misma forma, con base en el ROI, es posible planificar metas basadas en resultados tangibles y entender si está valiendo la pena o no invertir en determinados activos.

El ROI se obtiene con la fórmula de la siguiente manera:

$$\text{ROI} = \frac{(\text{Beneficio obtenido} - \text{inversion})}{\text{inversion}} * 100$$

En la investigación sobre sistemas de refrigeración el activo NPR de la empresa de mensajería caso de estudio, el ROI nos brinda buenos resultados, la ganancia por cada peso invertido es de 46.81 pesos retorno, para mantener este resultado se debe enfocar el buen mantenimiento, cuidado del sistema de refrigeración y productividad del activo , de acuerdo a lo planteado en el proceso de la investigación este valor se puede ver afectado por la mala manipulación del activo y el mal funcionamiento de los componentes.

Cálculo de ROI

Datos a completar:

Inversión	\$ 167.373.500,00
Ingresos netos producidos por inversión	\$ 7.834.145.127

Resultados

ROI en %	4580,64%
ROI en \$	\$ 46,8064

El retorno de inversión (ROI) cuando mi ingreso es \$7.834.145.127,30 y mi inversión es de \$167.373.500,00 es igual a 4581%

Por cada peso invertido, obtengo \$46,81 pesos de retorno

Cálculo de ROI anualizado

Datos a completar:

Inversión	\$ 167.373.500,00
Ingresos netos producidos por inversión	\$ 7.834.145.127,30
Tiempo de proyecto en años	15

Resultados

ROI en %	4580,64%
ROI anualizado %	29,23%

El retorno de inversión (ROI) cuando mi ingreso es \$7.834.145.127,30 y mi inversión es de \$167.373.500,00 es igual a 4580,6%

El ROI anualizado por una inversión de 15 años es de 29,2%

La compañía caso de estudio se da como fundamento de respuesta a la investigación los buenos resultados del ROI para un activo vehículo Chevrolet NPR, en búsqueda de obtener un mejoramiento continuo en el mantenimiento en sistemas de refrigeración, junto con sus componentes que más se afectan en la operatividad en estos activos para la compañía, se debe centralizar esfuerzos en adquisición de componentes con mejor calidad y no como se evidencio durante la investigación donde la calidad de algunos repuestos no son los apropiadas para el tipo de máquina y la operación a la que es sometida, no se debe ignorar recomendaciones de fabricante como el uso de abrazaderas ,refrigerantes y mangueras de la calidad que se exige por la presión y temperatura que genera este sistema en el motor. No omitir el análisis de históricos de mantenimiento y fallas en sistema de refrigeración y derivados por su incorrecto funcionamiento. De acuerdo con los costos que se ocasionan, por ejemplo, en una reparación general o parcial en un motor junto con los daños en componentes afectados por el sistema de

refrigeración y propios a este, se pueden generar pérdidas con impacto en la mantenibilidad y margen de rentabilidad a lo largo de la vida útil del vehículo en estudio.

Como conclusión se acata la decisión de mejorar la compra de componentes que ayuden al buen funcionamiento del sistema refrigeración de los motores NPR con el fin de buscar la meta de obtener el retorno de acuerdo con el resultado dado en el ROI para un vehículo Chevrolet NPR.

9 Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

Se identificaron los procedimientos implementados para el mantenimiento del sistema de refrigeración en vehículos Chevrolet NPR de una compañía de mensajería encontrando oportunidades de mejora en su planteamiento, temporalidad y ejecución.

Fueron Identificados las principales causas de daños en el sistema de refrigeración entre ellas: uso de repuestos homologados sin la calidad adecuada, no hay un proceso de alistamiento preoperacional, falta desarrollo de un estudio de taxonomía y criticidad.

Se generó una propuesta de solución a partir de la identificación de oportunidades de mejora del plan de mantenimiento ya estructurado dentro de la compañía para lograr una reducción en las consecuencias de las fallas en sistema de refrigeración de vehículos Chevrolet NPR con base en la aplicación de los análisis AMEF y RCM.

En el área administrativa no genera compromiso en la concertación de cada caso realizando lecciones aprendidas y estudio de historiales, donde se evalué las causas reales de las fallas y se puedan dar una corrección.

Los encargados de realizar trazabilidad de las ordenes de trabajo no tienen conocimientos claros de cada proceso por este motivo omiten procesos que se deberían realizar junto con otras tareas.

9.2 Recomendaciones

Como recomendación se debe buscar la implementación de las 5s, que se tenga claro cómo usar esta herramienta en beneficio de las actividades diarias y lo vuelvan parte de su cotidianidad.

Lograr el cumplir con las revisiones diaria preoperacional, esto con el fin de evitar que se opere un vehículo que no se encuentre en condiciones óptimas para su fin de movilizar mercancías y encomiendas.

10 Bibliografía

- ACEIM. (08 de Septiembre de 2019). *Asociacion colombiana de ingenieros, capitulo Cundinamarca*. Obtenido de aceim.org Web site:
https://educacion.aceim.org/CIMGA/2018/Especial/Escrito/Glosario_Terminos_Mtto_2018.pdf
- Allai, H. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimineto para la flota vehicular megalog*. Valencia - España: Universidad Politecnica de Valencia.
- Apolo Ordoñez, C. W., & Matovelle Bustos, C. M. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimineto automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues*. Cuenca - Ecuador: Univesidad Politécnica Saleciana sede cuenca.
- autopartes, R. (8 de Septiembre de 2019). *Autopartes*. Obtenido de CHAID NEME HERMANOS S.A: http://www.revistaautopartes.co/mantenimiento-del-vehiculo/ver/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=85&cHash=697115d6d30409bea5ec687b0812989b
- Biomax. (22 de Septiembre de 2019). *BiomaxBiocombustiblesS.A*. Obtenido de BiomaxBiocombustiblesS.A.CO: <https://www.biomax.co/productos-y-servicios-lubricantes/>
- calidad, A. e. (08 de Septiembre de 2019). *Asociación española para la calidad* . Obtenido de Asociación española para la calidad web site: aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento

- Cantos Rojas, S. (2018). *nálisis corporativo de los costos y tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo del equipo móvil de las dos plantas industriales de la empresa cementera nacional UCEM S.A. entre la ejecución del mantenimiento en el propio taller y la ejecución medi*. Cuenca - Ecuador: Universidad del Azuay.
- Center, D. (22 de Septiembre de 2019). *Derco Center* . Obtenido de Derco Center Web site :
<https://www.dercocenter.cl/noticias/que-es-el-liquido-refrigerante-y-por-que-es-importante-para-tu-auto/>
- Chevron. (22 de Septiembre de 2019). *Chevron* . Obtenido de Chevron:
<http://www.chevronentiendetumotor.com/vehiculos-a-gasolina/refrigerantes-chevron-tecnologia-de-larga-vida/>
- Colmotores, G. M. (10 de Septiembre de 2017). *General Motors Colmotores*. Obtenido de Cevrolet - General Motors Colmotores Web site:
<https://www.busesycamioneschevrolet.com.co/serie/camiones-serie-npr-reward/>
- Colmotores, G. M. (8 de Septiembre de 2019). *General Motors Colmotores*. Obtenido de busesycamioneschevrolet: <https://www.busesycamioneschevrolet.com.co/serie/camiones-serie-npr-reward/>
- COLTANQUES . (26 de Enero de 2020). *COLTANQUE*. Obtenido de Coltanque logística y transportes: <http://www.coltanques.com.co/Historia.aspx>
- Coronado Arroyo, J. T. (2016). *Diseño del plan de mantenimineto para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental tesina*. Lima - Perú: Universidad Nacioanal mayor de San Marcos.

Dinero, R. (05 de Mayo de 2019). *Dinero*. Obtenido de Revista Dinero Web site:

<https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/cifras-del-sector-de-correo-y-mensajeria-en-colombia/259833>

Envia. (08 de Septiembre de 2019). Obtenido de Envia: <https://envia.co/>

Fúnez Badel , O., & Morro Salcedo, B. (2017). *diseño de un plan de mejoramiento del servicio de reparacion de motores 315 en la superintendencia de reconstrucción en carbones del Cerrejón basado en la metodología de Benchmarking* . Barranquilla- Colombia: Universidad del Norte.

González Calleja , D. (2015). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares 2° edición*. España - Madrid : COPYRUGHT.

Institute, B. (08 de Septiembre de 2019). *BSG institute*. Obtenido de BSG institute web site:

<https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Que-es-Mantenimiento-Preventivo-1133>

Jimenez Ruiz, Y. (2012). *Propuesta de mejora bajo la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes SAS*. Caldas-Antioquia : Corporacion Universitaria Lasallista.

juriscol, S. (11 de Septiembre de 2019). *Sistema único de información normativo* . Obtenido de

Sistema único de información normativo : <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1202124>

Legislacion para flotas de vehiculos y carga. (30 de Septiembre de 2019). *Legislacion para flotas de vehiculos y carga*. Bogotá D.C, Cundinamarca, Colombia.

management, R. (11 de Septiembre de 2019). *Radical management*. Obtenido de Radical

management: <https://se-gestiona.radical-management.com/2015/04/oreda-project-reliability-data-base.html>

Padilla Valdez , C. L. (2012). *Plan de gestion en mantenimineto para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de Cañar*. Cuenca - Ecuador : Universidad politécnica Salesiana sede Cuenca .

Petroquimica, M. (22 de Septiembre de 2019). *Manteniminetopetroquimica*. Obtenido de [Manteniminetopetroquimica.com](http://manteniminetopetroquimica.com):

<http://manteniminetopetroquimica.com/index.php/diferencias-entre-un-plan-de-mantenimiento-inicial-y-uno-basado-en-rcm>

Rivadeneira Rivera, J. G., & Torres Romero , H. R. (2013). *Elaboración de un manual de procedimientos y control estadístico para mantenimiento vehicular en el área de transporte dde la ep-petroducción filial lago agrio* . Riobamba - Ecuador: Escuela superior politécnica de chimborazo.

Salazar López, B. (22 de Septiembre de 2019). *Ingenieria industrial Online*. Obtenido de [Ingenieriaindustrialonline.com](http://ingenieriaindustrialonline.com):

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/#targetText=El%20An%C3%A1lisis%20del%20Modo%20y,un%20m%C3%A9todo%20documentado%20de%20prevenci%C3%B3n>.

SEAS, E. S. (2012). Clasificación del mantenimiento. En E. S. SEAS, *Gestión de mantenimineto I* (pág. 41). Zaragoza - España: El depositario, con autorización expresa de SEAS, S.A.

SEAS, E. S. (2012). *Gestión de mantenimiento I*. Zaragoza - España: El depositario, con autorización expresa de SEAS, S.A.

SEAS, E. S. (2012). Mantenimiento preventivo . En E. S. SEAS, *Gestión de mantenimiento I* (pág. 41).

- senado, S. d. (11 de Septiembre de 2019). *Secretaria del senado* . Obtenido de Secretaria del senado : http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_0087_2011.html
- SENATI, S. N. (2007). *Gestion de mantenimiento* . Lima: SENATI.
- Solis Freire, E. G., & Mejía Guzmán, G. P. (2011). *Implementación de un software para proceso de reparación y mantenimiento preventivo en el parque automotor del ilustre municipio del cantón píllaro provincia de tungurahua*. Riobamba - Ecuador : Escuela superior pilitécnica de chimborazo.
- Solutions, L. (22 de Septiembre de 2019). *Lean Solutions*. Obtenido de Lean Solutions Web : <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>
- técnica, A. y. (21 de Septiembre de 2019). *Autoytécnica.com*. Obtenido de Autoytécnica.com Web site: <https://autoytecnica.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-motor/>
- Ticona Cuno, E. D. (22 de Septiembre de 2019). *Atlantic International University*. Obtenido de aiu.edu: <https://www.aiu.edu/spanish/Ingenieria-y-Mantenimiento.html>
- transporte, M. d. (11 de Septiembre de 2019). Obtenido de http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_7599204166ecf034e0430a010151f034
- transporte, M. d. (11 de Septiembre de 2019). *Alcaldia mayor de Bogotá*. Obtenido de Alcaldia mayor de Bogotá: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62514>
- transporte, M. d. (Septiembre de 2019). *mintransporte*. Obtenido de mintransporte Web site.
- transporte, M. d. (11 de Septiembre de 2019). *mintransporte*. Obtenido de mintransporte: <https://www.mintransporte.gov.co>

Urrego Torres, J. S. (2017). *Elaboracion de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la linea de perforacion de la empresa cimentaciones de colombia Ltda.* Bogota D.C. : Universidad Santo Tomas.