PROPUESTA DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE MODO DE FALLO PARA LA EMPRESA ESTE ES MI BUS PRESTANTE DE SERVICIOS DE TRANSPORTE MASIVO.

Andrés Alfredo Gutiérrez Contreras
Código: 20162375049
Jhon Sebastián Gómez Ramírez
Código: 20162375066

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA MECÁNICA (ciclos propedéuticos)
BOGOTÁ D.C
2017

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE MODO DE FALLO PARA LA EMPRESA ESTE ES MI BUS PRESTANTE DE SERVICIOS DE TRANSPORTE MASIVO.

Andrés Alfredo Gutiérrez Contreras
Código: 20162375049
Jhon Sebastián Gómez Ramírez
Código: 20162375066

Trabajo de Tesis

Director Trabajo de Grado
Mauricio Gonzáles Colmenares
ING. Mg

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA MECÁNICA (ciclos propedéuticos)
BOGOTÁ D.C
2017

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS 6

INDICE DE GRÁFICAS 7

1 Introducción 8

2 Planteamiento del problema 8

3 Justificación 9

4 Marco teórico 9

4.1 Mantenimiento... (No es Reparación) 10

4.2 Tipos de mantenimiento 11

4.2.1 Mantenimiento Correctivo: 11

4.2.2 Mantenimiento Preventivo: 12

4.2.3 Mantenimiento Predictivo: 12

4.2.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul): 12

4.2.5 Mantenimiento En Uso: 12

4.3 Misión Del Mantenimiento 13

4.4 Gestión del mantenimiento 14

4.5 Plan de mantenimiento 14

4.5.1 Plan de mantenimiento inicial basado en instrucciones del fabricante 14

4.5.2 Plan de mantenimiento inicial basado en instrucciones genéricas 15

4.6 Modelo de mantenimiento 15

4.6.1 Modelo Correctivo 15

4.6.2 Modelo Condicional 16

4.6.3 Modelo Sistemático 16

4.6.4 Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad 16

4.6.5 El mantenimiento subcontratado 17

5 Estado del arte 17

5.1 **Un sistema de apoyo a la decisión basado en el enfoque rcm para definir estrategias de mantenimiento. "*A decision support system based on rcm approach to define maintenance strategies".*** 18

5.2 Modelo de optimización de cargas de trabajo de los técnicos de mantenimiento basado en la confiabilidad con consideración estocástica. ***"A reliability-based maintenance technicians' workloads optimization model with stochastic consideration".*** 18

5.3 Selección estratégica de la técnica de mantenimiento usando combinando la implementación de funciones de calidad, el proceso de jerarquía analítica y el enfoque de beneficio de la duda. ***"Strategic maintenance technique selection using combined quality function deployment, the analytic hierarchy process and the benefit of doubt approach".*** 18

5.4 Método de predicción del tiempo de mantenimiento teniendo en cuenta la ergonomía a través de la simulación en realidad virtual. "*A maintenance time prediction method considering ergonomics through virtual reality simulation"* 19

5.5 Cómo incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento 19
5.6 Metodología para la definición de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional. 19
6 Objetivos 20
6.1 Objetivo general. 20
6.2 Objetivos específicos 20
7 Metodología 20
7.1 Definición del sistema 20
7.2 Análisis de la flota 20
7.3 Selección y análisis de sub-sistema 20
7.4 Determinación de responsabilidades 21
7.5 Propuesta del plan de mantenimiento. 21
8 Definición del sistema 21
8.1 Sistema 21
Bus blue bird sigma motor delantero 21
8.2 Sub-sistemas 22
8.2.1 Carrocería 22
8.2.2 Suspensión 23
8.2.3 Frenos 24
8.2.4 Transmisión 25
8.2.5 Motor 25
8.2.6 Eléctrico 26
8.2.7 Dirección 27
8.2.8 Neumático 28
9 Análisis de mantenimiento de la flota 28
9.1 Información mantenimiento de la flota. 28
9.1.1 Tiempo operación programado total (TTP) 28
9.1.2 Disponibilidad y confiabilidad de la flota 29
9.2 Mantenimiento general de flota 31
9.2.1 Inspección Preventiva 32
9.2.2 Mantenimiento Correctivo 35
9.2.3 Mantenimiento preventivo 43
9.2.4 Asistencia en vía 46
9.3 Mantenimiento por subsistemas 47
9.3.1 Carrocería 48
9.3.2 Dirección 53
9.3.3 Eléctrico 57
9.3.4 Frenos 61

9.3.5 Motor 62
9.3.6 Neumático 65
9.3.7 Suspensión 67
9.3.8 Transmisión 69
10 Profundización subsistemas 71
10.1 Dirección 71
10.2 Frenos 77
11 Determinación áreas y responsabilidades 84
11.1 Mantenimiento 84
11.2 Operaciones 85
11.3 Control interno 86
11.4 Compras y almacén 87
12 Programa de mantenimiento 88
12.1 Contexto operativo de la empresa 88
12.2 Acciones sugeridas 90
12.3 Plan de mantenimiento 91
13 Viabilidad técnica y operativa 102

INDICE DE TABLAS

Tabla 9-1: Horas en reparación VS. Tiempo teórico reparación Fuente: Autores.....29
Tabla 9-2: indicadores de mantenimiento Fuente: Autores.....30
Tabla 9-3: Resumen actividades por categoría Fuente: Autores.....31
Tabla 9-4: Resumen actividades categoría Inspección preventiva Fuente: Autores.....34
Tabla 9-5: Resumen actividades categoría Mantenimiento Correctivo Fuente: Autores 41
Tabla 9-6: Resumen actividades Mantenimiento Preventivo Fuente: Autores.....45
Tabla 9-7: Resumen actividades Asistencia en Vía Fuente: Autores 46
Tabla 9-8: Resumen actividades por sistema Fuente: Autores.....48
Tabla 9-9: Resumen actividades Carrocería Fuente: Autores 51
Tabla 9-10: Resumen actividades Dirección Fuente: Autores 55
Tabla 9-11: Resumen actividades Eléctrico Fuente: Autores 59
Tabla 9-12: Resumen actividades Frenos Fuente: Autores.....62
Tabla 9-13: Resumen actividades Motor Fuente: Autores.....64
Tabla 9-14: Resumen Actividades Neumático Fuente: Autores.....66
Tabla 9-15: Resumen actividades Suspensión Fuente: Autores 68
Tabla 9-16: Resumen actividades Transmisión Fuente: Autores.....70
Tabla 10-1 Resumen fallos en componentes Fuente: Autores 71
Tabla 10-2: Resumen fallos en componentes Fuente: Autores 78
Tabla 11-1: Caracterización área de mantenimiento Fuente: Este es mi bus SAS.....84
Tabla 11-2: Caracterización área de operaciones Fuente: Este es mi bus SAS.....85
Tabla 11-3: Caracterización área de control interno Fuente: Este es mi bus SAS 86
Tabla 11-4: Caracterización área compras y almacén Fuente: Este es mi bus SAS.....87
Tabla 12-1: Proceso requisición repuestos Fuente: Autores 88
Tabla 12-2: Propuesta para requisición de repuestos Fuente: autores 90

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 9-1: Comportamiento general sistema de mantenimiento Fuente: Autores.....31
Gráfica 9-2: Comportamiento Mantenimiento por categoría Fuente: Autores.....32
Gráfica 9-3: Pareto actividades Inspección preventiva Fuente: Autores.....35
Gráfica 9-4: Pareto actividades Mantenimiento Correctivo Fuente: Autores.....42
Gráfica 9-5: Pareto Mantenimiento Correctivo (actividades con frecuencia más representativa) Fuente: Autores 43
Gráfica 9-6: Pareto actividades Mantenimiento Preventivo Fuente: Autores.....45
Gráfica 9-7: Pareto Asistencia en Vía Fuente: Autores 47
Gráfica 9-8: Pareto actividades por sistema Fuente: Autores.....48
Gráfica 9-9: Carrocería (Correctivo VS. Preventivo) Fuente: Autores 49
Gráfica 10-1: Pareto componentes sub-sistema Dirección Fuente: Autores.....72
Gráfica 10-2: Diagrama Ishikawa fuente: Autores Gráfica 10-2: Línea principal árbol de fallos Fuente: Autores 73
Gráfica 10-3: Pareto componentes sub-sistema Frenos Fuente: Autores 78
Gráfica 110-41: Árbol de fallos (componente válvula relay) Fuente Autores 81

1 Introducción

"En el marco del plan maestro de movilidad, la carta de navegación de la ciudad en el tema, se establece la estructuración del nuevo sistema integrado de transporte público de Bogotá (sitp), como instrumento que garantizará mejor calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad"[1].

"*Los pequeños transportadores y empresas con gran trayectoria en el transporte masivo de pasajeros que unidos consolidaron una propuesta para la licitación del sitp, tendrán bajo su responsabilidad directa la operación, mantenimiento, control y supervisión de cerca de 700 vehículos de transporte público entre los que se encuentran las siguientes tipologías como micro buses , buses , busetas y padrones ".*[2]

En el desarrollo del trabajo se estudiarán los procesos que involucran el cumplimiento de entrega de flota por parte de mantenimiento para dar cumplimiento al número de tablas (vueltas realizadas por un vehículo) y la valoración que se da a éstas, cuando se comparan requeridas vs. Realizadas, disponibilidad (factor y causa) y confiabilidad de mantenimiento (garantía).

Basados en una serie de datos tomados en una línea de tiempo y con ayuda de varias teorías de mantenimiento, se busca relacionar la información para lograr establecer una estrategia con estándares de calidad que permitan aumentar la comodidad del usuario.

2 Planteamiento del problema

La necesidad de mantener en funcionamiento la cantidad de buses estipulada bajo el contrato para el cumplimiento de las tablas requeridas hace necesario determinar qué factores influyen en el cumplimiento.

Los concesionarios (empresas privadas que tienen a cargo la operación del componente zonal del sistema Transmilenio) tienen la responsabilidad de cumplir con un margen mínimo del 93% de las tablas estipuladas por contrato. Se sabe que la flotilla sobre la cual se va a realizar el estudio tiene un margen de cumplimiento situado entre el 80% y 85% de las tablas estipuladas por contrato, lo que evidencia incumplimiento tomando como referencia el 93% explicado anteriormente.

Teniendo en cuenta que el incumplimiento ronda entre el 8% y el 13%, se tendrán que analizar y verificar falencias del proceso actual de mantenimiento con respecto a la confiabilidad y disponibilidad de la flotilla, procurando luego plantear un sistema de soluciones que permitan satisfacer el mínimo requerido en el menor tiempo posible e ir

[1] TRANSMILENIO. Información general [en línea]. http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/informacion_general [09/07/2012]

[2] ESTE ES MI BUS. Nuestra empresa [en línea]. http://intranet.esteesmibus.com/ [sin fecha de publicación]

incrementando el cumplimiento con forme las implementaciones van arrojando resultados de desarrollo posterior.

3 Justificación

Basados en las condiciones estipuladas, se estudiarán los procesos que involucran el cumplimiento de entrega de flota por parte de mantenimiento para dar cumplimiento al número de tablas requeridas, con los estudios realizados se procura identificar el modo de evaluación de los procesos de la empresa, respecto al área de mantenimiento, la relación de éste con el área de operaciones y la logística que enlaza ambas áreas.

Se tomarán en cuenta todos los datos representativos existentes de la flotilla que se va a analizar, para gestionar de manera satisfactoria la propuesta de mantenimiento y su posterior implementación en caso de ser aprobada la propuesta.

4 Marco teórico

“Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en

vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar. TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo. Primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.

Esta era una filosofía completamente nueva con un planteamiento diferente y que se mantendrá constantemente al día por su propia esencia. Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos y se le denominó TPM.

Tal como lo vimos en la definición, TPM son las siglas en inglés de "Mantenimiento Productivo Total", también se puede considerar como "Mantenimiento de Participación Total" o "Mantenimiento Total de la Productividad".

El propósito es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial. Toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad. La "Implementación de TPM" es un objetivo que todos compartimos. También genera beneficios para todos nosotros. Mediante este esfuerzo, todos nos hacemos responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar, aún su aspecto es mucho mejor. La participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes vivimos con el equipo todos los días"[3]*.*

4.1 Mantenimiento... (No es Reparación)

"El Mantenimiento es una profesión que se dedica a la conservación de equipo de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar.

La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios. Sin embargo, al paso del tiempo, nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la productividad total en muchos negocios. Las sólidas técnicas modernas de mantenimiento y su sentido práctico tienen el potencial para incrementar en forma significativa las ventajas en el mercado global.
En meses recientes, hemos visto un impresionante avance de estas técnicas asociadas con el mantenimiento industrial. En especial, como sabemos es tarea de todos en las empresas buscar oportunidades para hacer nuestro trabajo de una manera más eficiente cada día, y

[3]LEANEXPERTISE. Historia y evolución del mantenimiento [en línea]. http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm [25/08/2011]

esto representa hacerlo con mayor calidad y a menor costo. Una de las tareas más críticas de mantenimiento es sin duda el Mantenimiento Preventivo. La optimización de esa tarea ha demostrado ser una fuente de grandes ahorros y aumento importante de la disponibilidad y confiabilidad del equipo.

Tal como engranes finamente integrados en una pieza de maquinaria, Producción, Seguridad, Ingeniería, Mantenimiento y otros miembros de la organización tales como Administración, Mercadotecnia, Compras, Planeación, etc. deben trabajar en conjunto para alcanzar la excelencia.

El reto para los gerentes de hoy y para los profesionales de la confiabilidad y todos los que estamos involucrados en la profesión del mantenimiento, es descubrir estas nuevas oportunidades. Esto requiere que establezcamos estándares para las prácticas de mantenimiento y confiabilidad, creando un sistema adecuado de información para reunir los hechos y generar el entusiasmo, e iniciando planes que impulsen la acción.

Uno de los grandes factores en la optimización de este proceso es sin duda la implementación cada día más extendida del TPM. TPM es Mantenimiento Productivo Total, o dicho de manera más precisa, Mantenimiento de la Productividad Total. La importancia de mantener nuestra planta en condiciones óptimas de operación no recae solamente en un pequeño grupo de técnicos o ingenieros. Todos nos beneficiamos de un equipo en condiciones óptimas y por lo tanto todos debemos buscar la oportunidad de participar en este proceso de conservación.

Es vital que se comprenda ampliamente la cobertura y significado del TPM. Es un compromiso de Toda la Organización o Empresa, incluidos los altos directivos. El asegurar que se Mantiene la Capacidad Productiva del Negocio es una tarea que asegura la competitividad y por tanto la estabilidad de nuestra fuente de trabajo. En los tiempos económicos que estamos viviendo este concepto cobra una muy alta relevancia. Cualquiera que sea nuestra función en una empresa, todos debiéramos estar en busca de oportunidades para preservar el equipo que produce nuestros productos, así como toda clase de aparatos y mobiliario que nos permite hacer nuestro trabajo"[4].

4.2 Tipos de mantenimiento

4.2.1 Mantenimiento Correctivo:

"Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos".[5]

---

[4]LEANEXPERTISE. Historia y evolución del mantenimiento [en línea]. http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/DefinicionMantSpanish.htm [25/07/2011]

[5] RENOVETEC. Tipos de mantenimiento [en línea]. http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento [sin fecha de publicación]

4.2.2 Mantenimiento Preventivo:

"Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema".[6]

4.2.3 Mantenimiento Predictivo:

"Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos".[7]

4.2.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):

"Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano".[8]

4.2.5 Mantenimiento En Uso:

"Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total)".[9]

---

[6] ibíd.
[7] ibíd.
[8] ibíd.
[9] ibíd.

4.2.5.1 Mantenimiento automotriz:

"Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

Así, nuestra premisa es que, la estrategia óptima de mantenimiento es aquella que minimiza el efecto conjunto de los componentes de costos, es decir, identifica el punto donde el costo de reparación es menor que el costo de la pérdida de producción. El costo total del mantenimiento está influido por el costo de mantenimiento regular (costo de reparación) y por el costo de la falla (pérdida de producción)".[10]

4.2.5.2 Objetivos del mantenimiento automotriz

"*Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes. Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas del vehículo. Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar. Evitar parada de máquinas. Evitar accidentes. Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas. Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación. Disminuir los costos de mantenimiento.*

El mantenimiento adecuado tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas".[11]

4.3 Misión Del Mantenimiento

"Es implementar y mejorar en forma continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio a los clientes mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras.

El mantenimiento del automóvil es muy importante ya que es el encargado de alargar la vida útil de nuestro motor, evitando al máximo posible los desgastes o fallos prematuros. Para el buen funcionamiento y la seguridad del vehículo, es de suma importancia que se ejecuten los servicios previstos en el Plan de Mantenimiento. Las necesarias correcciones de los valores de ajustes, lubricaciones, cambios de aceite, sustitución de piezas sujetas a un desgaste natural, etc. Se realizarán de acuerdo con el kilometraje de cada automóvil".[12]

---

[10] ANDREA VANESSA SALAS MOLINA. Unidad I, Función del mantenimiento [en línea]. https://es.scribd.com/document/73315982/Mantenimiento-Industrial-Unidad-I [21/11/2011]

[11] TORRES IVAN, FUENTES MARCO, VELASCO CARLOS, ZHAU JOSE. Mantenimiento automotriz [en línea, slide 3]. https://www.slideshare.net/hemghydelvalle/mantenimiento-automotriz-plan-de-mantenimiento [22/12/2014]

[12] Ibíd. Slide 4

4.4 Gestión del mantenimiento

Gestión del Mantenimiento comprende la adopción de medidas y realización de acciones necesarias para el buen funcionamiento. Se pueden establecer dos niveles:

Nivel 1: grandes decisiones, grandes objetivos (dirección general).

Nivel 2: corresponde al jefe de mantenimiento y va referido a decisiones concretas, planificación, organización de las tareas diarias...para cumplir con los objetivos previstos.

*Gestión de Mantenimiento implica disponer de un manual, de un sistema informatizado y de una acción cíclica (práctica de mejoramiento) que comprende: * Auditoría de los Puntos Críticos de Mantenimiento; * Planificación a la Medida; * Ejecución del plan de trabajo definido aplicando herramientas de gestión apropiadas*.[13]

4.5 Plan de mantenimiento

"El objetivo de un plan de mantenimiento es conseguir la máxima disponibilidad y fiabilidad de un equipo, tanto a corto plazo como a largo plazo, y al mínimo coste posible.

Un buen plan de mantenimiento es aquel que ha analizado todos los fallos posibles, y que ha sido diseñado para evitarlos. Eso quiere decir que para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la planta.

El primer paso para iniciar el diseño del plan de mantenimiento sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos"[14]

4.5.1 Plan de mantenimiento inicial basado en instrucciones del fabricante

1. "*Recopilación de instrucciones. Realizar un plan de mantenimiento basado en las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta no es más que recopila toda la información existente en los manuales de operación y mantenimiento de estos equipos y darle al conjunto un formato determinad*

2. *La experiencia del personal de mantenimiento, Pero con esta recopilación, el plan de mantenimiento no está completo. Es conveniente contar con la experiencia de los responsables de mantenimiento y de los propios técnicos, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de recomendaciones de fabricantes*

[13] Ibíd. Slide 5

[14] Ibíd. Slide 7

3. *Mantenimiento Legal, Por último, no debe olvidarse que es necesario cumplir con las diversas Normas Reglamentarias vigentes en cada momento. Por ello, el plan debe considerar todas las obligaciones legales relacionadas con el mantenimiento de determinados equipos. Son sobre todo tareas de mantenimiento relacionadas con la seguridad".*[15]

4.5.2 Plan de mantenimiento inicial basado en instrucciones genéricas

"1. Listado de equipos significativos

Del inventario de equipos de la planta, deben listarse aquellos que tienen una entidad suficiente como para tener tareas de mantenimiento asociadas. Este listado puede incluir motores, bombas, válvulas, determinados instrumentos, filtros, depósitos, etc. Una vez listados, es conveniente agrupar estos equipos por tipos, de manera que sepamos cuantos tipos de equipos significativos tenemos en el sistema que estemos analizando.

2. Tareas genéricas

Para cada uno de los tipos de equipos, debemos preparar un conjunto de tareas genéricas que les serían de aplicación. Así, podemos preparar tareas genéricas de mantenimiento para transformadores, motores, bombas, válvulas, etc.".[16]

4.6 Modelo de mantenimiento

A continuación se realiza una pequeña definición de modelos de mantenimiento donde es posible encontrar contenidos los tipos de mantenimiento que se expusieron anteriormente. Cabe aclarar que todos ellos incluyen inspecciones visuales y lubricación como actividades regulares.

4.6.1 Modelo Correctivo

"*Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen*

[15] ibíd. Slide 8
[16] Ibíd. Slide 9

ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos".[17]

4.6.2 Modelo Condicional

"Incluye las actividades del modelo anterior, además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja".[18]

4.6.3 Modelo Sistemático (inspección diaria)

"Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y por último, resolveremos las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los sistemas."[19]

4.6.4 Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad

"Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen,

---

[17] RENOVETEC. Tipos de mantenimiento [en línea]. http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento [sin fecha de publicación]

[18] Ibíd.

[19] Ibíd.

en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene porqué ser exactamente iguales año tras año.

Como quiera que en este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es CERO AVERÍAS, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año".[20]

4.6.5 El mantenimiento subcontratado

"Se contrata a un especialista es en general la alternativa más cara, pues la empresa que lo ofrece es consciente de que no compite. Los precios no son precios de mercado, sino precios de monopolio. Debe tratar de evitarse en la medida de lo posible, por el encarecimiento y por la dependencia externa que supone. La forma más razonable de evitarlo consiste en desarrollar un Plan de Formación que incluya entrenamiento específico en aquellos equipos de los que no se poseen conocimientos suficientes, adquiriendo además los medios técnicos necesarios".[21]

5 Estado del arte

A través de las bases de datos con que cuenta la universidad además de la herramienta google scholar se realizó el proceso de búsqueda de artículos en los que se estudian diversas formas y etapas de procesos de mantenimiento. Gracias a estos artículos se logró compilar información precisa respecto a este tema, lo que genera una guía con la cual se evidencian desarrollos, y una visión amplia de su campo de acción.

En los buscadores de las diferentes bases de datos consultadas se encuentran artículos sobre desarrollos e implementación de planes de mantenimiento en general. En estas bases es almacenada la información de investigaciones realizadas desde los años 90s, ya que se evidencia una constante evolución respecto a estos temas se optó por trabajar con aquellos que fueron realizados a partir del 2000 incluidos algunos libros de los años 90´s.

[20] ibíd.
[21] ibíd.

5.1 Un sistema de apoyo a la decisión basado en el enfoque rcm para definir estrategias de mantenimiento. "*A decision support system based on rcm approach to define maintenance strategies".*

En este artículo se presenta un sistema de apoyo en la toma de decisiones para mantenimiento. Indican la importancia que tiene un sistema de gestión para afrontar los datos que se tienen sobre el fracaso, la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos. Explican también que el contexto del mantenimiento está rodeado de incertidumbre y no proporciona un claro beneficio de sus actividades, por lo cual generar una herramienta que se ajuste a las necesidades de la organización se hace necesario.

La herramienta presentada en este trabajo considera los requerimientos y enfoques de un sistema de producción industrial, utilizando conceptos y metodologías de mantenimiento centrado en confiabilidad (rcm) para establecer estrategias de mantenimiento, como la planificación de inspección y mantenimiento preventivo, y también toma en considera sofisticados modelos mcda y fmeca para la toma de decisiones estratégicas de fabricación.

5.2 Modelo de optimización de cargas de trabajo de los técnicos de mantenimiento basado en la confiabilidad con consideración estocástica. *"A reliability-based maintenance technicians' workloads optimization model with stochastic consideration".*

En el desarrollo de este artículo estudian la influencia del entrenamiento, fatiga y conocimiento experiencial de técnicos además cómo las cargas de trabajo se combinan con la política de mantenimiento para optimizar fiabilidad, productividad y valores ganados utilizando el enfoque de programación de objetivos, utilizan conjuntos de datos prácticos en el estudio de la aplicabilidad del modelo propuesto en práctica.

5.3 Selección estratégica de la técnica de mantenimiento usando la combinación entre la implementación de funciones de calidad, el proceso de jerarquía analítica y el enfoque de beneficio de la duda. *"Strategic maintenance technique selection using combined quality function deployment, the analytic hierarchy process and the benefit of doubt approach".*

El principal objetivo de esta investigación es desarrollar un método para seleccionar la técnica de mantenimiento para la industria manufacturera teniendo en cuenta los criterios estratégicos, de planificación y operacionales mediante la participación de las partes interesadas.

5.4 Método de predicción del tiempo de mantenimiento teniendo en cuenta la ergonomía a través de la simulación en realidad virtual. "*A maintenance time prediction method considering ergonomics through virtual reality simulation"*

Este artículo enfatiza sobre cómo el tiempo de mantenimiento es un índice cuantitativo crítico en la predicción de mantenimiento y como se hace necesaria una metodología de medición del tiempo de mantenimiento para desempeñar un papel satisfactorio en la etapa inicial del diseño de mantenimiento puesto que la forma tradicional de medir el tiempo de mantenimiento ignora las diferencias entre la producción de línea y la acción de mantenimiento.

5.5 Cómo incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento

"El tema que se aborda en este trabajo se refiere a cómo mediante la integración y aplicación de un conjunto de estrategias gerenciales de mantenimiento, se obtuvieron beneficios en el orden de: 20mm$ en un período de 5 años para la industria del petróleo, y 2,5 mm$/ año en el sector de alimentos y servicios, además de beneficios intangibles asociados a cómo preservar el conocimiento, y lograr la máxima efectividad del personal, incorporando las lecciones aprendidas durante la implantación y evaluación de las mismas".[22]

La metodología integral aquí planteada, se basa en la filosofía de mantenimiento clase mundial, agrupando una serie de estrategias en 4 aspectos principales llamados: confiabilidad equipos, confiabilidad de los procesos, confiabilidad del talento y confiabilidad del valor.

5.6 Metodología para la definición de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional.

"En el escrito se presentan algunas sugerencias para llevar a cabo una buena gestión estratégica de mantenimiento, ya que este ha sido considerado durante mucho tiempo, como una actividad que no requería un profundo conocimiento técnico. Pero en este mundo globalizado y altamente competitivo, el conocimiento técnico - científico es cada vez más necesario, siendo la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad tres disciplinas que lo pueden propiciar".[23]

---

[22] ING. MARÍA BEATRIZ CÁCERES DIRECTORA PLANIFICACIÓN Y NEGOCIOS; SOLUCIONES INTEGRALES CORPORATIVAS ICS GROUP S.A. Cómo Incrementar la Competitividad del Negocio mediante Estrategias para Gerenciar el Mantenimiento. [sin fecha de publicación]

[23] LEÓN AUGUSTO MARTINEZ GIRALDO. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Medellín, 2014. Trabajo de grado (Magister en Ingeniería Eléctrica). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Departamento de Energía Eléctrica y Automática.

6 Objetivos

6.1 Objetivo general.

Plantear una propuesta de programa de mantenimiento basado en el análisis de fallos para una flota de vehículos vinculada a una concesión.

6.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la flota de vehículos.
- Diseñar el programa de mantenimiento según criterios de seguridad del contratante.
- Evaluar la viabilidad técnica y operativa de la implementación de la propuesta de programa de mantenimiento.

7 Metodología

La realización del proyecto toma como estructura para el diseño de la propuesta de mantenimiento los siguientes pasos:

7.1 Definición del sistema

A.) Analizar la información recopilada b) identificar vehículos c.) Descripción de los sistemas correspondientes a los vehículos.

7.2 Análisis de la flota

A) Obtener los datos pertinentes a la flota, correspondientes a los últimos 3 años de funcionamiento. B) Capacitarse en el diseño de estrategias de mantenimiento. C) Determinar las herramientas y los métodos más prácticos que permitan un diseño lo más real posible del programa de mantenimiento, considerando los componentes estructurales, elementos de transición, mecanismos de acción y control.

7.3 Selección y análisis de sub-sistema

A) Identificar parámetros de selección para priorizar análisis B) seleccionar sub-sistema a realizar análisis.

7.4 Determinación de responsabilidades

A.) Definición de áreas involucradas según la cadena de distribución y producción de la flota. B) selección de las responsabilidades correspondientes a cada área.

7.5 Propuesta del plan de mantenimiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el estudio hacer un balance teniendo en cuenta, áreas involucradas, tiempos de operación, influencia de operarios en el proceso, restricciones de implementación y las condiciones de la concesión.

8 Definición del sistema

La flotilla a la cual se le realiza el estudio está conformada por 10 autobuses de la misma marca y modelo, a continuación, se detallan las especificaciones técnicas del vehículo.

8.1 Sistema

Bus blue bird sigma motor delantero

"Este vehículo está diseñado específicamente para aplicaciones de tránsito a nivel mundial; viene equipado con varias características y beneficios, las cuales hacen a este autobús un ofrecimiento verdaderamente notable de blue Bird". [24]

- Alternador: 240-amp, 12 voltios.
- Altura interior: 2,10 m.
- Altura total: 3,30 m.
- Ancho del pasillo: 1,04 m.
- Ancho exterior: 2,53 m (no incluyendo los espejos).
- Ancho interior: 2,42 m.
- Capacidad: varias configuraciones de asientos disponibles, con capacidad total hasta para 89 pasajeros.
- Dirección: volante telescópico inclinable.

[24] BULE BIRD. Sigma buses. [en línea]. https://www.blue-bird.com/blue-bird/bus-finder/sigma-fe-diesel-9.asp [sin fecha de publicación]

- Distancia entre ejes: 5,89 m.
- Eje delantero: hasta 6.622 kg (14,600 lb.).
- Eje trasero: hasta 10.433 kg (23,000 lb.).
- Frenos: neumáticos 152,40mm adelante / 218,95 mm atrás.
- Motor: cummins® isb 6,7l euro v 225hp; 627lb-ft torque; compresor de aire de dos cilindros.
- Pbv: hasta 16.420 kg (36,200 lb).
- Puerta de entrada: 1,15 m de ancho, neumática con apertura hacia afuera.
- Radio de giro: 50º.
- Suspensión delantera: neumática 6.622 kg.
- Suspensión trasera: neumática 10.433 kg.
- Tamaño de llantas: 295/80r22, 5 xze2.
- Tanque de combustible: 60 galones, ubicado entre los largueros en el voladizo trasero.
- Transmisión: allison® b300 tc415 5 velocidades automática.

8.2 Sub-sistemas

El autobús blue bird sigma motor delantero está conformado por una gran variedad de componentes. Para el presente estudio, éstos se agruparán en 8 subsistemas de acuerdo con el esquema de trabajo de mantenimiento de la empresa *ESTE ES MI BUS SAS*.

8.2.1 Carrocería

Es el soporte principal de todos los componentes del automóvil, desde el motor hasta los asientos, además protege a todos sus elementos y a los pasajeros de las condiciones ambientales, también da la forma y elegancia característica al automóvil proporcionándole una superficie aerodinámica en vehículos de lujo pero por otro lado da mayor espacio para los vehículos de carga tanto sea de pasajeros como de elementos de construcción en este caso se requiere una carrocería con espacio de pasajeros para generar mayor transporte por tabla.[25]

Este sistema está compuesto principalmente por:

- Bastidor
- Carrocería externa (bomper, faldón, tableros, laminas guías, porta ventanas, etc.)
- Claraboya
- División cabina

[25]DIEGO ALEJANDRO QUINTERO JIMENEZ. Los principales sistemas del automóvil. [en línea] http://www.sociedadytecnologia.org/blog/view/26378/los-7-principales-sistemas-del-automovil [11/08/2008]

- Extintores
- Mecanismo limpia brisas
- Parales internos
- Piso
- Porta rutero
- Señalética
- Silla operador
- Silla usuarios
- Soporte extintor
- Tapa motor
- Ventanas

8.2.1.1 Funciones

Primarias

1. Resistir la repetición de cargas dinámicas y alternantes, que generalmente se presentan en forma de impacto.
2. Proteger pasajeros y componentes internos tanto de condiciones ambientales como de accidentes.

Secundarias

1. Alojar los distintos grupos mecánicos (transmisión, suspensión, ruedas, carrocería, etc.) Relacionándolos bajo cierta configuración.
2. Soportar accesorios que delimitan el móvil.
3. procurar confort tanto a conductor como a usuarios.
4. Diseño aerodinámico o de carga.

8.2.2 Suspensión

Conjunto de elementos que absorben el impacto debido a las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el chasis y los ejes, los cuales están conectados al cubo y luego transmiten su movimiento a las ruedas las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada.[26]

Este sistema está compuesto principalmente por:

- Hojas ballesta
- Amortiguador
- Hojas suspensión
- Bastidor
- Pasadores
- Bombonas

[26] WIKIPEDIA. Suspensión (automóvil). [en línea]. https://es.wikipedia.org/wiki/Suspensi%C3%B3n_(autom%C3%B3vil) [7/08/2017]

- Válvula niveladora
- Varilla niveladora
- Porta bombonas
- Eje
- Pacha
- Soporte amortiguador

8.2.2.1 Funciones

Primaria

1. Reducir los efectos de las irregularidades del camino, disminuyendo las oscilaciones que se transmiten a los pasajeros.

Secundarias

1. Aumentar la adherencia y disminuir la distancia de frenado.
2. Proporcionar confort a conductor y pasajeros

8.2.3 Frenos

Sistema que procura la desaceleración súbita o progresiva en el vehículo, teniéndose como principal requerimiento de buen funcionamiento, la capacidad de mantener la trayectoria en la que se encuentra el vehículo durante el frenado

Éste sistema está compuesto principalmente por:

- Bandas
- Base secadora
- Bomba de freno
- Cámara de freno
- Campanas
- Ratche
- Resortes de bandas
- Tanques de aire
- Válvula de freno de seguridad
- Válvula relé

8.2.3.1 Funciones

Primarias

1. Regular la velocidad del vehículo.
2. Inmovilizar completamente el vehículo

Secundaria

1. Evitar desplazamiento del vehículo.

8.2.4 Transmisión

El sistema de transmisión de un vehículo consiste en una serie de componentes encargados de conducir desde el cigüeñal la potencia suficiente para que las ruedas motrices giren.[27]

Este sistema está compuesto principalmente por:

- Caja velocidades
- Cardan
- Diferencial
- Kit embrague
- Semi eje
- Volante

8.2.4.1 Funciones

Primaria

1. Transmitir el movimiento generado por el motor a las ruedas.

Secundarias

1. Variar la velocidad del vehículo.
2. Variar la fuerza de empuje del vehículo.

8.2.5 Motor

Máquina que convierte la energía química del combustible en energía mecánica, para el caso de los combustibles líquidos más comunes el motor necesita del oxígeno para un desempeño óptimo, éste al combinarse con el combustible, generan una mezcla explosiva en cada una de las cámaras de combustión que posee esta máquina.

Este sistema está compuesto principalmente por:

- Bancada
- Biela
- Bomba de agua
- Bomba de transferencia
- Carter
- Cigüeñal
- Eje de levas
- Fan clutch
- intercooler
- Inyector

[27]RED OPERATIVA DE DESGUACES ESPAÑOLES. ¿Qué es el sistema de transmisión? [en línea].https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-el-sistema-de-transmision/ [sin fecha de publicación]

- Pistones
- Sistema común riel
- Tapa válvulas
- Tubo transmisión inyección
- Turbo
- Venta viola

8.2.5.1 Funciones

Primaria

1. Transformar la energía de un combustible en energía mecánica.

Secundaria

1. Proporcionar la energía suficiente para mover el vehículo.

8.2.6 Eléctrico

Este es el encargado de repartir y controlar la corriente eléctrica requerida por el vehículo. Este sistema está compuesto principalmente por:

- Alternador
- Ángel guardián
- Arranque
- Baterías
- Bombillos indicadores
- Cables
- Desempañador
- Electroválvula puertas
- Iluminación externa
- Iluminación interna
- Micro switch
- Motor lavaparabrisas
- Motor parabrisas
- Plataforma
- Ruteros
- Sensores
- Solenoide
- Switch de parqueo
- Terminales de conexión
- Válvula door break
- Válvula sensibilizadora

8.2.6.1 Funciones

Primarias

1. Alimentar sistema de arranque
2. Alimentar sistema de iluminación
3. Alimentar sistema de control (tablero)

Secundarias

1. Proveer energía a los sistemas de confort para el usuario
2. Transmitir información de control de los sistemas
3. Accionar sistemas de ingreso y egreso al vehículo

8.2.7 Dirección

Es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el automóvil tome la trayectoria deseada por el conductor.[28]

Este sistema está compuesto principalmente por:

- Barra transversal
- Bomba hidráulica
- Brazo pigman
- Cacho dirección
- Caja dirección
- Cardan dirección
- Columna
- Cubo
- Cubo eje delantero
- Escualizable
- Llantas
- Mangueras de presión
- Splinder
- Timón

8.2.7.1 Funciones

Primaria

1. Direccionar el movimiento del vehículo conforme a las indicaciones del conductor.

Secundarias

1. Girar el vehículo con suavidad
2. Permitir la evasión de posibles condicionantes de accidentes.

[28] DIEGO ALEJANDRO QUINTERO JIMENEZ. Los principales sistemas del automóvil. [en línea] http://www.sociedadytecnologia.org/blog/view/26378/los-7-principales-sistemas-del-automovil [11/08/2008]

8.2.8 Neumático

Este sistema es el encargado de la distribución del aire a los subsistemas de frenos, suspensión y motor.

Este sistema está compuesto principalmente por:

- Base secadora
- Compresor
- Líneas de alimentación
- Tanque almacenamiento

8.2.8.1 Funciones

Primarias

1. Almacenar aire
2. Distribuir aire

9 Análisis de mantenimiento de la flota

Gracias a la información entregada por la empresa ESTE ES MI BUS SAS., se tiene una base de datos dónde se encuentran registradas todas las actividades, novedades y detalles de ingreso proporcionados desde mantenimiento correspondientes a una flota de 10 vehículos durante 3 años de operación.

9.1 Información mantenimiento de la flota.

9.1.1 Tiempo operación programado total (TTP)

La jornada en la que debe estar disponible un bus empieza con la primera tabla a las 3 am y finaliza con la última tabla a las 11 pm. Con base en lo anterior se determina que la jornada laboral de un vehículo son 20 horas diarias, con este dato se logra determinar la cantidad de horas laborales de un vehículo durante 3 años de operación con una disponibilidad del 100%.

$$\mathrm{TTP}_1 = 20\ \frac{\mathrm{hrs}}{\mathrm{día}} * 365\ \frac{\mathrm{días}}{\mathrm{año}} * 3\ \mathrm{años}\ = 21900\ [\mathrm{h}]$$

Una vez obtenido el TTP_1 para un vehiculo se procede a calcular el tiempo de operación programado total (TTP_T) para la flota, la cual como se menciona previamente cuenta con 10 vehículos.

$$\mathrm{TTP}_\mathrm{T} = 21900 \ \frac{\text{hrs}}{\text{vehículo}} \ * \ 10 \ \text{vehículos} \ = 219000 \ [\text{h}]$$

Con el TTP_{10} que brinda un marco de referencia ideal de trabajo de la flota y basados en el tempario del área de mantenimiento, donde se indican los tiempos teóricos de reparación para cada actividad bajo el programa actual de mantenimiento en ESTE ES MI BUS SAS, se obtiene la comparación de los tiempos de mantenimiento que se muestra a continuación en la tabla 9-1.

Vehículo	Horas jornada laboral en mantenimiento	Tiempo teórico de reparación [h]
7016	13593.38	1535.34
7017	15006.16	1633.8
7018	15319.2	1838.8
7019	12564.03	1553.14
7020	11763.25	1583.74
7021	16127.54	1716.02
7022	13957.87	1654.84
7023	10806.97	1817.8
7024	15823.42	1797.14
7025	12137.04	1719.48

Tabla 9-1: Horas en reparación VS. Tiempo teórico reparación
Fuente: Autores

9.1.2 Disponibilidad y confiabilidad de la flota

Una vez definidas las horas de trabajo se procede tomar la información suministrada por la empresa para definir indicadores de mantenimiento de la flota. Tomando como base las horas que pasó cada vehículo en mantenimiento, y la frecuencia con la que se presentan los fallos en cada vehículo y las horas de trabajo de mantenimiento óptimos para el estudio de la flota

vehículo	TTP	TTR	TTO	#	MTBF	MTTR	D	λ	C
7016	21900	13593,38	8306,62	437	19,01	31,11	0,38	0,05	0,95
7017	21900	15006,16	6893,84	481	14,33	31,20	0,31	0,07	0,93
7018	21900	15319,20	6580,80	516	12,75	29,69	0,30	0,08	0,92
7019	21900	12564,03	9335,97	479	19,49	26,23	0,43	0,05	0,95
7020	21900	11763,25	10136,75	467	21,71	25,19	0,46	0,05	0,95
7021	21900	16127,54	5772,46	523	11,04	30,84	0,26	0,09	0,91
7022	21900	13957,87	7942,13	516	15,39	27,05	0,36	0,06	0,94
7023	21900	10806,97	11093,03	534	20,77	20,24	0,51	0,05	0,95
7024	21900	15823,42	6076,58	507	11,99	31,21	0,28	0,08	0,92
7025	21900	12137,04	9762,96	517	18,88	23,48	0,45	0,05	0,95
Flota	219000	137098,86	81901,14	4977	16,46	27,55	0,37	0,06	0,94

Tabla 9-2: indicadores de mantenimiento
Fuente: Autores

Donde:

- Tiempo total en reparación “TTR”:

Obtenido de los registros entregados por la empresa. $[\mathrm{h}]$

- Tiempo total operación “TTO”:

$$\mathrm{TTO} = \mathrm{TTP_n} - \mathrm{TTR} \quad [\mathrm{h}]$$

- Cantidad de fallos “#” (frecuencia):

Obtenida de los registros entregados por la empresa.

- Tiempo medio entre fallos “MTBF”:

$$\mathrm{MTBF} = \frac{\mathrm{TTP_n} - \mathrm{TTR}}{\#} = \frac{\mathrm{TTO}}{\#} \qquad [\mathrm{h/fallo}]$$

- Tiempo medio de reparación “MTTR”:

$$\mathrm{MTTR} = \frac{\mathrm{TTR}}{\#} \qquad [\mathrm{h/fallo}]$$

- Disponibilidad “D”:

$$\mathrm{D} = \frac{\mathrm{MTBF}}{\mathrm{MTBF} + \mathrm{MTTR}}$$

- Taza confiabilidad “λ”

$$\lambda(\mathrm{t}) = \frac{1}{\mathrm{MTBF}}$$

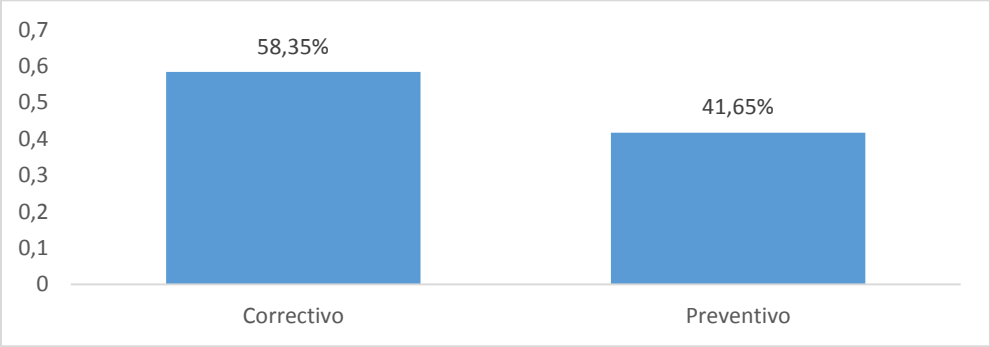
- Confiabilidad “C”

$$C = e^{-\lambda(t)}$$

De los indicadores de mantenimiento arrojados por la tabla 9-2, se observa que los vehículos pueden durar en taller hasta 1 año, perjudicando el margen de cumplimiento de las tablas, afectando económicamente a la empresa por la disponibilidad de vehículos generando multas por incumplimiento.

9.2 Mantenimiento general de flota

El análisis del sistema de mantenimiento empieza con la visualización global de los trabajos realizados al interior del área (gráfica 9-1) posteriormente se realiza tomando las categorías presentes en los registros entregados por este es mi bus s.a.s. Las cuales se dividen como se muestra en la tabla 9-3.



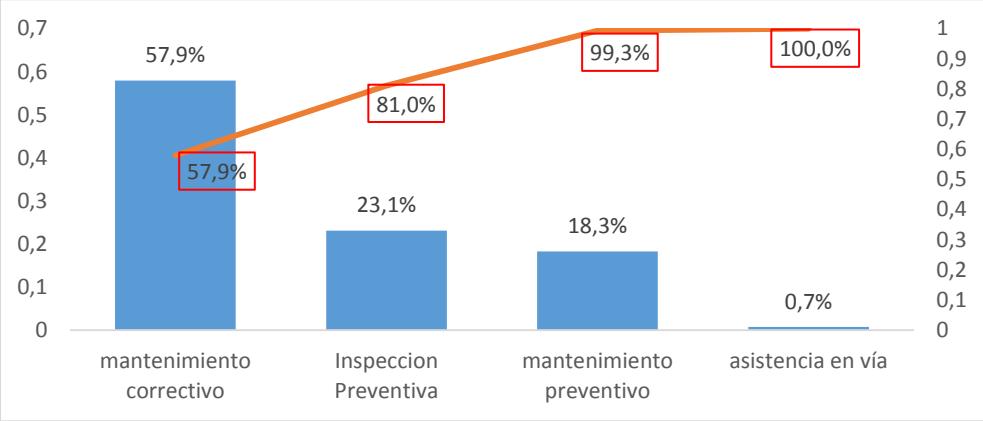
Gráfica 9-1: Comportamiento general sistema de mantenimiento
Fuente: Autores

	Categoría	frecuencia
Preventivo	Mantenimiento preventivo	1326
	Inspección preventiva	1679
Correctivo	Mantenimiento correctivo	4209
	Asistencia en vía	51

Tabla 9-3: Resumen actividades por categoría
Fuente: Autores

Gracias a los datos suministrados por la tabla 9-3 y la gráfica 9-1 se observa que el estudio consta de una base de 7265 registros generados a lo largo de los años 2014, 2015 y 2016, donde el 58.35% de éstos se debe a acciones correctivas, dato con el cual se confirma la necesidad de estructurar un plan de mantenimiento, que invierta la proporción actual entre las acciones de mantenimiento correctivo y las de preventivo.

Por medio de un diagrama de Pareto se obtiene una ayuda grafica que permite la visualización general del comportamiento del sistema de mantenimiento al interior de la empresa, como se muestra a continuación.



Gráfica 9-2: Comportamiento Mantenimiento por categoría
Fuente: Autores

La claridad con que la gráfica 9-1 evidencia el alto componente de acciones correctivas que se realizan sobre la flota, invita a profundizar en cada categoría y en los sub-sistemas de forma que se puedan establecer medidas que permitan cambiar el esquema de funcionamiento actual de mantenimiento al interior de la empresa.

9.2.1 Inspección Preventiva

Esta categoría comprende revisiones diarias al vehículo al llegar a patio y antes de salir de patio a cumplir con su jornada, está a cargo de los recepcionistas de flota y los conductores respectivamente.

La forma en que se realiza la inspección sigue la siguiente estructura:

1. Recepción del vehículo

2. Verificación sistema eléctrico de:
    a. Luces externas:

- Luces frontales (altas y bajas)
- Delimitadoras
- Luces parqueo
- Direccionales
- Reversa
- Stop
- Tablero informativo

b. Luces internas:
   - Pasillo
   - Cortesía
   - Rutero
   - Señal plataforma
   - Lunas de sensibilización

c. Sensores y testigos:
   - Tablero

3. Revisión sistema neumático y frenos

4. Verificación fugas de aire

5. Carrocería

6. Inspección visual exterior

7. Inspección visual interior

8. Verificación de ajuste de:
   - Sillas
   - Pasamanos
   - Pie amigo
   - Ventanearía
   - Puertas
   - Bomper
   - Tapa porta batería

9. Generación de reporte:

   a. Sin novedad: el vehículo está disponible para su uso
   b. Hallazgo: tiempo de corrección entre 3 y 8 días; dependiendo criticidad del hallazgo el vehículo puede o no estar disponible.
   c. Novedad: Identificación de algún inconveniente que se carga al sistema para posterior reparación, de preferencia para adicionar a plan de mantenimiento preventivo, vehículo disponible para uso
   d. Inmovilización: detención de vehículo en patio hasta que se confirme reparación

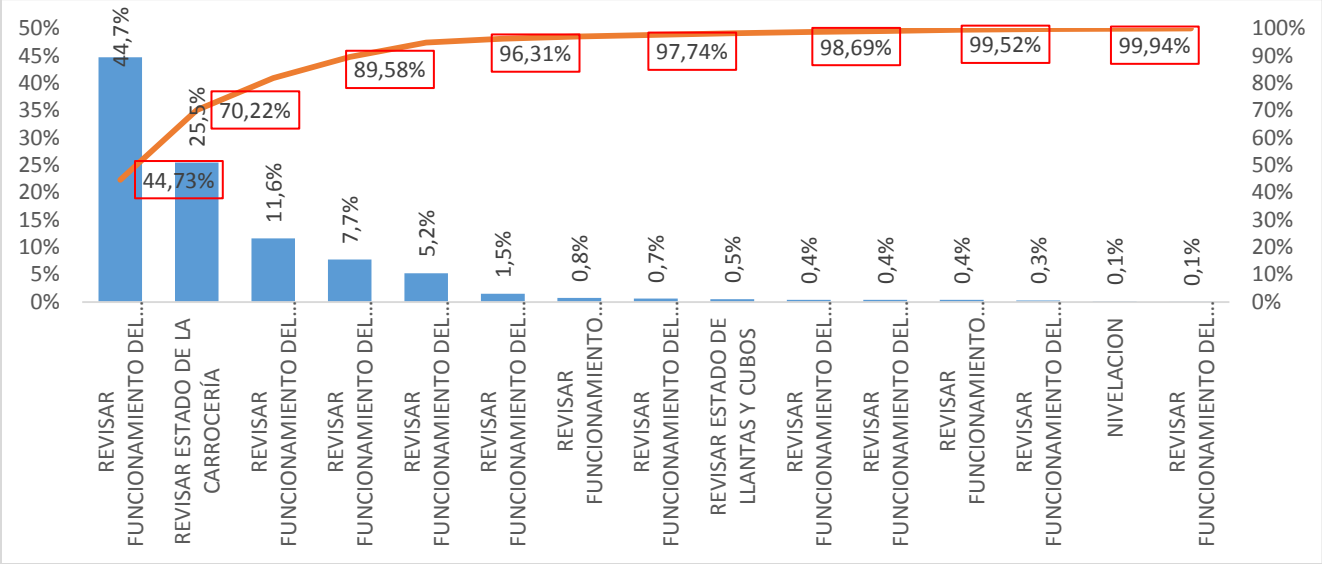
En caso de reportarse alguna novedad o inmovilización se genera una orden de trabajo “OT” (registros), en esta categoría de mantenimiento a lo largo de los 3 años del estudio, se tiene

un reporte de 1298 registros los cuales se distribuyen en 15 actividades como se muestra en la tabla 9-4.

	Actividad	Frecuencia
1	Revisar funcionamiento del sistema eléctrico	751
2	Revisar estado de la carrocería	428
3	Revisar funcionamiento del sistema de frenos	195
4	Revisar funcionamiento del motor	130
5	Revisar funcionamiento del sistema de puertas	88
6	Revisar funcionamiento de la transmisión	25
7	Revisar funcionamiento caja de velocidades	13
8	Revisar funcionamiento del sistema de refrigeración	11
9	Revisar estado de llantas y cubos	9
10	Revisar funcionamiento del sistema de dirección	7
11	Revisar funcionamiento del sistema de suspensión	7
12	Revisar funcionamiento sistema de admisión y escape	7
13	Revisar funcionamiento del sistema de combustible	5
14	Nivelación	2
15	Revisar funcionamiento del sistema neumático	1

Tabla 9-4: Resumen actividades categoría Inspección preventiva
Fuente: Autores

De acuerdo a la información presentada frente a la categoría de inspección preventiva, la gráfica 9-3 brinda una visualización de como aproximadamente el 80% de los registros (1374 registros) se distribuyen en el 20% de las actividades, se observa también que “revisar funcionamiento del sistema eléctrico” (44.7%), “revisar estado de la carrocería” (25.5%), “revisar funcionamiento del sistema de frenos” (11.6%) representan datos lógicos, puesto que son esas 3 actividades las que más atención tienen por parte del operador a la hora de la inspección, de ahí también se observa que un 40% de las actividades de inspección apenas suma 5% de los registros presentados puesto que son sistemas en los cuales es más difícil llegar a establecer un diagnóstico correcto sin la capacitación y experiencia suficiente.



Gráfica 9-3: Pareto actividades Inspección preventiva
Fuente: Autores

9.2.2 Mantenimiento Correctivo

Esta categoría comprende el conjunto de tareas que tienen como fin corregir los fallos que presentan los subsistemas, los cuales son reportados por centro de control, interventoría, alistamiento, receptor de flora o el operador.

Dentro de esta categoría se incluyen arreglos paliativos hechos por el área de mantenimiento con fin de asegurar la disponibilidad del vehículo para la prestación de su servicio (se deja observación de reparación del vehículo, para tratar en patio al fin de la jornada), en esta categoría de mantenimiento en los 3 años del presente diagnostico se reportaron 3336 registros (OT`s) los cuales se distribuyen en 256 actividades como se muestra en la tabla 9-5.

	Actividad	Frecuencia
1	Servicio general eléctrico	425
2	Graduar frenos general	270
3	Revisar luces general	235
4	Revisión mecánica	232
5	Revisión general de puertas de servicio	205
6	Reparar despinchar llanta	178
7	Ajustar millaré	161
8	Servicio de mecánica	113
9	Revisar eje caña de dirección	107
10	Desmontar accesorios general	99

11	Cambiar flasher	93
12	Revisión eléctrica	93
13	Cambiar espejo retrovisor lateral	83
14	Revisar instalación general de luces	72
15	Arreglar, ajustar y pintar bomper delantero	68
16	Revisar funcionamiento eléctrico	66
17	Revisar estado de la carrocería	57
18	Señalética general	54
19	Revisar instalación eléctrica general	53
20	Cambiar barra transversal de dirección agrale	52
21	Cambiar vidrio panorámico	51
22	Revisar funcionamiento de frenos	50
23	Cambiar manguera retorno compresor	45
24	Latonear faldón	42
25	Arreglar sistema herraje silla operador reclinación	41
26	Revisar líneas neumáticas blue Bird	39
27	Revisar sistema limpia brisas	39
28	Ajustar pasamanos general	34
29	Alistamiento general	34
30	Revisar baterías	28
31	Revisar bombonas	28
32	Revisar control de cambios	27
33	Arreglar cuna retenedor cubo	25
34	Corregir fuga de aceite motor	23
35	Cambiar bombillería	21
36	Reparar tablero instrumentación	21
37	Arreglar y pintar base silla servicio doble	20
38	Calibrar bomba de inyección	20
39	Cambiar abrazadera centrado hojas ballesta delantera agrale	20
40	Engrase general vehículo	20
41	Pintar brazo y espejo retrovisor	20
42	Reparar control pito	20
43	Servicio mecánica	20
44	Revisar sistema de dirección	19
45	Pintar brazo limpia brisas	18
46	Revisar señalética	17
47	Cambiar booster eléctrico de puerta	16
48	Cambiar cinturón de seguridad retráctil completo	15
49	Calibrar llantas	13
50	Pintar persiana	13
51	Revisar sistema refrigeración	13
52	Revisar motor de arranque	12
53	Revisar tablero mandos eléctricos	12
54	Alineación	11
55	Pintar bomper delantero/trasero	11

56	Revisar bloque suplemento de ballesta	11
57	Rotación de llantas	11
58	Cambiar base silla servicio doble	10
59	Cambiar espejo de cabina	10
60	Cambiar extintor 10lb	10
61	Cambiar pito	10
62	Cambiar sensor de temperatura motor Volkswagen mwm	10
63	Tapizar silla operador	10
64	Arreglar, ajustar y pintar bomper trasero	9
65	Cambiar tornillo amortiguador	9
66	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	9
67	Reparar compresor	9
68	Reparar en fibra bomper y soportes delantero/trasero	9
69	Cambiar booster neumático de puerta	8
70	Revisar ángel guardián	8
71	Revisar estado de llantas y cubos	8
72	Revisar funcionamiento neumático	8
73	Cambiar brazo limpia brizas	7
74	Cambiar empaque tapa motor	7
75	Cambiar empaque ventana panorámico/lateral	7
76	Cambiar líquido refrigerante mercedes l.o	7
77	Cambiar llanta doble servicio	7
78	Cambiar llanta tracción	7
79	Cambiar plumillas	7
80	Pintar faldón central completo costado der/izq.	7
81	Revisar instalación eléctrica motor	7
82	Ajustar y pintar tapa motor	6
83	Arreglar y pintar general frente vehículo	6
84	Asistir móvil en grúa	6
85	Cambiar bisagra puerta operador	6
86	Cambiar bomba hidráulica mercedes l.o	6
87	Cambiar empaquetadura caja de dirección	6
88	Cambiar manguera de cámara de frenos	6
89	Cambiar pisa vidrio	6
90	Reparar sistema herraje silla operador corredera	6
91	Revisar correas	6
92	Revisar ventanas de emergencia y claraboyas	6
93	Cambiar aspa ventilador agrale mwm	5
94	Cambiar bocel estribo	5
95	Cambiar correderas silla operador	5
96	Cambiar empaque claraboya	5
97	Cambiar sensor de revoluciones motor Volkswagen mwm	5
98	Cambiar tapa acceso tanque	5
99	Cambiar vidrio puerta	5
100	Cambio cinturón de seguridad pélvico completo	5

101	Desmontar y montar cardan	5
102	Pintura general externa	5
103	Pulir vidrio panorámico	5
104	Reparar vidrio panorámico	5
105	Reubicar extintor	5
106	Revisar embrague	5
107	Revisar líneas neumáticas volvo	5
108	Revisar sistema refrigeración motor	5
109	Cambiar amortiguador persiana/tapa bodega	4
110	Cambiar buje enterizo hoja principal delantera Volkswagen mwm	4
111	Cambiar empaque puerta de servicio	4
112	Cambiar retenedor de diferencial agrale	4
113	Cambiar soporte inferior amortiguador trasero Volkswagen mwm	4
114	Cambiar soportes de motor delanteros	4
115	Cambiar tubo pasamanos	4
116	Desvarar vehículo en vía	4
117	Extraer espárragos c/u	4
118	Instalar base filtro secador agrale mwm	4
119	Instalar rutero electrónico	4
120	Lavada general externa	4
121	Montar llanta	4
122	Reparar mecanismo cinturón seguridad	4
123	Revisar ejes	4
124	Revisar funcionamiento de suspensión	4
125	Revisar señalética blue Bird	4
126	Revisar sistema desempañador	4
127	Arreglar timón	3
128	Cambiar bandas delanteras Volkswagen mwm	3
129	Cambiar baterías agrale	3
130	Cambiar bomba hidráulica agrale	3
131	Cambiar chapa trinco persiana/puerta bodega	3
132	Cambiar cocuyo lateral	3
133	Cambiar empaque matafilo entrada cabina	3
134	Cambiar filtro secador Chevrolet npr	3
135	Cambiar indicador de temperatura motor Volkswagen mwm	3
136	Cambiar líquido refrigerante agrale mwm	3
137	Cambiar puerta de servicio	3
138	Cambiar tope de ballesta	3
139	Cambiar válvula freno de parqueo	3
140	Realizar asistencia en grúa vehículo varado agrale	3
141	Reparar en fibra persiana y soportes	3
142	Reparar estructura puerta de servicio	3
143	Reparar soporte de ballesta	3
144	Reparar soportes/bisagras puerta de servicio	3

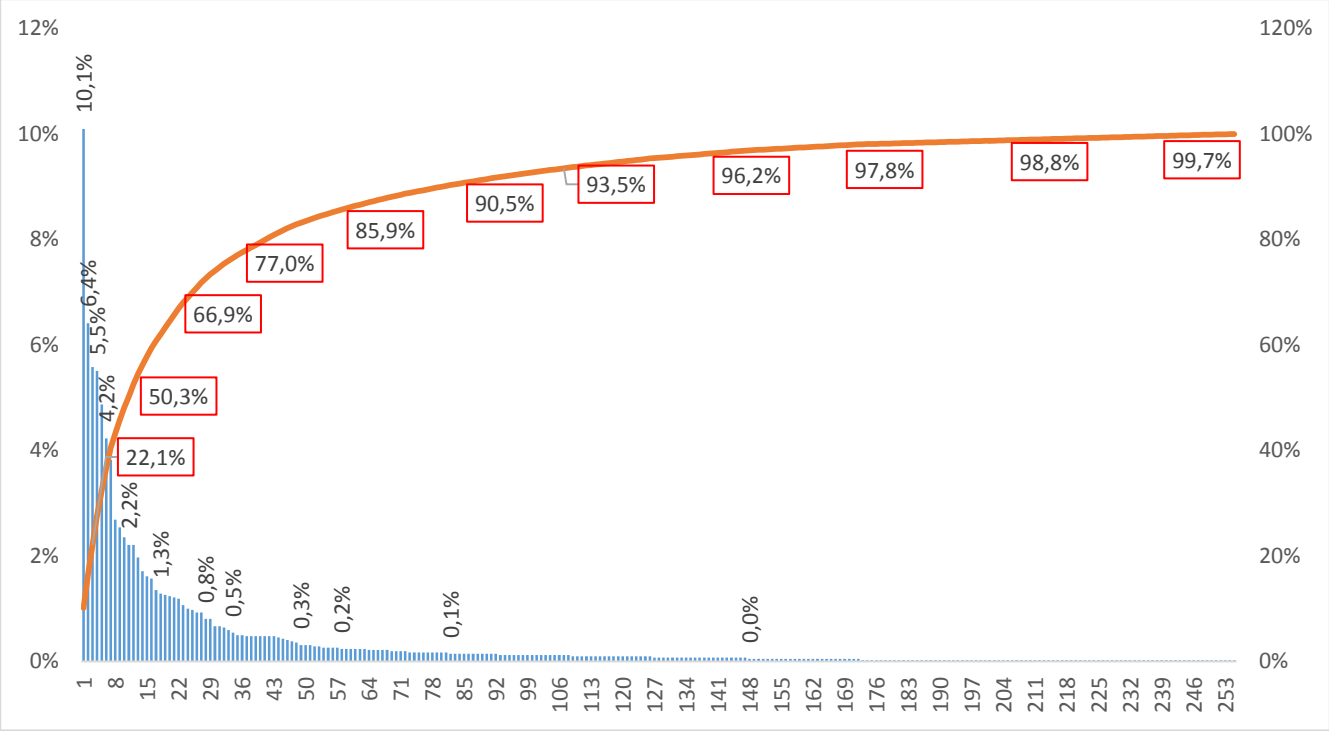
145	Reparar total juego inyectores	3
146	Revisar apertura ventanería	3
147	Revisar motor	3
148	Brillada general	2
149	Cambiar acrílico de claraboya	2
150	Cambiar amortiguadores delanteros Chevrolet npr	2
151	Cambiar bandas freno de mano	2
152	Cambiar bomba hidráulica hino	2
153	Cambiar chapeta ventana	2
154	Cambiar cocuyo capota	2
155	Cambiar conector unidad delantera	2
156	Cambiar espuma asiento silla operador	2
157	Cambiar flexible de exosto	2
158	Cambiar lámina completa piso costado der/izq.	2
159	Cambiar manómetro presión de aire	2
160	Cambiar sensor luz de freno	2
161	Cambiar sensor presión aceite motor agrale	2
162	Cambiar tacómetro mercedes l.o	2
163	Cambiar tapa booster	2
164	Cambiar tapa depósito hidráulico Volkswagen mwm	2
165	Cambiar transmisión	2
166	Corregir fuga de combustible	2
167	Desmontar y montar intercooler	2
168	Diagnostico motor parcial vehículo	2
169	Reparar en fibra casco delantero	2
170	Reparar flotador tanque de combustible	2
171	Reubicar exosto	2
172	Sincronizar motor	2
173	Arreglar cuna rodamiento cubo	1
174	Arreglar y pintar estribo (soportería)	1
175	Arreglar y pintar parcial casco trasero	1
176	Asistir móvil en grúa	1
177	Calibrar de válvulas motor	1
178	Cambiar amortiguadores traseros Volkswagen mwm	1
179	Cambiar balancín de ballesta	1
180	Cambiar barra transversal de dirección Volkswagen mwm	1
181	Cambiar baterías Volkswagen mwm	1
182	Cambiar biela caja de dirección agrale	1
183	Cambiar biela caja de dirección hino	1
184	Cambiar biela caja de dirección Volkswagen mwm	1
185	Cambiar bomba (cilindro) auxiliar embrague agrale	1
186	Cambiar bomba hidráulica Chevrolet npr	1
187	Cambiar bomba principal de freno aire agrale	1
188	Cambiar buje enterizo hoja principal trasera Volkswagen mwm	1
189	Cambiar diferencial	1

190	Cambiar electroválvula freno ahogo	1
191	Cambiar empaquetadura booster de puerta	1
192	Cambiar espuma asiento silla servicio	1
193	Cambiar espuma espaldar silla operador	1
194	Cambiar espuma espaldar silla servicio	1
195	Cambiar filtro secador Volkswagen mwm	1
196	Cambiar freno de mano completo	1
197	Cambiar funda de medidor aceite motor	1
198	Cambiar intercooler Volkswagen mwm	1
199	Cambiar kit buje eje leva s de freno	1
200	Cambiar kit de splinder mercedes l.o	1
201	Cambiar kit filtros agrale mwm	1
202	Cambiar lámina completa piso pasillo central	1
203	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica hino	1
204	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica Hyundai hd65	1
205	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica Volkswagen mwm	1
206	Cambiar manguera alta presión hidráulico Hyundai hd65	1
207	Cambiar mangueras intercooler	1
208	Cambiar motor de arranque mercedes l.o	1
209	Cambiar motor limpia brisas Chevrolet nkr	1
210	Cambiar motor limpia brisas hino	1
211	Cambiar motor limpia brisas mercedes l.o	1
212	Cambiar motor limpia brisas Volkswagen mwm	1
213	Cambiar pedal de freno agrale	1
214	Cambiar retenedor interno rueda trasera Volkswagen mwm	1
215	Cambiar retenedor trasero de transmisión	1
216	Cambiar sensor de revoluciones motor mercedes l.o	1
217	Cambiar sensor de temperatura motor Hyundai hd65	1
218	Cambiar silla completa operador	1
219	Cambiar soportes de motor traseros	1
220	Cambiar soportes de transmisión	1
221	Cambiar switch de encendido	1
222	Cambiar tacómetro Volkswagen mwm	1
223	Cambiar tapa depósito hidráulico Chevrolet npr	1
224	Cambiar tapizado lateral carrocería interna	1
225	Cambio de espejo g	1
226	Cambio retenedor externo rueda trasera agrale	1
227	Desmanche general interno	1
228	Desmontar y montar radiador	1
229	Desmontar y montar rueda con campana y bocín	1
230	Diagnóstico de inyectores total vehículo	1
231	Graduación embrague	1
232	Graduar frenos nqr	1

233	Lavar y filtrar tanque de combustible	1
234	Lavar y sondear radiador	1
235	Pintar faldón inferior completo costado der/izq.	1
236	Pintar marcos internos puertas de servicio	1
237	Pintar puertas deservicio exterior	1
238	Pintar rin	1
239	Polichado carrocería cada 140 días	1
240	Realizar asistencia de carro taller a vehículo agrale	1
241	Reparación por accidente	1
242	Reparar chapa puerta operador	1
243	Reparar con fibra y pintar persiana	1
244	Reparar con sikaflex caucho ventana/boca rueda	1
245	Reparar estructura faldón	1
246	Reparar tacómetro	1
247	Revisar alternador	1
248	Revisar cambiar deposito auxiliar refrigerante motor	1
249	Revisar elevador de silla de ruedas (plataforma)	1
250	Revisar funcionamiento del sistema de frenos	1
251	Revisar líneas neumáticas mercedes l.o	1
252	Revisar líneas neumáticas nqr	1
253	Revisar tablero instrumentación agrale	1
254	Tapizar cabina general	1
255	Torquear pernos de llantas	1

Tabla 9-5: Resumen actividades categoría Mantenimiento Correctivo
Fuente: Autores

El diagrama de Pareto que se muestra en la gráfica 9-4, permite observar de manera sencilla los datos que se encuentran en la tabla 9-5, facilitando así el respectivo análisis de estos datos.

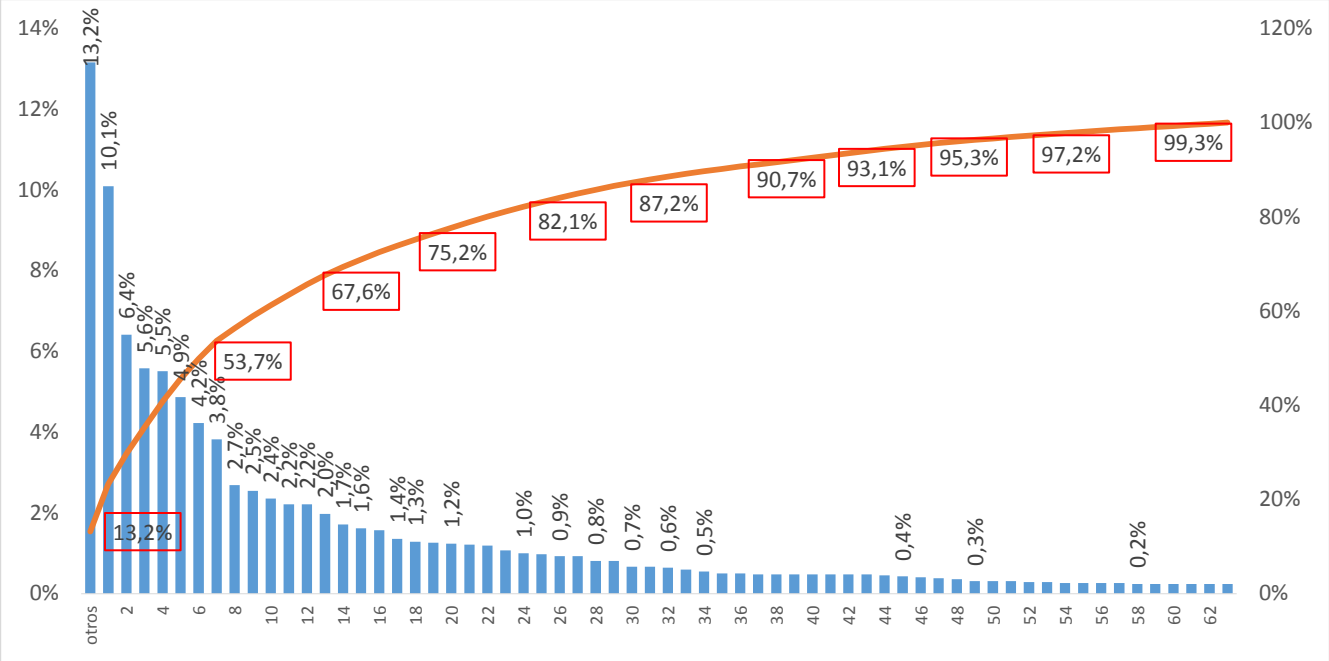


Gráfica 9-4: Pareto actividades Mantenimiento Correctivo
Fuente: Autores

De la gráfica 9-4 se evidencia que más de la mitad de las actividades reportadas (75.1%) tienen una frecuencia de aparición mínima correspondiente a un 13.2% de los registros de ingreso a mantenimiento correctivo, dado que “servicio general eléctrico” y “graduar frenos general” suman un 16% de los registros siendo tan sólo el 0.01% de las actividades, se crea una categoría llamada “otros” la cual recoge las con las cuales se obtiene un promedio de registros del 0.1% de frecuencia actividades (resaltadas con color gris en la tabla 9-5) en como se muestra en la gráfica 9-4.

Gracias a la gráfica 9-5 se observa que el área de mantenimiento invierte mayor cantidad de tiempo en actividades ocasionales (fallas con frecuencia inferior a 10 registros), sin embargo fuera de las fallas ocasionales, para el caso de mantenimiento correctivo se evidencia cómo los componentes del sistema que tienen una mayor variación de uso o interacción con el ambiente externo, son los que están sometidos a mayor cantidad de acciones de reparación fuera del plan de mantenimiento cómo se muestra en la gráfica9-3.

Por otro lado, se nota al igual que en inspección general, que las actividades con mayor registro de fallas pertenecen a los sub-sistemas eléctrico y frenos, sub-sistemas con alto grado de uso durante la operación y con mayor facilidad de detección de fallo sobre los otros sub-sistemas.



Gráfica 9-5: Pareto Mantenimiento Correctivo (actividades con frecuencia más representativa)
Fuente: Autores

Nota: la numeración indicada en el eje ordenado de las gráficas 9-4 y 9-5 corresponde a cada una de las actividades indicadas en la tabla 9-5 respectivamente.

9.2.3 Mantenimiento preventivo

Esta categoría tiene por misión mantener el nivel de operación de los vehículos según los términos establecidos en la concesión (disponibilidad suficiente para cumplir 93% de las tablas), programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Las intervenciones realizadas por el equipo de técnicos son coordinadas por el equipo de centro de control de mantenimiento donde se encuentran programadores control de mantenimiento (PCM), analistas PCM.

Las actividades que se realizan bajo esta categoría, se basan en intervenciones sistemáticas a los vehículos siguiendo parámetros sugeridos por fabricante en sus manuales, intervenciones que para este caso son la radiografía del plan de mantenimiento actual en la empresa. Durante el periodo de tiempo comprendido entre enero de 2014 y diciembre 2016 en esta categoría se reportaron 1326 ingresos distribuidos en 58 actividades de la siguiente forma:

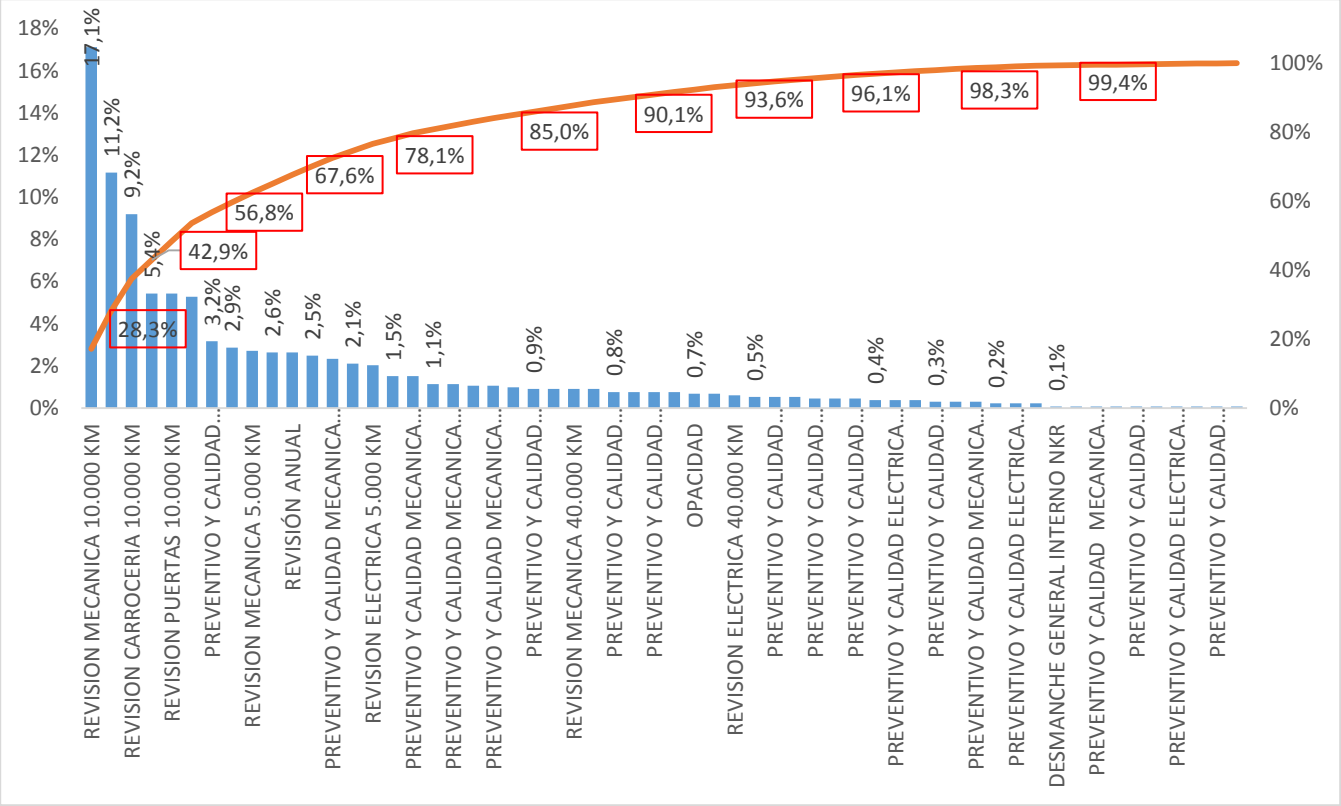
	Actividad	Frecuencia
1	Revisión mecánica 10.000 km	227
2	Revisión eléctrica 10.000 km	148
3	Revisión carrocería 10.000 km	122

4	Preventivo y calidad mecánica 12000 km	72
5	Revisión puertas 10.000 km	72
6	Desmanche general interno blue bird	70
7	Preventivo y calidad carrocería 12000 km	42
8	Revisión mecánica 20.000 km	38
9	Revisión mecánica 5.000 km	36
10	Preventivo y calidad mecánica 96000 km	35
11	Revisión anual	35
12	Preventivo y calidad mecánica 108000 km	33
13	Preventivo y calidad mecánica 84000 km	31
14	Revisión carrocería 5.000 km	28
15	Revisión eléctrica 5.000 km	27
16	Preventivo y calidad electricidad 12000 km	20
17	Preventivo y calidad mecánica 120000 km	20
18	Preventivo y calidad mecánica 30.000 km	15
19	Preventivo y calidad mecánica 72000 km	15
20	Preventivo y calidad carrocería 108000 km	14
21	Preventivo y calidad mecánica 15.000 km	14
22	Preventivo y calidad carrocería 84000 km	13
23	Preventivo y calidad carrocería 96000 km	12
24	Revisión eléctrica 100.000 km	12
25	Revisión mecánica 40.000 km	12
26	Revisión técnico mecánica	12
27	Preventivo y calidad carrocería 72000 km	10
28	Preventivo y calidad electricidad 84000 km	10
29	Preventivo y calidad electricidad 96000 km	10
30	Revisión mecánica 50.000 km	10
31	Opacidad	9
32	Revisión carrocería 40.000 km	9
33	Revisión eléctrica 40.000 km	8
34	Preventivo y calidad electricidad 108000 km	7
35	Preventivo y calidad electricidad 120000 km	7
36	Revisión mecánica 60.000 km	7
37	Preventivo y calidad carrocería 120000 km	6
38	Preventivo y calidad carrocería 15.000 km	6
39	Preventivo y calidad electricidad 72000 km	6
40	Preventivo y calidad carrocería 60000 km	5
41	Preventivo y calidad eléctrica 15.000 km	5
42	Preventivo y calidad mecánica 36000 km	5
43	Preventivo y calidad electricidad 60000 km	4
44	Preventivo y calidad mecánica 144000 km	4
45	Preventivo y calidad mecánica 60000 km	4
46	Preventivo y calidad carrocería 30.000 km	3
47	Preventivo y calidad eléctrica 30.000 km	3
48	Rotación	3

49	Desmanche general interno nkr	1
50	Desmanche general interno npr	1
51	Preventivo y calidad mecánica 60.000 km	1
52	Preventivo y calidad carrocería 144000 km	1
53	Preventivo y calidad carrocería 36000 km	1
54	Preventivo y calidad carrocería 60.000 km	1
55	Preventivo y calidad eléctrica 60.000 km	1
56	Preventivo y calidad electricidad 144000 km	1
57	Preventivo y calidad electricidad 36000 km	1
58	Prueba de opacidad parcial vehículo	1

Tabla 9-6: Resumen actividades Mantenimiento Preventivo
Fuente: Autores

Los datos anteriormente presentados se relacionan en el análisis de Pareto que se presenta a continuación.



Gráfica 9-6: Pareto actividades Mantenimiento Preventivo
Fuente: Autores

Del Pareto obtenido (gráfica 9-6) se observa la baja intervención que recibe el sistema eléctrico en comparación con los otros sistemas (actividades de intervención inferior al 5%),

esto puede ser una de las causas por las cuales este sistema es el que presenta mayor cantidad de reparaciones en mantenimiento correctivo como se muestra en las gráficas 9-5 y 9-4.

9.2.4 Asistencia en vía

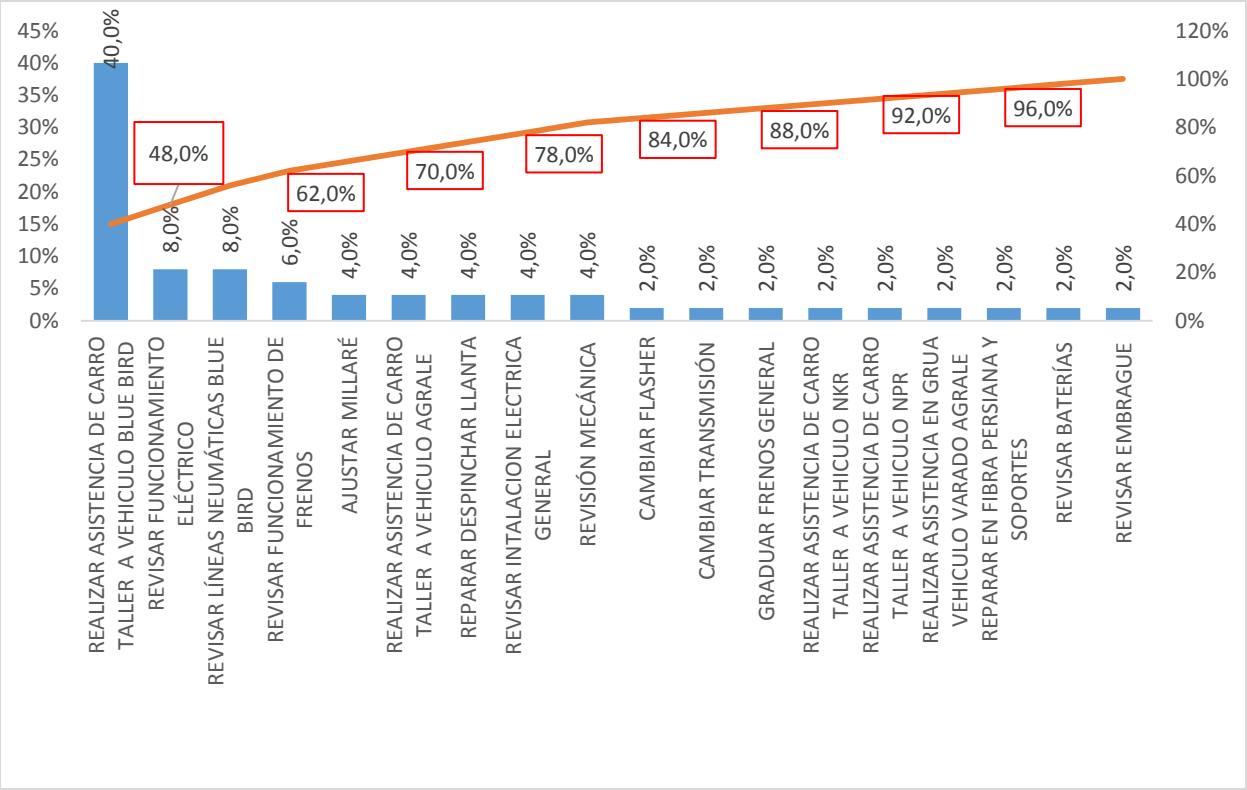
Esta categoría comprende todas las actividades correspondientes a las fallas del vehículo cuando está fuera de los patios, sus funciones se centran en ir hasta la ubicación del vehículo, revisar y corregir si es posible o pedir asistencia de grúa.

Para este componente de mantenimiento se reportaron 50 ingresos los cuales se distribuyen en 18 actividades a lo largo de los 3 años correspondientes al estudio de la flota como se muestra en la siguiente tabla:

	Actividad	Frecuencia
1	REALIZAR ASISTENCIA DE CARRO TALLER A VEHICULO BLUE BIRD	20
2	REVISAR FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO	4
3	REVISAR LÍNEAS NEUMÁTICAS BLUE BIRD	4
4	REVISAR FUNCIONAMIENTO DE FRENOS	3
5	AJUSTAR MILLARÉ	2
6	REALIZAR ASISTENCIA DE CARRO TALLER A VEHICULO AGRALE	2
7	REPARAR DESPINCHAR LLANTA	2
8	REVISAR INTALACION ELECTRICA GENERAL	2
9	REVISIÓN MECÁNICA	2
10	CAMBIAR FLASHER	1
11	CAMBIAR TRANSMISIÓN	1
12	GRADUAR FRENOS GENERAL	1
13	REALIZAR ASISTENCIA DE CARRO TALLER A VEHICULO NKR	1
14	REALIZAR ASISTENCIA DE CARRO TALLER A VEHICULO NPR	1
15	REALIZAR ASISTENCIA EN GRUA VEHICULO VARADO AGRALE	1
16	REPARAR EN FIBRA PERSIANA Y SOPORTES	1
17	REVISAR BATERÍAS	1
18	REVISAR EMBRAGUE	1

Tabla 9-7: Resumen actividades Asistencia en Vía
Fuente: Autores

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 9-7 y con la ayuda del diagrama de Pareto que se muestra en la gráfica 9-7, se evidencia la imposibilidad de brindar una solución paliativa que permitiera mantener el vehículo en circulación de manera regular hasta su regreso a patios en un 46% los fallos presentados.



Gráfica 9-7: Pareto Asistencia en Vía
Fuente: Autores

9.3 Mantenimiento por subsistemas

Una vez establecidos los parámetros generales de mantenimiento y con los subsistemas previamente definidos, se procede a estimar los fallos asociados a cada subsistema.

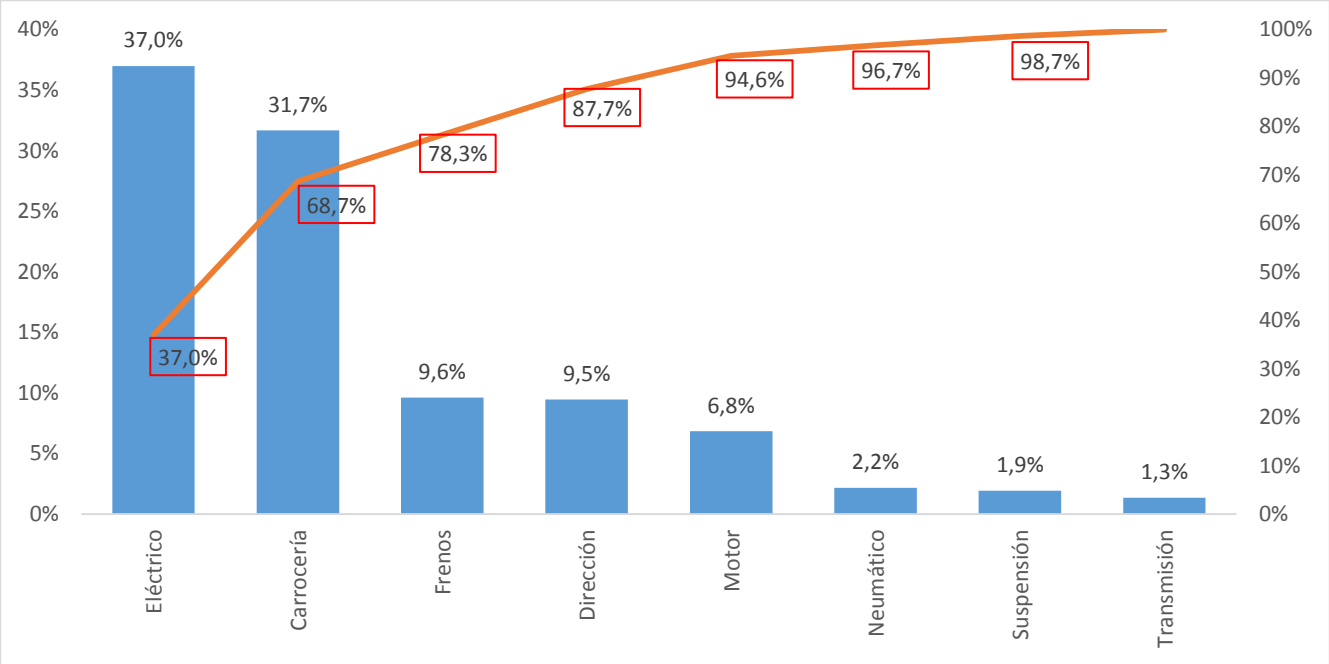
En la siguiente tabla se resume el comportamiento general de los fallos presentados en cada subsistema a lo largo de los 3 años de estudio.

SISTEMA	FRECUENCIA
Eléctrico	2241
Carrocería	1918
Frenos	582
Dirección	573

Motor	414
Neumático	131
Suspensión	117
Transmisión	81

Tabla 9-8: Resumen actividades por sistema
Fuente: Autores

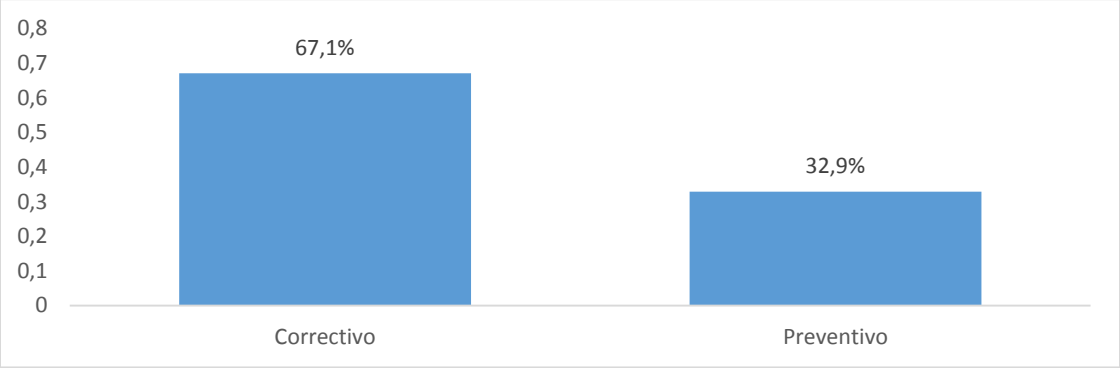
Gracias a los datos expuestos anteriormente se hace análisis de Pareto que permite observar de manera más cómoda el comportamiento de las fallas en el sistema.



Gráfica 9-8: Pareto actividades por sistema
Fuente: Autores

9.3.1 Carrocería

En la gráfica que se muestra a continuación se muestra de manera general cómo se comporta el esquema de mantenimiento para este sub-sistema. En ésta se hace evidente las falencias del plan de mantenimiento preventivo.



Gráfica 9-9: Carrocería (Correctivo VS. Preventivo)
Fuente: Autores

Durante los 3 años abarcados por este estudio, en este sub-sistema se reportaron 1710 ingresos los cuales se distribuyen en 109 actividades como se muestra en la siguiente tabla:

	Actividad	Frecuencia
1	Revisar estado de la carrocería	365
2	Revisión general de puertas de servicio	158
3	Ajustar millaré	142
4	Cambiar espejo retrovisor lateral	77
5	Revisar funcionamiento del sistema de puertas	76
6	Desmontar accesorios general	72
7	Desmanche general interno blue bird	66
8	Arreglar, ajustar y pintar bomper delantero	64
9	Revisión carrocería 10.000 km	58
10	Señalética general	51
11	Cambiar vidrio panorámico	45
12	Latonear faldón	38
13	Arreglar sistema herraje silla operador reclinación	35
14	Preventivo y calidad carrocería 12000 km	32
15	Revisión carrocería 5.000 km	22
16	Ajustar pasamanos general	17
17	Pintar brazo limpia brisas	16
18	Arreglar y pintar base silla servicio doble	15
19	Cambiar cinturón de seguridad retráctil completo	14
20	Pintar brazo y espejo retrovisor	13
21	Pintar persiana	13
22	Revisar señalética	11
23	Revisión anual	11
24	Cambiar extintor 10lb	10
25	Pintar bomper delantero/trasero	10
26	Tapizar silla operador	10

27	Alistamiento general	9
28	Cambiar espejo de cabina	9
29	Preventivo y calidad carrocería 84000 km	8
30	Reparar en fibra bomper y soportes delantero/trasero	8
31	Cambiar base silla servicio doble	7
32	Cambiar plumillas	7
33	Preventivo y calidad carrocería 108000 km	7
34	Preventivo y calidad carrocería 15.000 km	7
35	Preventivo y calidad carrocería 96000 km	7
36	Arreglar, ajustar y pintar bomper trasero	6
37	Cambiar bisagra puerta operador	6
38	Cambiar empaque ventana panorámico/lateral	6
39	Cambiar pisa vidrio	6
40	Ajustar y pintar tapa motor	5
41	Cambiar amortiguador persiana/tapa bodega	5
42	Cambiar bocel estribo	5
43	Cambiar brazo limpia brizas	5
44	Cambiar empaque tapa motor	5
45	Pintar faldón central completo costado der/izq.	5
46	Preventivo y calidad carrocería 120000 km	5
47	Preventivo y calidad carrocería 60000 km	5
48	Pulir vidrio panorámico	5
49	Reparar sistema herraje silla operador corredera	5
50	Reubicar extintor	5
51	Revisar funcionamiento neumático	5
52	Revisar ventanas de emergencia y claraboyas	5
53	Cambiar booster neumático de puerta	4
54	Cambiar empaque puerta de servicio	4
55	Cambiar vidrio puerta	4
56	Cambio cinturón de seguridad pélvico completo	4
57	Preventivo y calidad carrocería 72000 km	4
58	Reparar en fibra persiana y soportes	4
59	Reparar vidrio panorámico	4
60	Servicio de mecánica	4
61	Arreglar y pintar general frente vehículo	3
62	Cambiar correderas silla operador	3
63	Cambiar empaque claraboya	3
64	Cambiar puerta de servicio	3
65	Lavada general externa	3
66	Pintura general externa	3
67	Reparar estructura puerta de servicio	3
68	Revisar señalética blue Bird	3
69	Revisión mecánica	3
70	Servicio mecánica	3
71	Arreglar timón	2

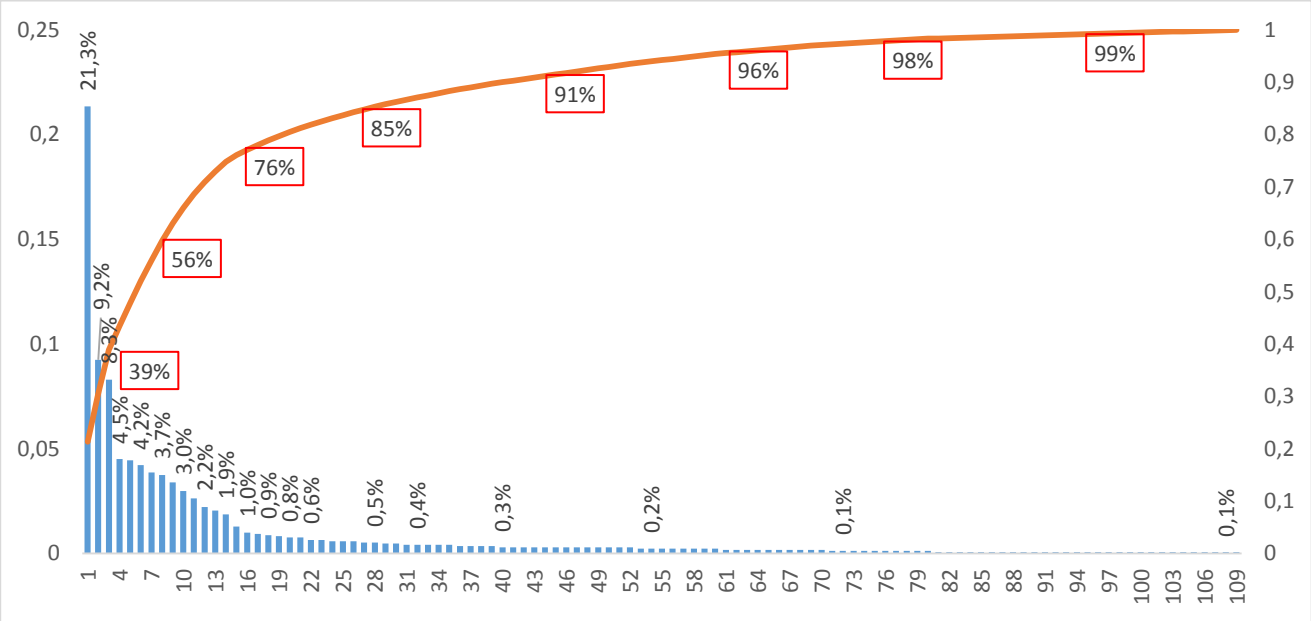
72	Brillada general	2
73	Cambiar acrílico de claraboya	2
74	Cambiar chapa trinco persiana/puerta bodega	2
75	Cambiar chapeta ventana	2
76	Cambiar espuma asiento silla operador	2
77	Reparar en fibra casco delantero	2
78	Reparar mecanismo cinturón seguridad	2
79	Reparar soportes/bisagras puerta de servicio	2
80	Revisar apertura ventanería	2
81	Arreglar y pintar estribo (soportería)	1
82	Arreglar y pintar parcial casco trasero	1
83	Asistir móvil en grúa	1
84	Cambiar empaque matafilo entrada cabina	1
85	Cambiar empaquetadura booster de puerta	1
86	Cambiar espuma asiento silla servicio	1
87	Cambiar espuma espaldar silla operador	1
88	Cambiar espuma espaldar silla servicio	1
89	Cambiar lámina completa piso costado der/izq.	1
90	Cambiar lámina completa piso pasillo central	1
91	Cambiar manguera retorno compresor	1
92	Cambio de espejo g	1
93	Cambio retenedor externo rueda trasera agrale	1
94	Desmanche general interno nkr	1
95	Desmanche general interno npr	1
96	Pintar faldón inferior completo costado der/izq.	1
97	Pintar marcos internos puertas de servicio	1
98	Pintar puertas deservicio exterior	1
99	Pintar rin	1
100	Polichado carrocería cada 140 días	1
101	Preventivo y calidad carrocería 144000 km	1
102	Preventivo y calidad carrocería 36000 km	1
103	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	1
104	Reparación por accidente	1
105	Reparar chapa puerta operador	1
106	Reparar con fibra y pintar persiana	1
107	Reparar con sikaflex caucho ventana/boca rueda	1
108	Reparar estructura faldón	1
109	Tapizar cabina general	1

Tabla 9-9: Resumen actividades Carrocería
Fuente: Autores

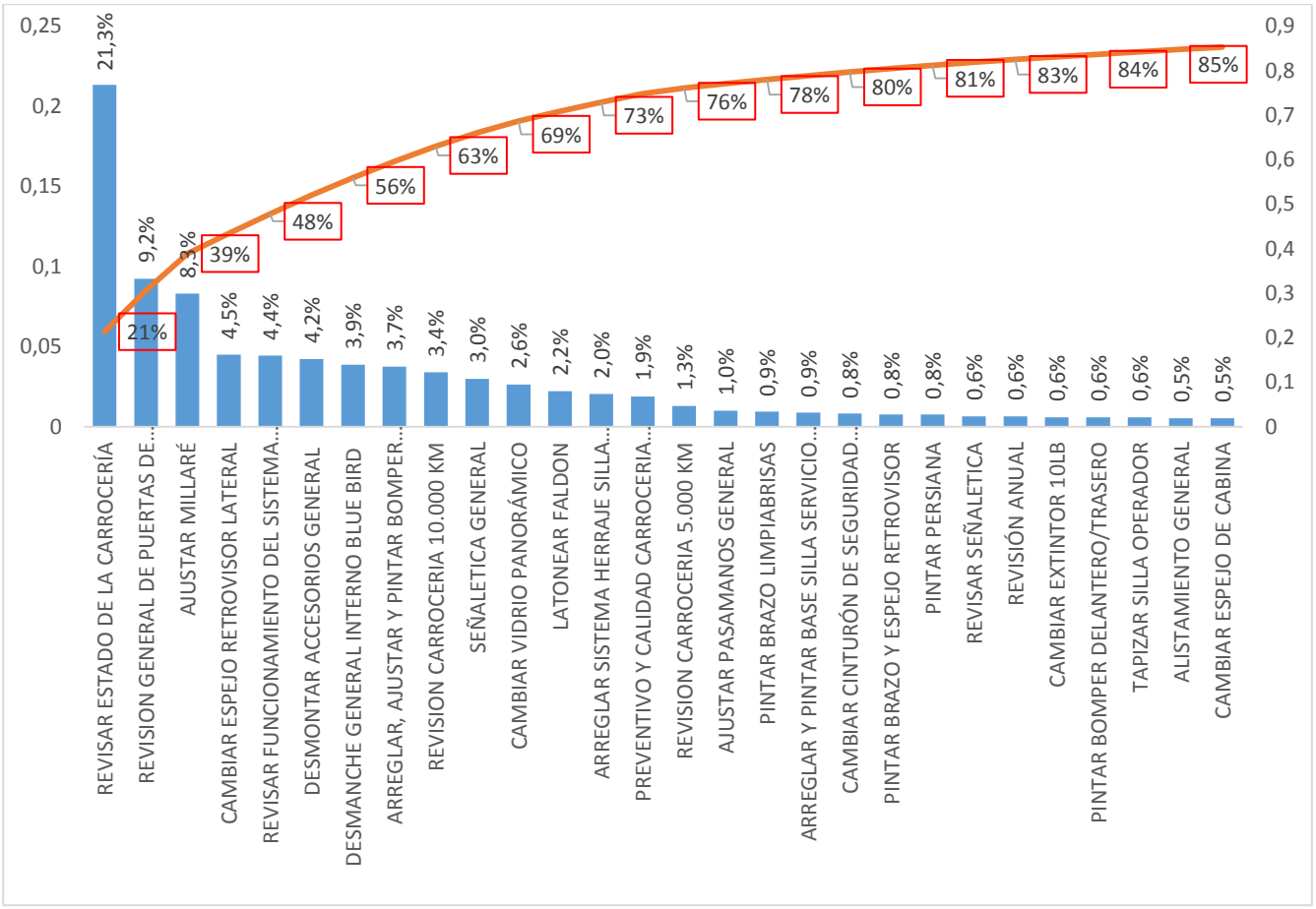
Una vez se condensan los datos de la tabla 9-4 en el diagrama de Pareto correspondiente a la gráfica 9-9 se evidencia que aproximadamente el 25% de las actividades tienen una frecuencia de aparición mínima (actividades con frecuencia de falla inferiores a 9) por lo cual

se realiza un diagrama de Pareto adicional (gráfica 9-10) donde se omiten dichas actividades para obtener una visualización más clara del comportamiento de este sub-sistema.

De las gráficas 9-9 y 9-10, se puede deducir que las actividades que más se realizan para este sub-sistema, son aquellas que tienen que ver con los componentes que más interacción tienen con el ambiente externo, así como con usuarios y operador, además de las actividades que tienen que ver con el alistamiento general (actividades de mantenimiento para mantener la estética visual del vehículo).



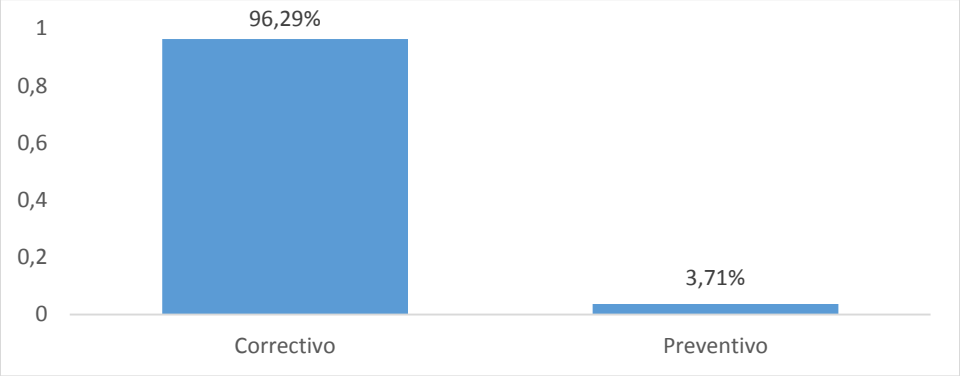
Gráfica 9-9: Pareto actividades Carrocería
Fuente: Autores



Gráfica 9-10: Pareto Carrocería (actividades con frecuencia más representativa)
Fuente: Autores

9.3.2 Dirección

En la gráfica que se muestra a continuación, se estudia el comportamiento general del esquema de mantenimiento para este sub-sistema. En ésta se hace evidente una inoperatividad en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.



Gráfica 9-11: Dirección (Correctivo VS. Preventivo)
Fuente: Autores

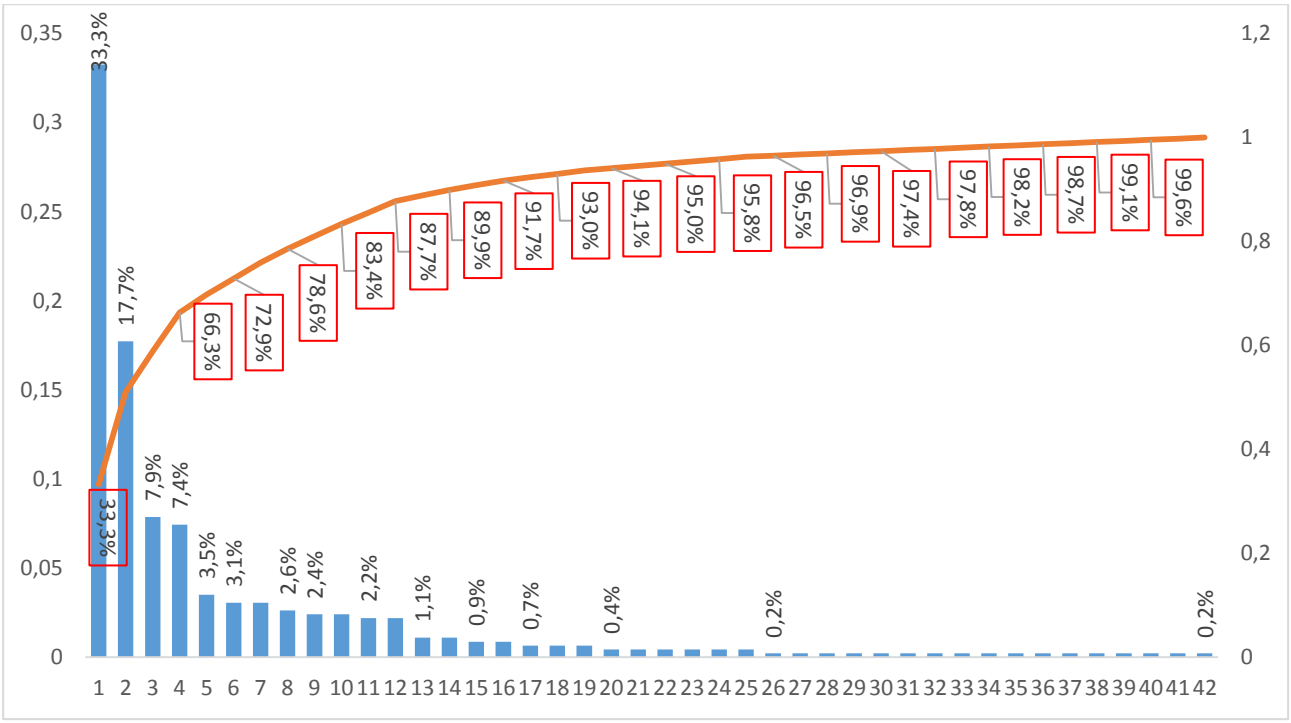
En este sub-sistema se reportaron 457 ingresos, éstos se distribuyen en 42 actividades durante el periodo comprendido entre enero de 2014 hasta diciembre 2016 como se muestra en la tabla 9-10.

	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Reparar despinchar llanta	152
2	Revisar eje caña de dirección	81
3	Revisión mecánica	36
4	Cambiar barra transversal de dirección agrale	34
5	Revisar sistema de dirección	16
6	Arreglar cuna retenedor cubo	14
7	Revisar estado de llantas y cubos	14
8	Servicio de mecánica	12
9	Alistamiento general	11
10	Rotación de llantas	11
11	Alineación	10
12	Calibrar llantas	10
13	Cambiar manguera de cámara de frenos	5
14	Revisar funcionamiento del sistema de dirección	5
15	Cambiar empaquetadura caja de dirección	4
16	Cambiar llanta tracción	4
17	Desmontar accesorios general	3
18	Montar llanta	3
19	Rotación	3
20	Asistir móvil en grúa	2
21	Cambiar bomba hidráulica Hino	2
22	Cambiar bomba hidráulica mercedes l.o	2
23	Cambiar llanta doble servicio	2
24	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	2
25	Servicio mecánica	2

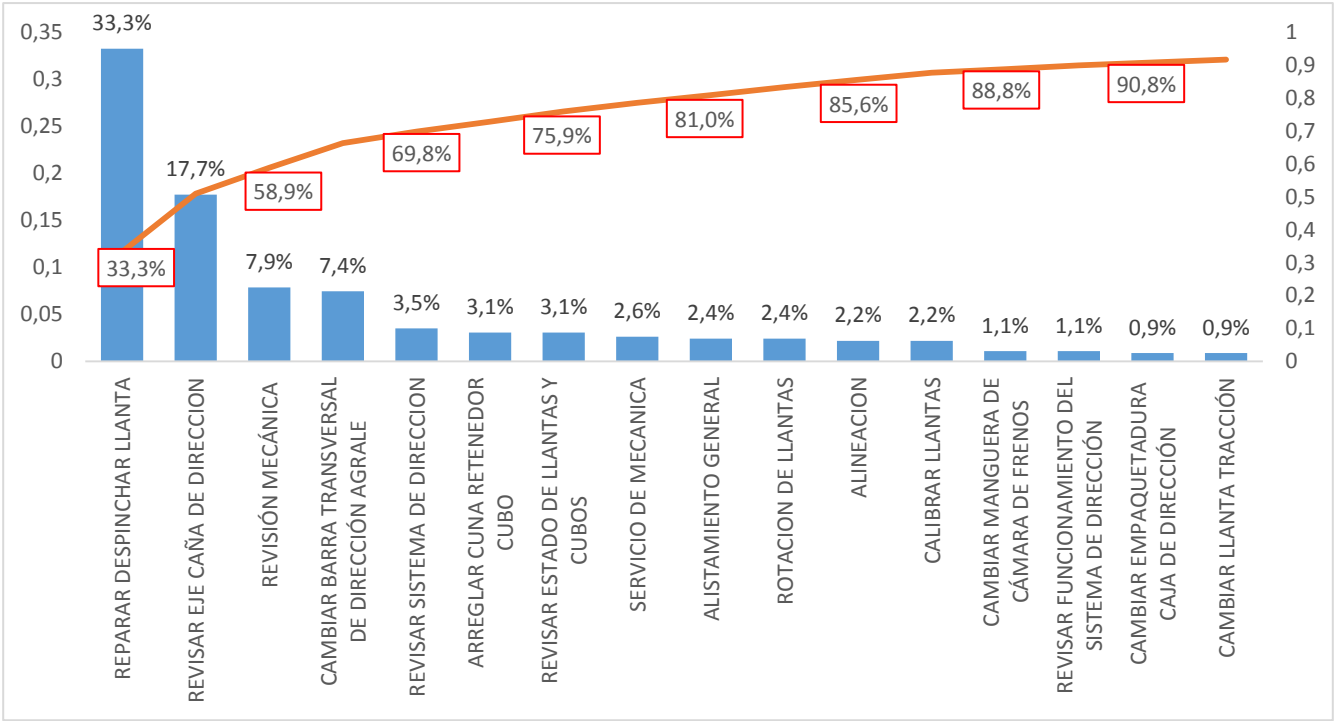
26	Arreglar cuna rodamiento cubo	1
27	Cambiar barra transversal de dirección Volkswagen mwm	1
28	Cambiar biela caja de dirección agrale	1
29	Cambiar biela caja de dirección Hino	1
30	Cambiar biela caja de dirección Volkswagen mwm	1
31	Cambiar bomba hidráulica agrale	1
32	Cambiar bomba hidráulica Chevrolet npr	1
33	Cambiar kit de Splinder mercedes l. o	1
34	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica agrale	1
35	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica Hino	1
36	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica Hyundai hd65	1
37	Cambiar manguera alimentación de bomba hidráulica Volkswagen mwm	1
38	Cambiar manguera alta presión hidráulico Hyundai hd65	1
39	Cambiar manguera retorno compresor	1
40	Cambiar retenedor interno rueda trasera Volkswagen mwm	1
41	Desmontar y montar rueda con campana y bocín	1
42	Torquear pernos de llantas	1

Tabla 9-10: Resumen actividades Dirección
Fuente: Autores

A continuación, se muestra de manera gráfica a través de un diagrama de Pareto (graficas 9-12 y 9-13) los datos contenidos en la tabla de resumen de actividades de dirección (tabla9-10)



Gráfica 9-12: Pareto actividades Dirección
Fuente: Autores



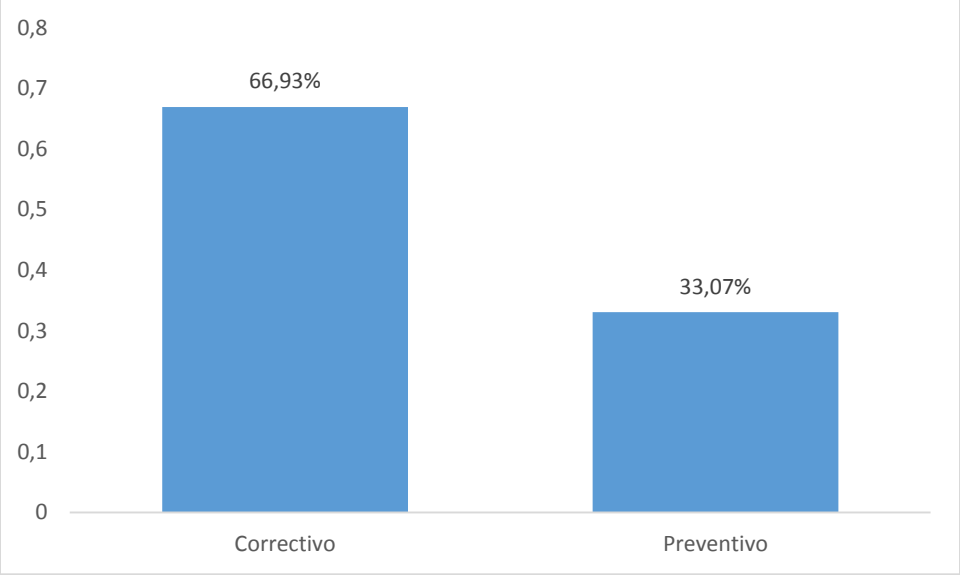
Gráfica 9-13 Pareto Dirección (actividades con frecuencia más representativas)
Fuente: Autores

De la gráfica 9-12 se determina que aproximadamente un 61% de las actividades realizadas tienen una frecuencia de aparición mínima, son 33 actividades que si se recogieran en una categoría suman tan sólo un 10% de frecuencia de aparición.

Por lo explicado anteriormente se realiza la gráfica 9-13 la cual nos permite ver de manera más clara las actividades que requieren de mayor atención para su estudio, se resalta la frecuencia con que los vehículos reportan llantas pinchadas, puesto que este componente debido a sus altas cargas de trabajo debe tener un plan de mantenimiento que asegure la disminución de este fallo.

9.3.3 Eléctrico

La grafica que se muestra a continuación nos brinda información de cuál es el comportamiento actual del esquema de mantenimiento para este sub-sistema. Nuevamente al igual que en los sub-sistemas anteriores se hace evidente el alto porcentaje de intervenciones correctivas para este sub-sistema.



Gráfica 9-14: Eléctrico (Correctivo VS. Preventivo)
Fuente: Autores

A lo largo de los 3 años usados para el diagnóstico del sistema, en este sub-sistema se reportaron 1778 ingresos los cuales se distribuyen en 74 actividades como se muestra siguiente tabla.

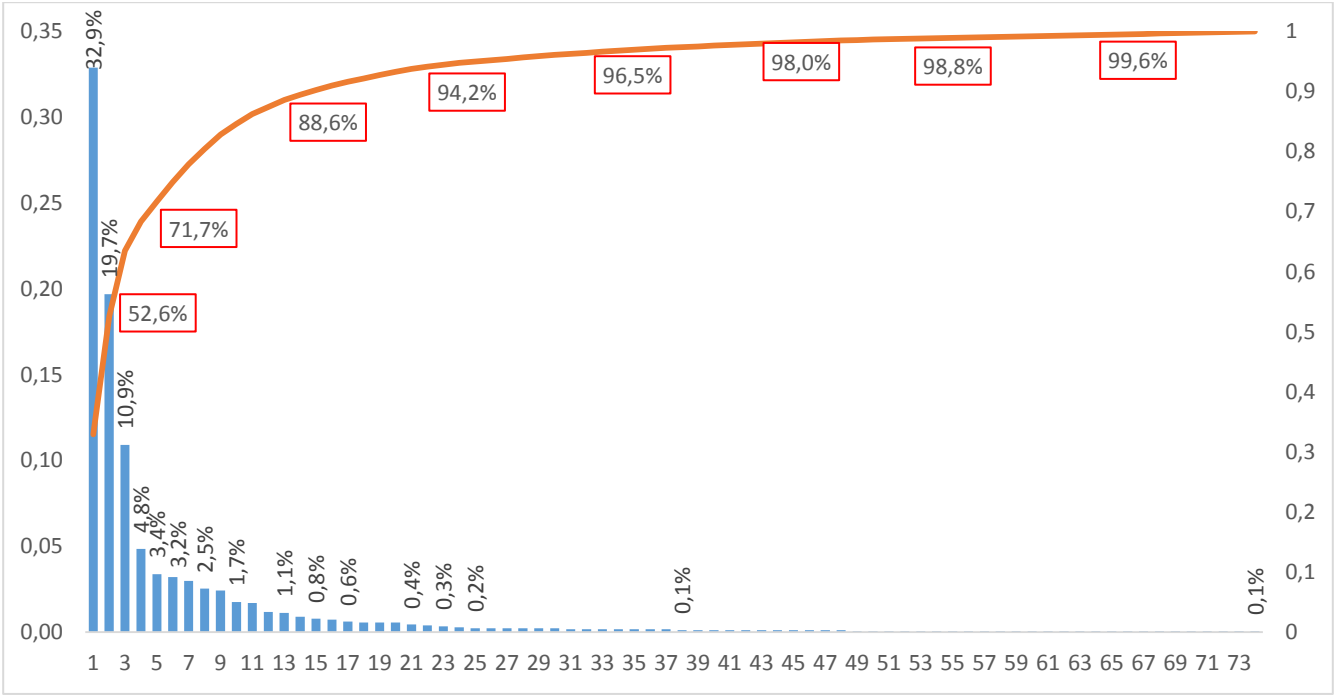
	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Revisar funcionamiento del sistema eléctrico	585

2	Servicio general eléctrico	350
3	Revisar luces general	194
4	Cambiar flasher	86
5	Revisar funcionamiento eléctrico	60
6	Revisión eléctrica	57
7	Revisar instalación general de luces	53
8	Revisar instalación eléctrica general	45
9	Revisión mecánica	43
10	Servicio de mecánica	31
11	Revisar sistema limpia brisas	30
12	Cambiar bombillería	21
13	Revisar baterías	20
14	Reparar control pito	16
15	Reparar tablero instrumentación	14
16	Corregir fuga de aceite motor	13
17	Revisar tablero mandos eléctricos	11
18	Cambiar booster eléctrico de puerta	10
19	Cambiar pito	10
20	Revisar motor de arranque	10
21	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	8
22	Servicio mecánica	7
23	Cambiar sensor de temperatura motor Volkswagen mwm	6
24	Cambiar tornillo amortiguador	5
25	Cambiar sensor de revoluciones motor Volkswagen mwm	4
26	Cambiar tapa acceso tanque	4
27	Desmontar accesorios general	4
28	Desvarar vehículo en vía	4
29	Instalar rutero electrónico	4
30	Revisar sistema Desempañador	4
31	Cambiar baterías agrale	3
32	Cambiar cocuyo lateral	3
33	Cambiar soportes de motor delanteros	3
34	Cambiar transmisión	3
35	Cambiar tubo pasamanos	3
36	Revisar ángel guardián	3
37	Revisar instalación eléctrica motor	3
38	Alistamiento general	2
39	Cambiar cocuyo capota	2
40	Cambiar conector unidad delantera	2
41	Cambiar indicador de temperatura motor Volkswagen mwm	2
42	Cambiar sensor luz de freno	2
43	Cambiar tacómetro mercedes l.o	2

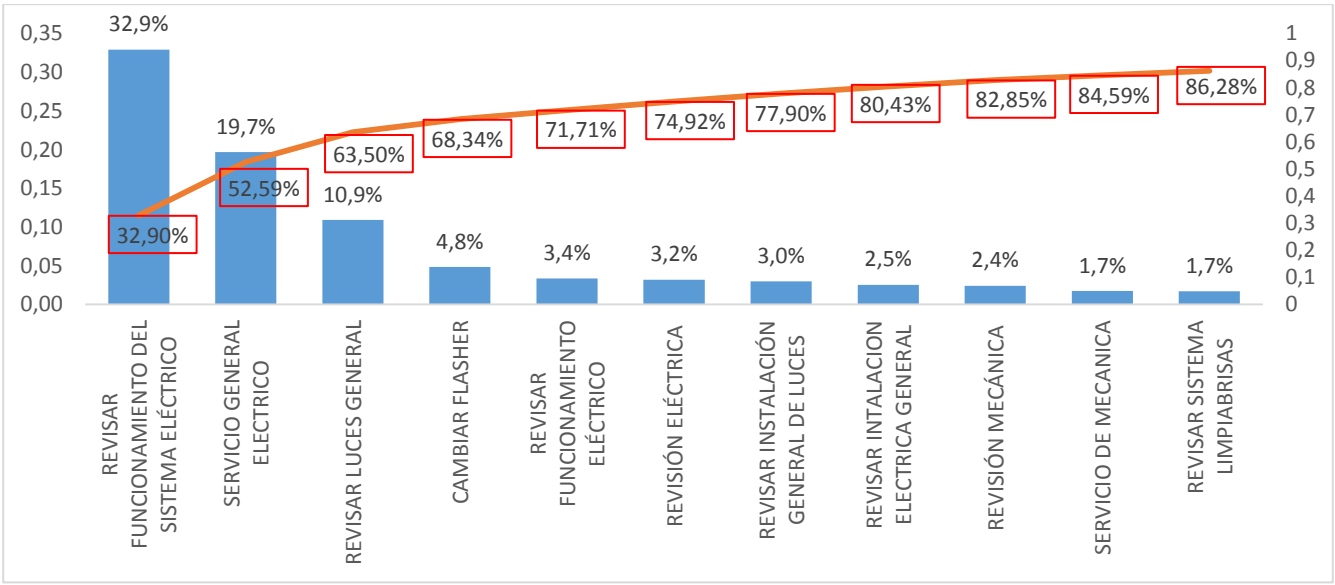
44	Cambiar tapa booster+	2
45	Cambiar válvula freno de parqueo	2
46	Corregir fuga de combustible	2
47	Realizar asistencia de carro taller a vehículo agrale	2
48	Revisión eléctrica 100.000 km	2
49	Cambiar baterías Volkswagen mwm	1
50	Cambiar electroválvula freno ahogo	1
51	Cambiar motor de arranque mercedes l.o	1
52	Cambiar motor limpia brisas Chevrolet nkr	1
53	Cambiar motor limpia brisas Hino	1
54	Cambiar motor limpia brisas mercedes l.o	1
55	Cambiar motor limpia brisas Volkswagen mwm	1
56	Cambiar retenedor trasero de transmisión	1
57	Cambiar sensor de revoluciones motor mercedes l.o	1
58	Cambiar sensor de temperatura motor Hyundai hd65	1
59	Cambiar sensor presión aceite motor agrale	1
60	Cambiar silla completa operador	1
61	Cambiar soportes de transmisión	1
62	Cambiar switch de encendido	1
63	Cambiar tacómetro Volkswagen mwm	1
64	Cambiar tapa depósito hidráulico Chevrolet npr	1
65	Cambiar tapa depósito hidráulico Volkswagen mwm	1
66	Cambiar tapizado lateral carrocería interna	1
67	Desmanche general interno	1
68	Engrase general vehículo	1
69	Prueba de opacidad parcial vehículo	1
70	Reparar flotador tanque de combustible	1
71	Reparar tacómetro	1
72	Revisar alternador	1
73	Revisar elevador de silla de ruedas (plataforma)	1
74	Revisar tablero instrumentación agrale	1

Tabla 9-11: Resumen actividades Eléctrico
Fuente: Autores

Ahora se procede a realizar un diagrama de Pareto que represente la información contenida en la tabla 9-11 (graficas 9-15 y 9-16).



Gráfica 9-15: Pareto actividades Sistema Eléctrico
Fuente: Autores



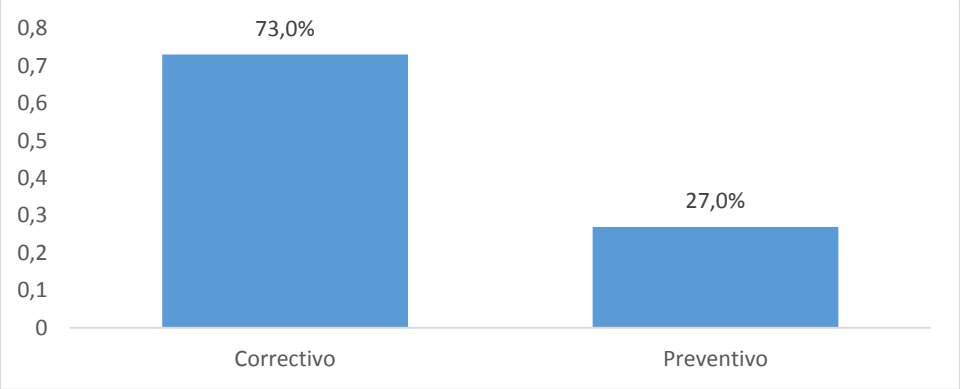
Gráfica 9-16: Pareto Sistema Eléctrico (actividades con frecuencia más representativa)
Fuente: Autores

De la gráfica 9-15 y la tabla 9-11, se puede deducir que las actividades que más se realizan para este sub-sistema están relacionadas con intervenciones de tipo “revisión” esta condición indica una problemática o confusión de quienes realizan los reportes, puesto que las revisiones están contenidas en la categoría de inspección preventiva generando un interrogante frente al comportamiento que se observa entre mantenimiento Correctivo VS Preventivo (grafica 9-14).

La gráfica 9-16 nos sirve para determinar que tan sólo 11 actividades de las 74 acumulan aproximado el 80% de los registros por los cuales este sub-sistema ingresa a mantenimiento.

9.3.4 Frenos

La grafica 9-17 brinda información acerca del comportamiento actual del esquema de mantenimiento en el sub-sistema. Para este caso, cabe de resaltar que este sub-sistema de frenos está contenido en las exigencias de seguridad para la circulación del vehículo tiene un comportamiento de acciones correctivas profundiza la crisis de inoperatividad de los vehículos.



Gráfica 9-17: Frenos (Correctivo VS Preventivo)
Fuente: Autores

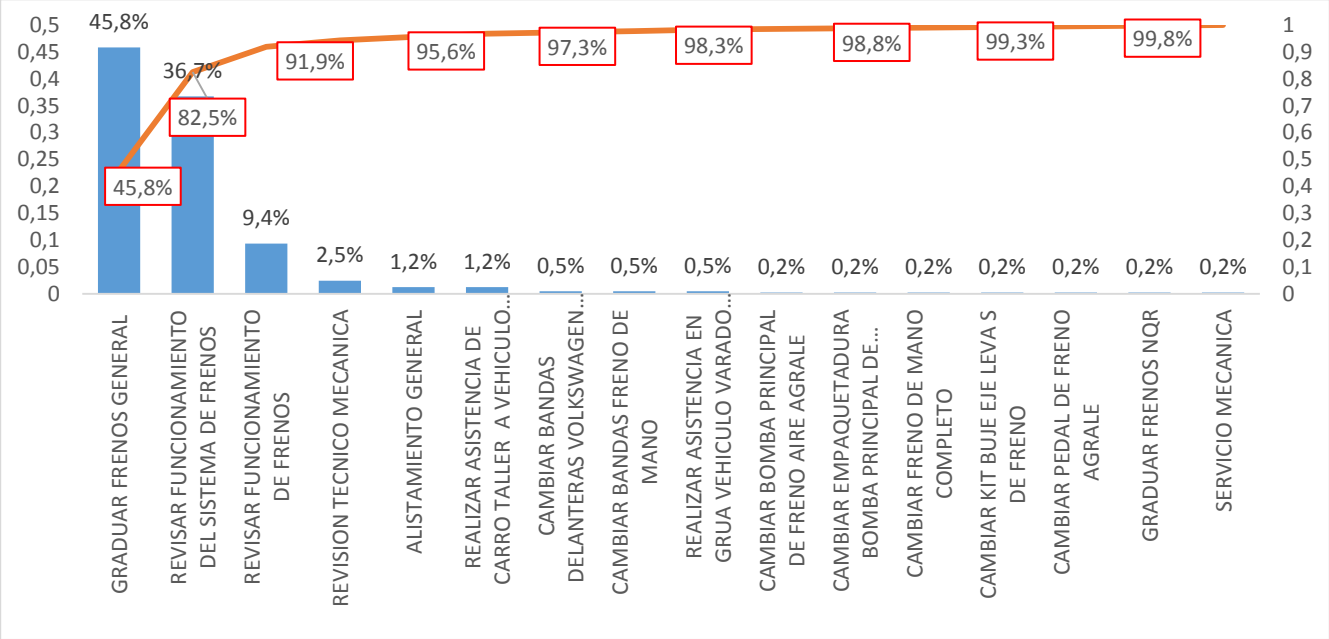
Para el periodo comprendido entre enero de 2014 hasta diciembre de 2016, en este sub-sistema fueron reportados 406 ingresos distribuidos en 16 actividades como se muestra a continuación:

	actividad	FRECUENCIA
1	Graduar frenos general	f
2	Revisar funcionamiento del sistema de frenos	149
3	Revisar funcionamiento de frenos	38
4	Revisión técnico mecánica	10
5	Alistamiento general	5
6	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	5
7	Cambiar bandas delanteras Volkswagen mwm	2
8	Cambiar bandas freno de mano	2
9	Realizar asistencia en grúa vehículo varado agrale	2
10	Cambiar bomba principal de freno aire agrale	1

11	Cambiar empaquetadura bomba principal de freno aire Volkswagen mwm	1
12	Cambiar freno de mano completo	1
13	Cambiar kit buje eje leva s de freno	1
14	Cambiar pedal de freno agrale	1
15	Graduar frenos nqr	1
16	Servicio mecánica	1

Tabla 9-12: Resumen actividades Frenos
Fuente: Autores

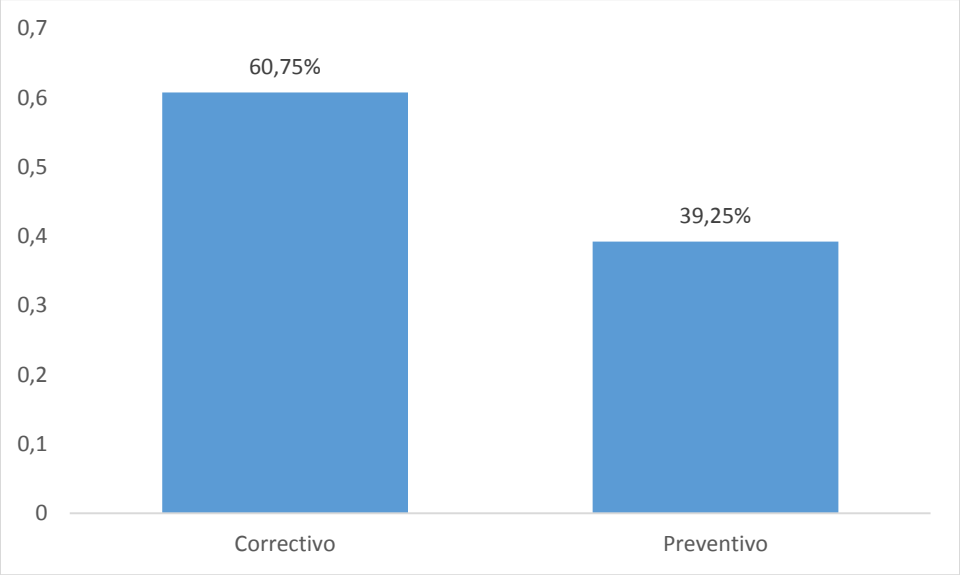
En el diagrama de Pareto que se muestra a continuación se evidencia que un 20% de las actividades acumula una frecuencia de intervención de más del 90%, más adelante en la sección 10.1 se profundizara el estudio.



Gráfica 9-18: Pareto sistema Frenos
Fuente: Autores

9.3.5 Motor

La grafica que se muestra a continuación nos brinda información correspondiente al comportamiento actual del esquema de mantenimiento para este sub-sistema.



Gráfica 9-19: Motor (Correctivo VS Preventivo)
Fuente: Autores

De la gráfica anterior se evidencia al igual que en los sub-sistemas anteriores que las acciones correctivas para este sub-sistema son mayores a las acciones preventivas para su mantenimiento.

Para el sub-sistema se reportaron 321 ingresos que se distribuyen en 39 actividades como se muestra en la tabla 9-13, el periodo de estudio que comprende estos datos es de 3 años.

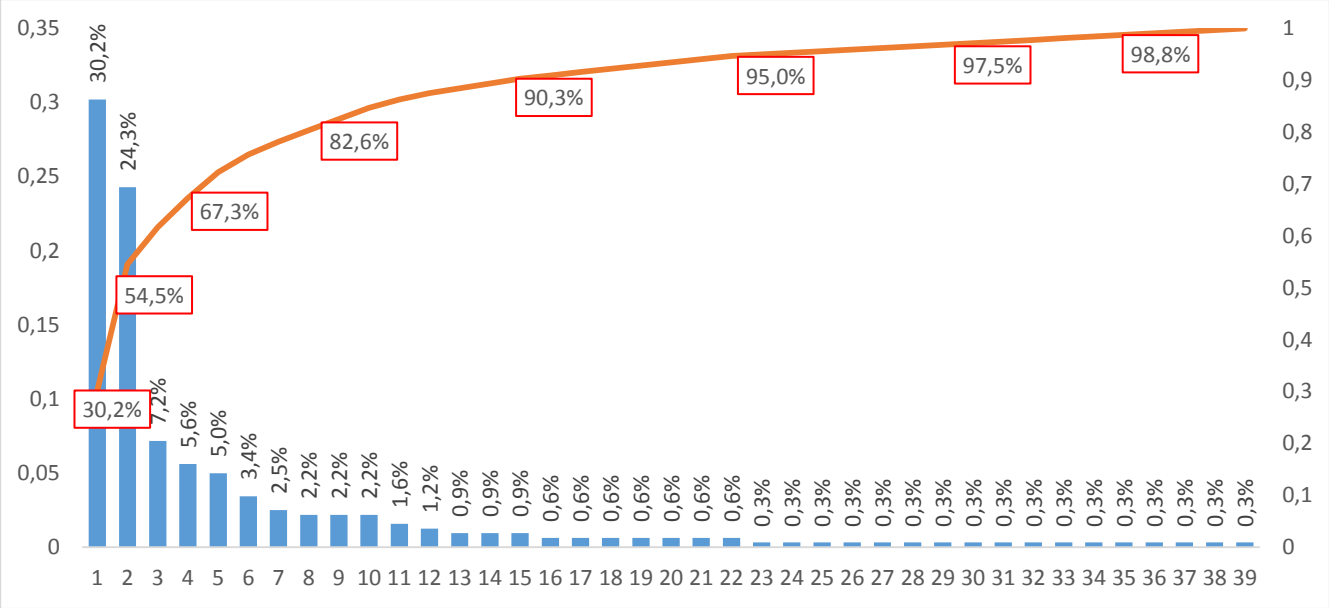
	ACTIVIDAD	FRECCUENCIA
1	Revisar funcionamiento del motor	97
2	Revisión mecánica	78
3	Servicio de mecánica	23
4	Engrase general vehículo	18
5	Calibrar bomba de inyección	16
6	Revisar sistema refrigeración	11
7	Revisar funcionamiento del sistema de refrigeración	8
8	Cambiar líquido refrigerante mercedes l.o	7
9	Opacidad	7
10	Revisar funcionamiento sistema de admisión y escape	7
11	Revisar funcionamiento del sistema de combustible	5
12	Desmontar accesorios general	4
13	Alistamiento general	3
14	Cambiar líquido refrigerante agrale mwm	3
15	Servicio mecánica	3

16	Cambiar flexible de exosto	2
17	Diagnostico motor parcial vehículo	2
18	Nivelación	2
19	Realizar asistencia de carro taller a vehículo nkr	2
20	Revisar correas	2
21	Revisar motor	2
22	Sincronizar motor	2
23	Lavar y filtrar tanque de combustible	1
24	Calibrar de válvulas motor	1
25	Cambiar aspa ventilador agrale mwm	1
26	Cambiar funda de medidor aceite motor	1
27	Cambiar intercooler Volkswagen mwm	1
28	Cambiar kit filtros agrale mwm	1
29	Cambiar mangueras intercooler	1
30	Desmontar y montar intercooler	1
31	Desmontar y montar radiador	1
32	Diagnóstico de inyectores total vehículo	1
33	Lavar y sondear radiador	1
34	Realizar asistencia de carro taller a vehículo agrale	1
35	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	1
36	Reparar total juego inyectores	1
37	Reubicar exosto	1
38	Revisar cambiar deposito auxiliar refrigerante motor	1
39	Revisar sistema refrigeración motor	1

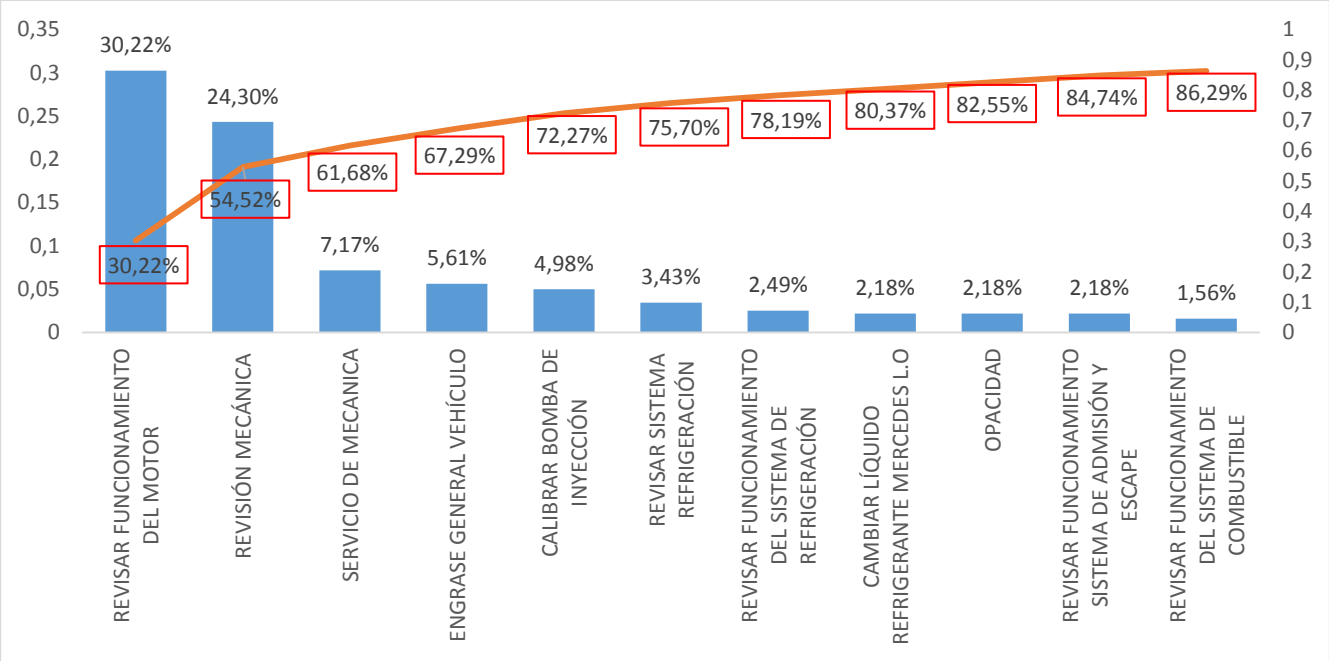
Tabla 9-13: Resumen actividades Motor
Fuente: Autores

Una vez se condensan los datos de la tabla 9-13 en el diagrama de Pareto correspondiente a la gráfica 9-20 se evidencia que aproximadamente el 72% de las actividades tienen una frecuencia de aparición mínima (actividades con frecuencia de falla inferiores a 5) por lo cual se realiza un diagrama de Pareto adicional (gráfica 9-21) donde se omiten dichas actividades para obtener una visualización más clara del comportamiento de este sub-sistema.

De las gráficas 9-20y 9-21, se puede deducir que las actividades que más se realizan para el sub-sistema, son aquellas que tienen que ver con control y puesta a punto del sub-sistema puesto que las fallas en este sub-sistema generalmente ocasionan parada del vehículo.



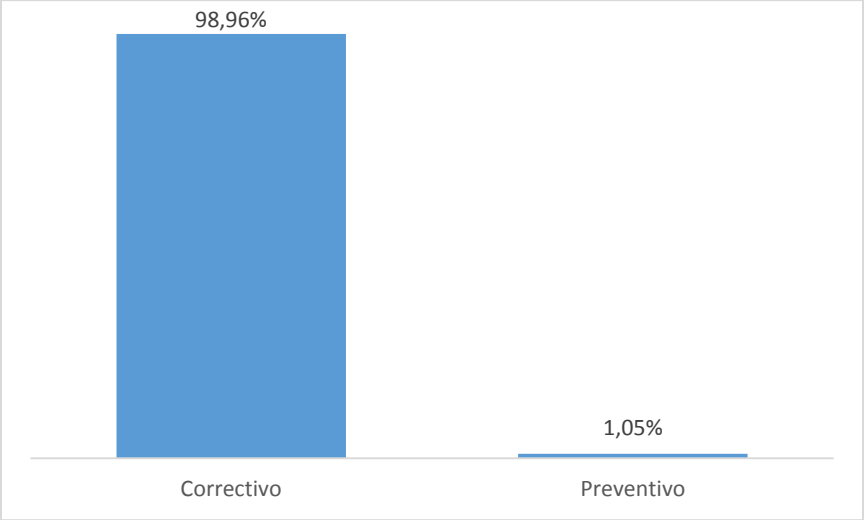
Gráfica 9-20: Pareto actividades Motor
Fuente: Autores



Gráfica 9-21: Pareto Motor (actividades con frecuencia más representativas)
Fuente: Autores

9.3.6 Neumático

La gráfica que se muestra a continuación nos brinda una alerta para el actual del esquema de mantenimiento en el sub-sistema puesto que el nivel de mantenimientos preventivos es casi nulo.



Gráfica 9-22: Neumático (Correctivo VS Preventivo)
Fuente: Autores

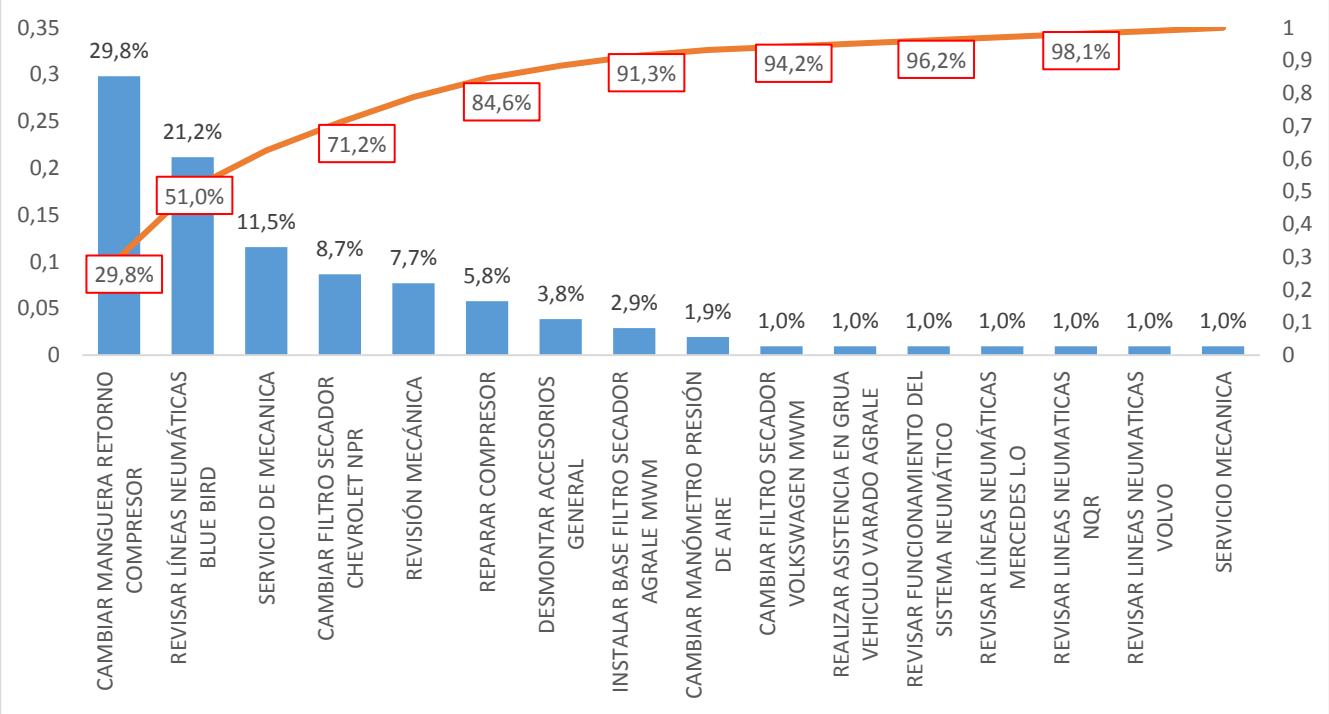
Para este sub-sistema en 3 años se reportaron 104 ingresos los cuales se distribuyen en 16 actividades como muestra la tabla 9-14

	Actividad	Frecuencia
1	Cambiar manguera retorno compresor	31
2	Revisar líneas neumáticas blue Bird	22
3	Servicio de mecánica	12
9	Cambiar filtro secador Chevrolet npr	9
4	Revisión mecánica	8
5	Reparar compresor	6
6	Desmontar accesorios general	4
7	Instalar base filtro secador agrale mwm	3
8	Cambiar manómetro presión de aire	2
10	Cambiar filtro secador Volkswagen mwm	1
11	Realizar asistencia en grúa vehículo varado agrale	1
12	Revisar funcionamiento del sistema neumático	1
13	Revisar líneas neumáticas mercedes l.o	1
14	Revisar líneas neumáticas nqr	1
15	Revisar líneas neumáticas volvo	1
16	Servicio mecánica	1

Tabla 9-14: Resumen Actividades Neumático
Fuente: Autores

En la tabla 9-14 se evidencia claramente un problema que se encuentra en todos los sub-sistemas; El problema corresponde a la falta de un sistema de digitación de actividades estándar que permita realizar registros coherentes con la flota, como se muestra en la tabla 9-14 existen registros que involucran vehículos de gamas distintas al blue Bird, lo que ocasiona una desviación en la frecuencia de las fallas reportadas, a la hora de condensarlas en un diagrama.

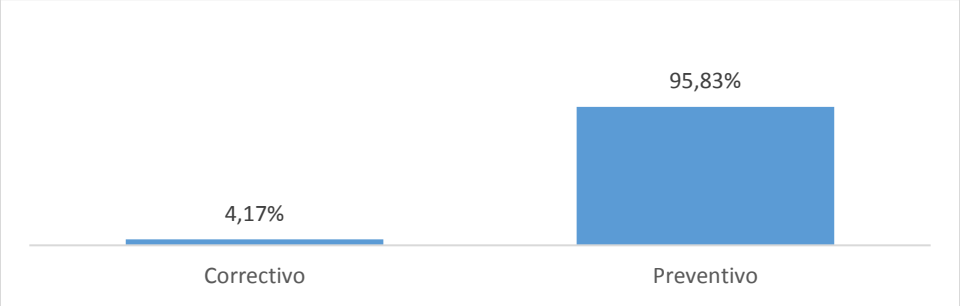
El diagrama de Pareto que se muestra a continuación indica que los componentes del sub-sistema que más fallos presentas son las mangueras (líneas neumáticas), teniendo en cuenta el comportamiento de los fallos según la gráfica 9-22 junto a la información presentada por la gráfica 9-23, se deduce que es necesario elaborar un plan de mantenimiento que contemple estos comportamientos, para asegurar el correcto funcionamiento de este sub-sistema al interior del vehículo durante su operación.



Gráfica 9-23: Pareto Neumático
Fuente: Autores

9.3.7 Suspensión

La gráfica que se muestra a continuación entrega el comportamiento actual del esquema de mantenimiento para este sub-sistema. Este es el único sub-sistema en el que se evidencia acciones de mantenimiento preventivo que aseguran la disponibilidad del vehículo.



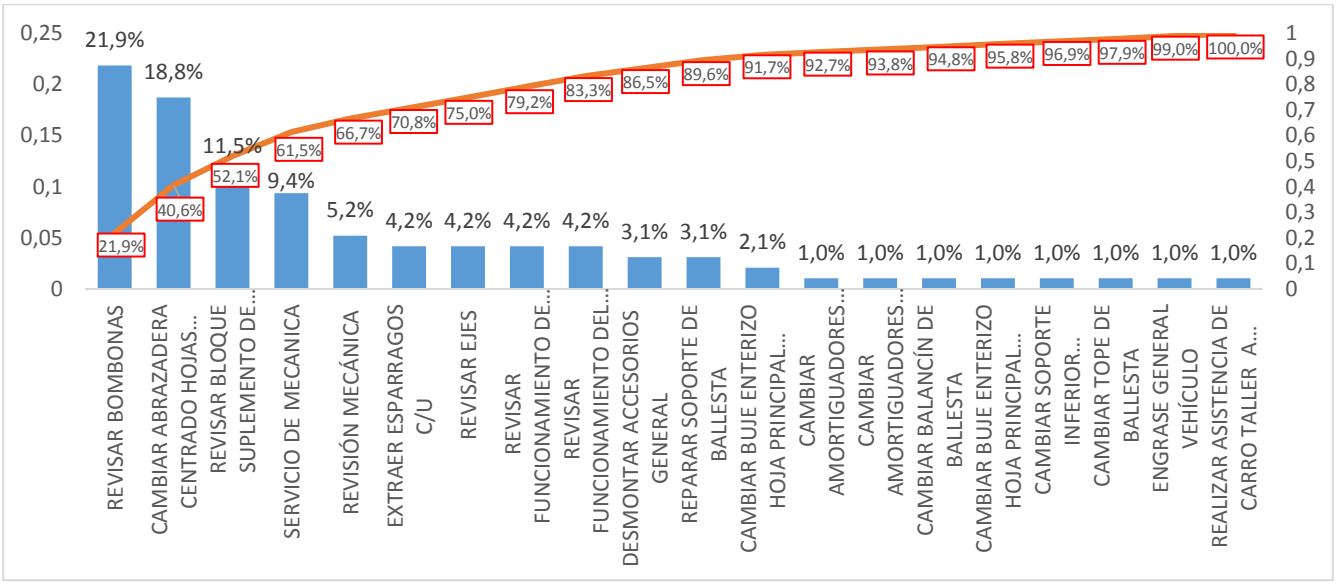
Gráfica 9-24: Suspensión (Correctivo VS preventivo)
Fuente: Autores

Los tres años de estudio en este sub-sistema reportan 96 ingresos que se distribuyen en 20 actividades como se muestra siguiente tabla.

	Actividad	Frecuencia
1	Revisar bombonas	21
2	Cambiar abrazadera centrado hojas ballesta delantera agrale	18
3	Revisar bloque suplemento de ballesta	11
4	Servicio de mecánica	9
5	Revisión mecánica	5
6	Extraer espárragos c/u	4
7	Revisar ejes	4
8	Revisar funcionamiento de suspensión	4
9	Revisar funcionamiento del sistema de suspensión	4
10	Desmontar accesorios general	3
11	Reparar soporte de ballesta	3
12	Cambiar buje enterizo hoja principal delantera Volkswagen mwm	2
13	Cambiar amortiguadores delanteros Chevrolet npr	1
14	Cambiar amortiguadores traseros Volkswagen mwm	1
15	Cambiar balancín de ballesta	1
16	Cambiar buje enterizo hoja principal trasera Volkswagen mwm	1
17	Cambiar soporte inferior amortiguador trasero Volkswagen mwm	1
18	Cambiar tope de ballesta	1
19	Engrase general vehículo	1
20	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	1

Tabla 9-15: Resumen actividades Suspensión
Fuente: Autores

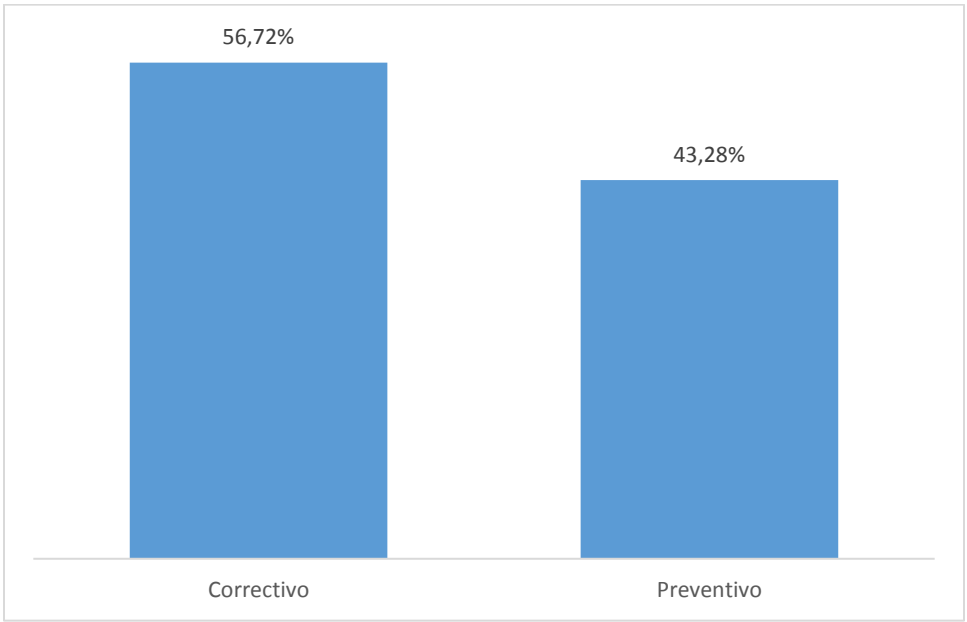
El siguiente diagrama de Pareto (grafica 9-25) muestra un comportamiento acorde a un plan de mantenimiento preventivo.



Gráfica 9-25: Pareto Suspensión
Fuente: Autores

9.3.8 Transmisión

La grafica que se muestra a continuación brinda información del comportamiento actual en el esquema de mantenimiento para este sub-sistema. Nuevamente al igual que en otros subsistemas las acciones correctivas tienen un porcentaje mayor frente a las acciones preventivas.



Gráfica 9-26: Transmisión (Correctivo VS Preventivo)
Fuente: Autores

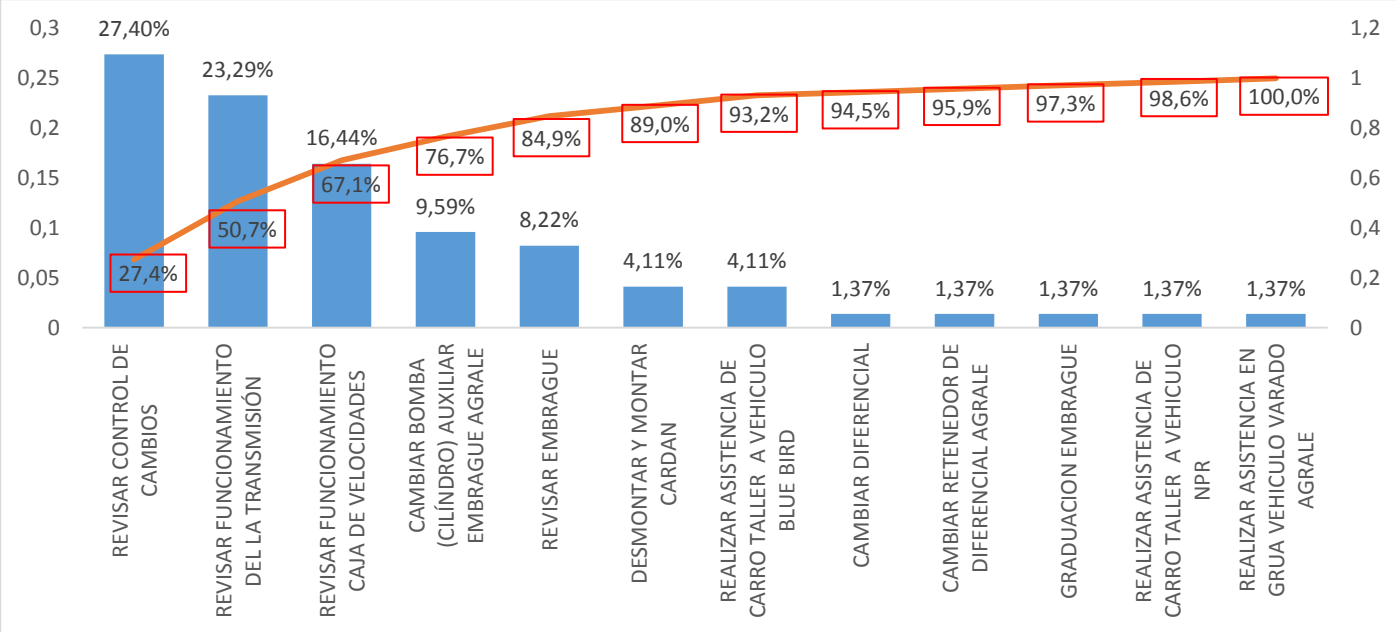
Para éste sub-sistema durante el periodo de estudio (3 años) se reportaron 73 ingresos los cuales se distribuyen en 12 actividades como se muestra siguiente tabla.

	Actividad	Frecuencia
1	Revisar control de cambios	20
2	Revisar funcionamiento de la transmisión	17
3	Revisar funcionamiento caja de velocidades	12
4	Cambiar bomba (cilindro) auxiliar embrague agrale	7
5	Revisar embrague	6
6	Desmontar y montar cardan	3
7	Realizar asistencia de carro taller a vehículo blue Bird	3
8	Cambiar diferencial	1
9	Cambiar retenedor de diferencial agrale	1
10	Graduación embrague	1
11	Realizar asistencia de carro taller a vehículo npr	1
12	Realizar asistencia en grúa vehículo varado agrale	1

Tabla 9-16: Resumen actividades Transmisión
Fuente: Autores

De la anterior tabla se evidencia que éste subsistema es de los que registra menos cantidad de actividades y frecuencia de mantenimiento

Al ser un sistema cerrado, el mantenimiento de este subsistema requiere de personal idóneo y bien capacitado para su intervención, la gráfica 9-27 corrobora que las actividades se enfocan principalmente en revisión de los componentes.



Gráfica 9-27: Pareto Transmisión
Fuente: Autores

10 Profundización subsistemas

En el presente estudio se evalúan los subsistemas de dirección y frenos, selección basada en los requerimientos del cliente, puesto que éstos son la condición principal para la circulación del vehículo por motivos de seguridad. Para el desarrollo de la propuesta es necesario desglosar los sub-sistemas hasta el punto de identificar sus componentes, los fallos asociados a estos y sus posibles causas.

La suma de los datos suministrados, los estudios y resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de este trabajo, integran una base sólida para un análisis eficaz de los sub-sistemas seleccionados.

10.1 Dirección

La tabla que se muestra a continuación contiene la información que especifica la frecuencia de fallo de cada componente a lo largo de los 3 años del estudio.

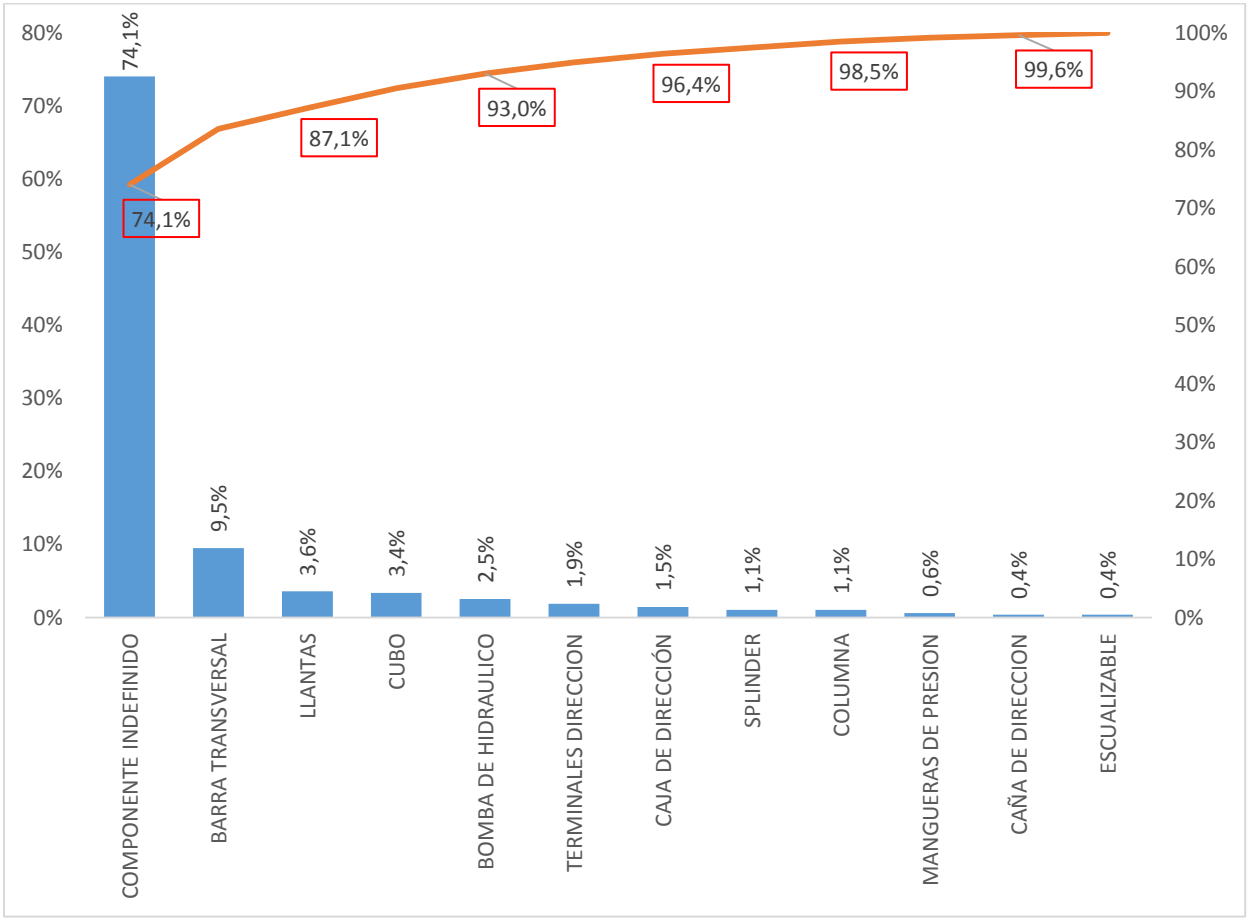
Para este subsistema se encontraron fallos en 12 componentes repartidos en un total de 474 registros.

	Componente	Frecuencia
1	Componente indefinido	351
2	Barra transversal	45
3	Llantas	17
4	Cubo	16
5	Bomba de hidráulico	12
6	Terminales dirección	9
7	Caja de dirección	7
8	Splinder	5
9	Columna de dirección	5
10	Mangueras de presión	3
11	Caña de dirección	2
12	Escualizable	2

Tabla 10-1 Resumen fallos en componentes
Fuente: Autores

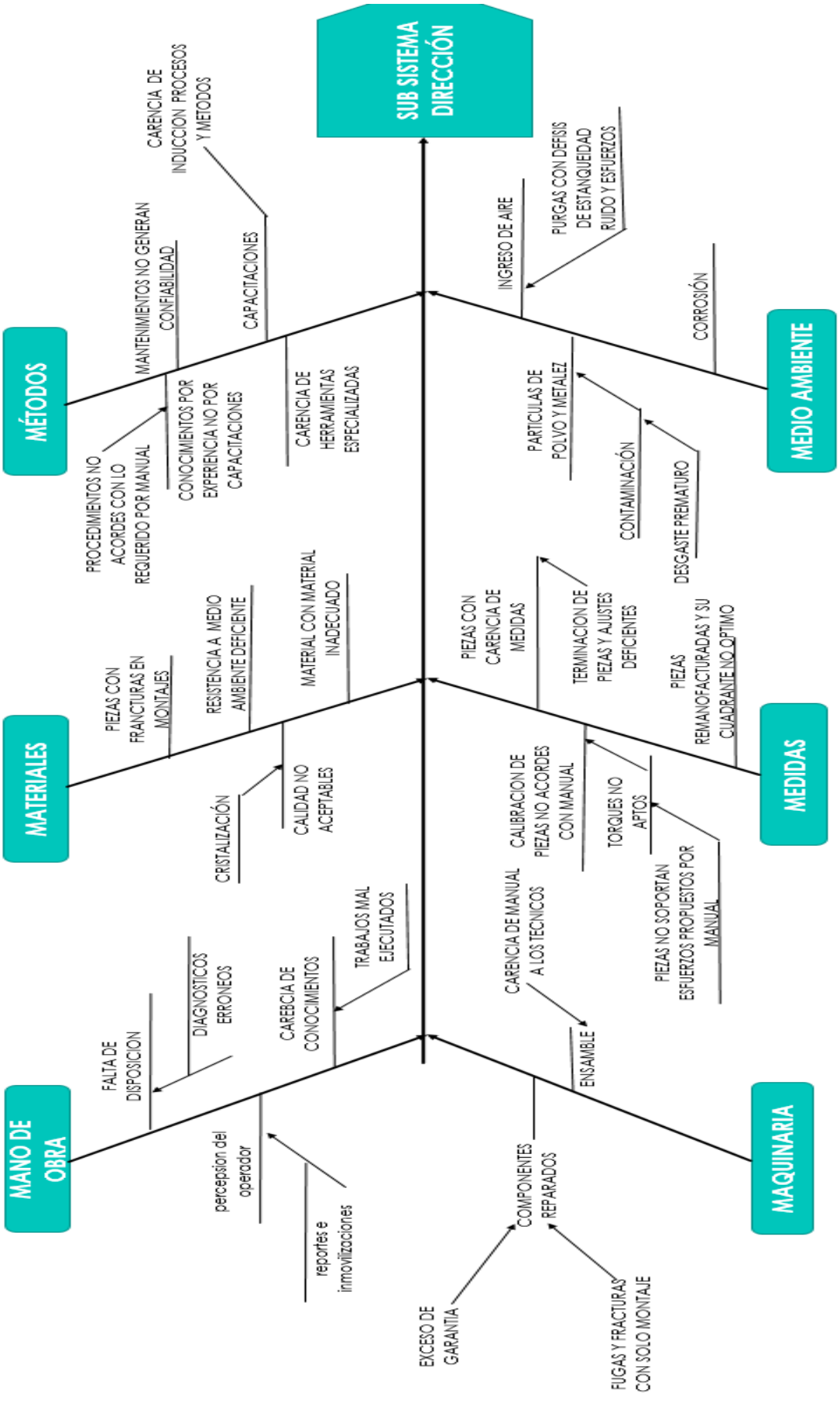
Cabe aclarar que la tabla 10-1 presenta más registros que la tabla 9-10, debido a que hay reparación de componentes de este subsistema contenidas en actividades correspondientes a otros subsistemas.

Por otro lado, como lo muestra la gráfica 10-1, existe un alto número de registros que no especifican que componente del sistema es atacado, lo cual repercute negativamente en la trazabilidad del comportamiento de los mismos, afectando temas cómo necesidad de repuestos, y causas y efecto de fallas más comunes.



Gráfica 10-1: Pareto componentes sub-sistema Dirección
Fuente: Autores

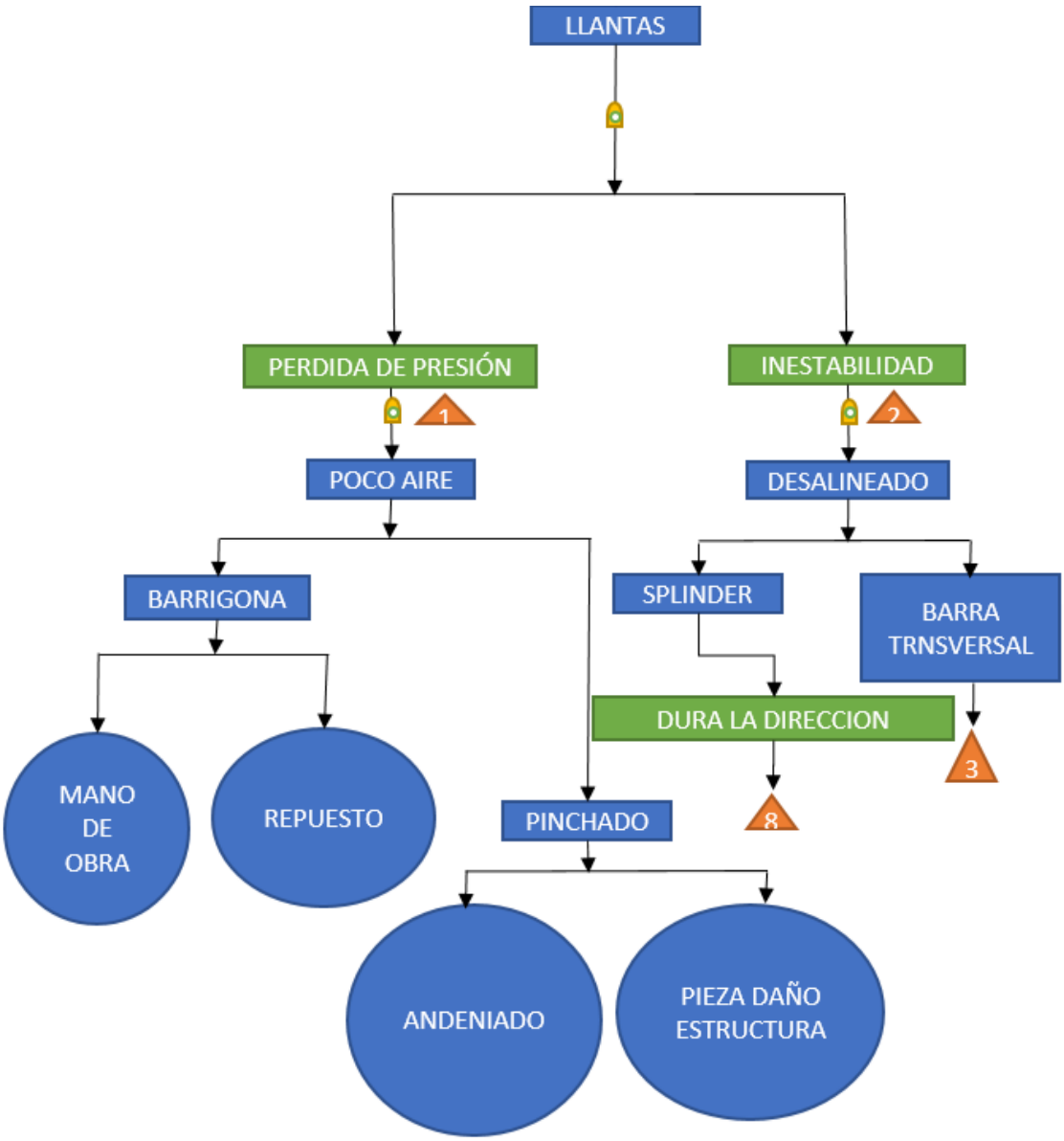
A continuación, se muestra un diagrama Ishikawa y esquema de árbol de fallos, los cuales definen los componentes estructurales pertenecientes al sub-sistema y sus posibles modos y efectos de fallo. La definición y los datos correspondientes a este sub-sistema se extraen de las secciones 8.2.7 y 9.3.2 respectivamente.



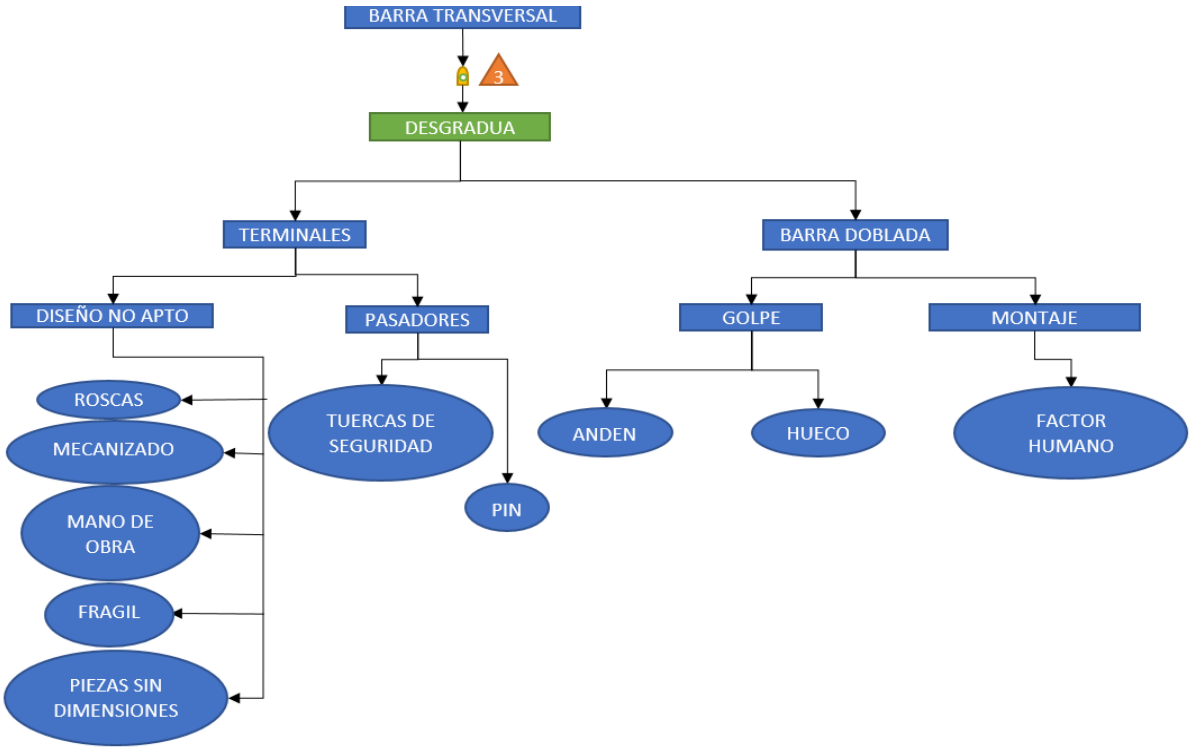
Gráfica 10-2: Diagrama Ishikawa
fuente: Autores



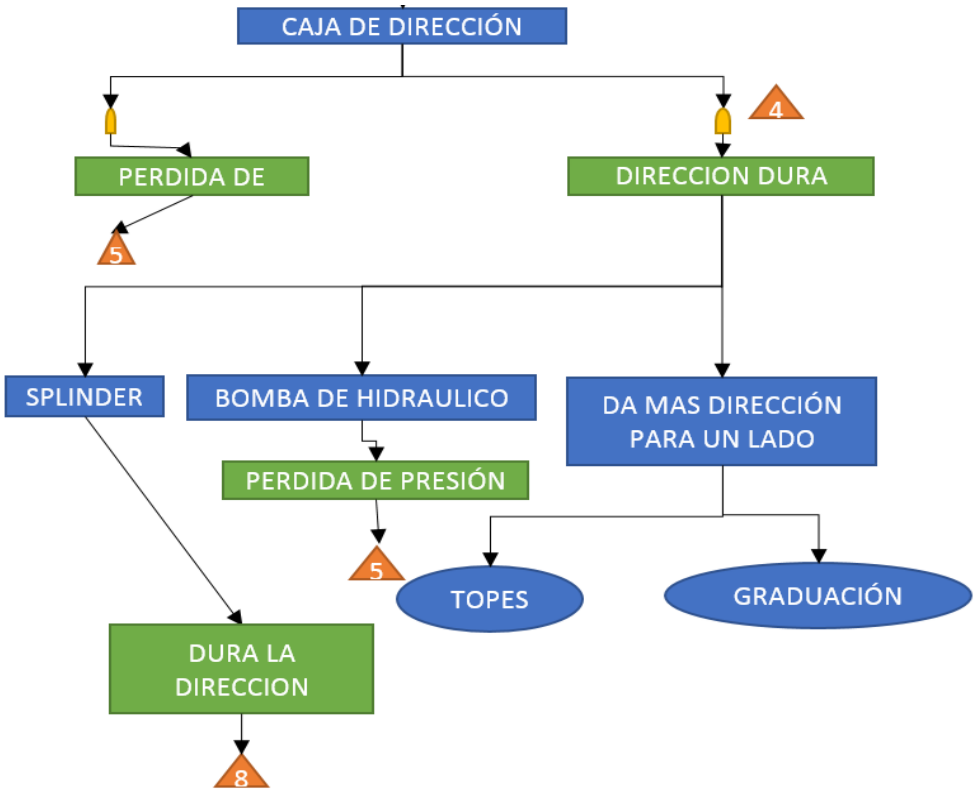
Gráfica 10-2: Línea principal árbol de fallos
Fuente: Autores



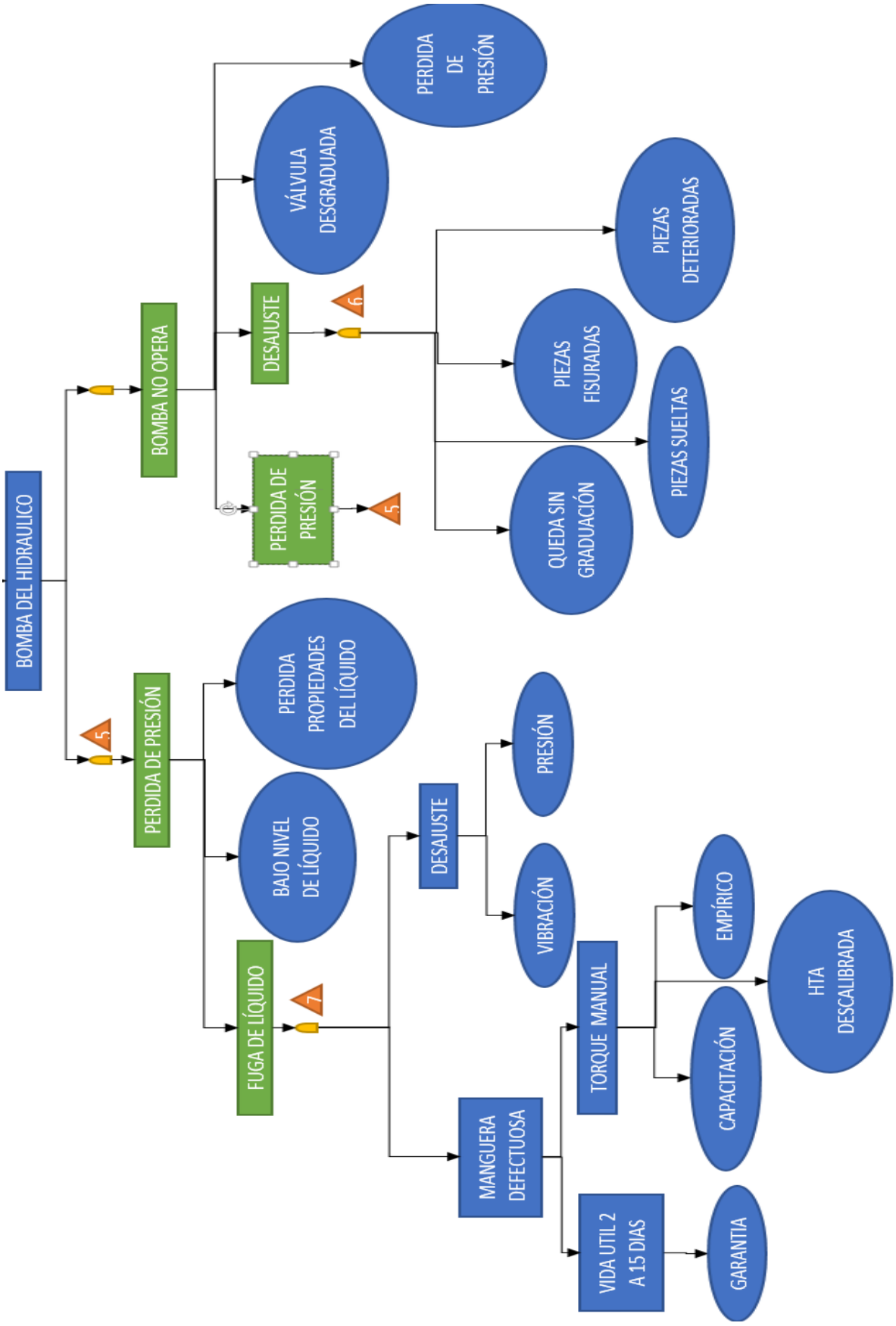
Gráfica 10-3: Árbol de fallos (componente llantas)
Fuente: Autores



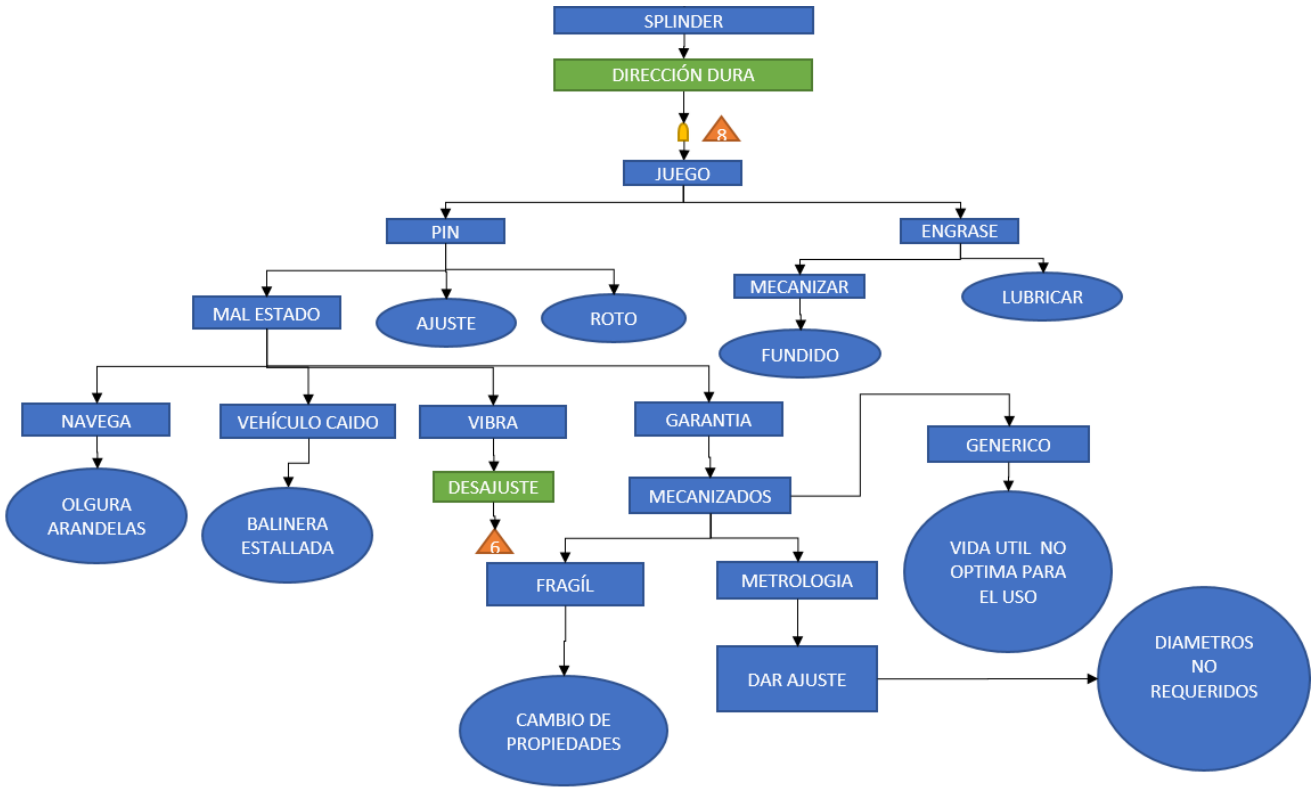
Gráfica 110-4: Árbol de fallos (componente barra transversal)
Fuente: Autores



Gráfica 110-5: Árbol de fallos (componente caja de dirección)
Fuente: Autores



Gráfica 10-6: Árbol de fallos (componente bomba del hidráulico)
fuente: Autores



Gráfica 10-7: Árbol de fallos (componente Splinder)
Fuente: Autores

10.2 Frenos

La tabla que se muestra a continuación contiene la información que especifica la frecuencia de fallo de cada componente durante el periodo de evaluación comprendido entre enero 2014 a diciembre 206.

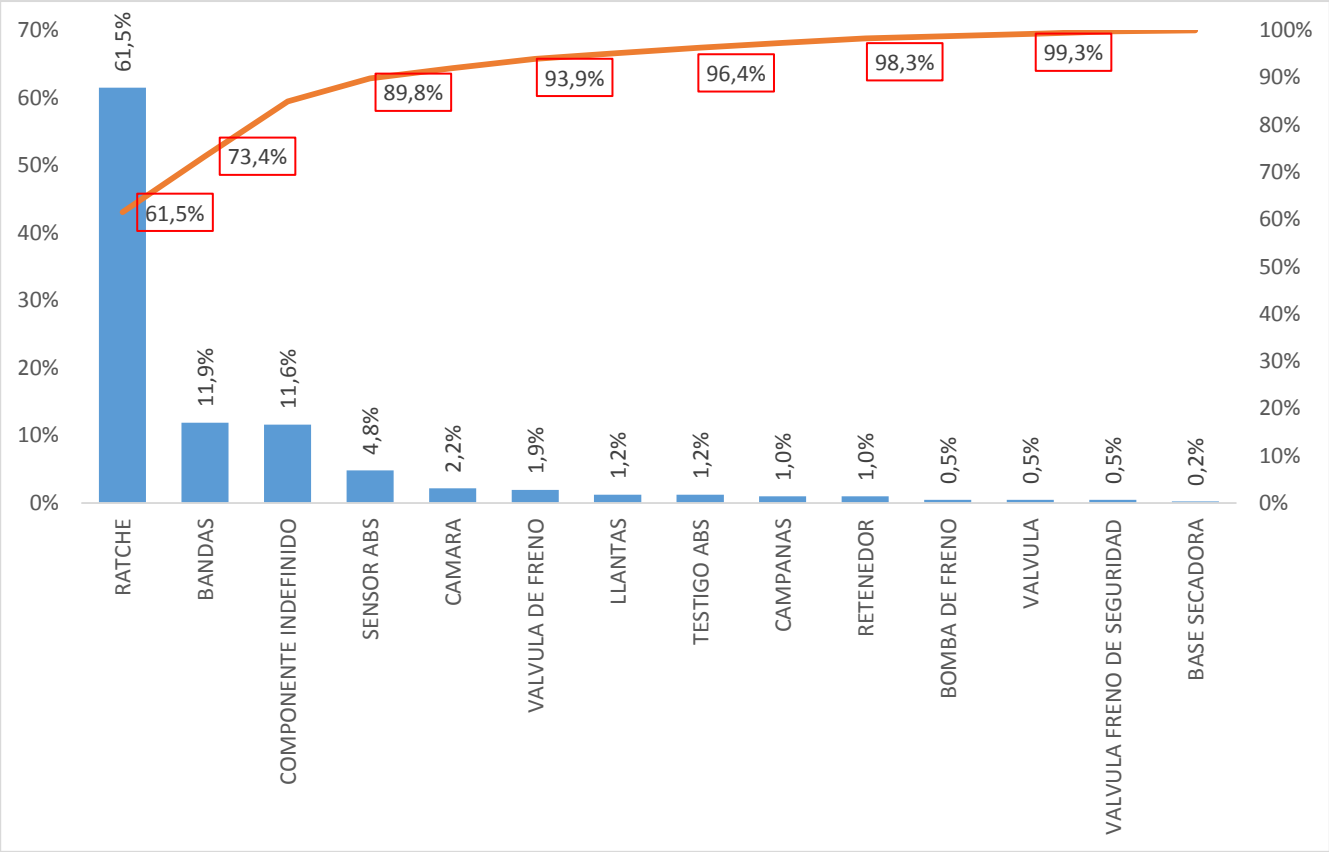
Para este subsistema se encontraron fallos en 13 componentes repartidos en un total de 413 registros.

	Componente	Frecuencia
1	Ratchet	254
2	Bandas	49
3	Componente indefinido	48
4	Sensor ABS	20
5	Cámara	9
6	Válvula de freno	8
7	Llantas	5
8	Testigo ABS	5
9	Campanas	4
10	Retenedor	4

11	Bomba de freno	2
12	Válvula	2
13	Válvula freno de seguridad	2
14	Base secadora	1

Tabla 10-2: Resumen fallos en componentes
Fuente: Autores

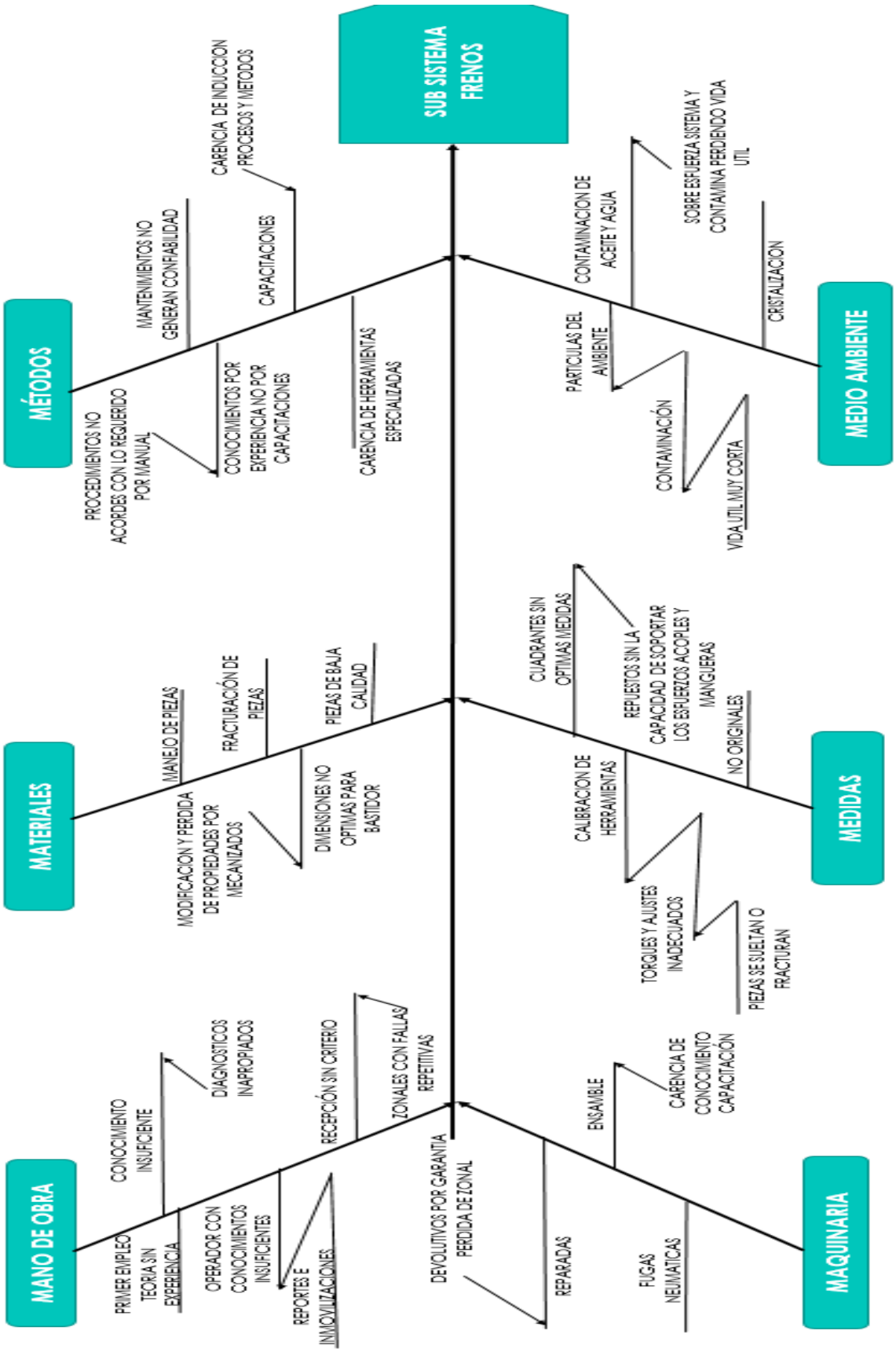
Con base en la tabla anterior se desarrolla el siguiente diagrama de Pareto para observar de manera gráfica la distribución de los componentes de acuerdo a la cantidad de fallos registrados.



Gráfica 10-3: Pareto componentes sub-sistema Frenos
Fuente: Autores

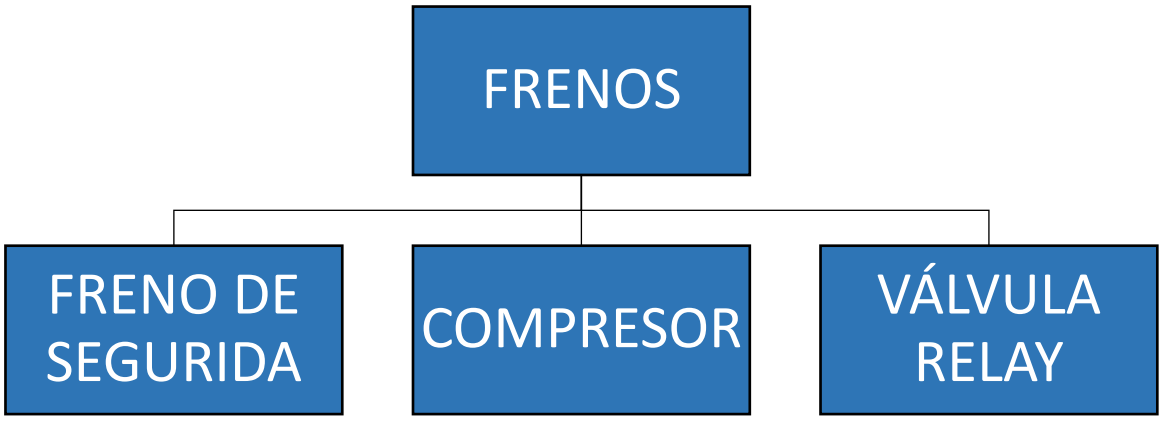
De la gráfica anterior se evidencia que el componente que más presenta intervención por parte de mantenimiento es el Ractche, este componente es el encargado de realizar la graduación de frenos.

Sabiendo esto es necesario establecer un cronograma de graduación que permita eliminar este componente de las acciones correctivas, ingresando esta actividad dentro de las actividades de alistamiento general de flota, en la propuesta del plan de mantenimiento.

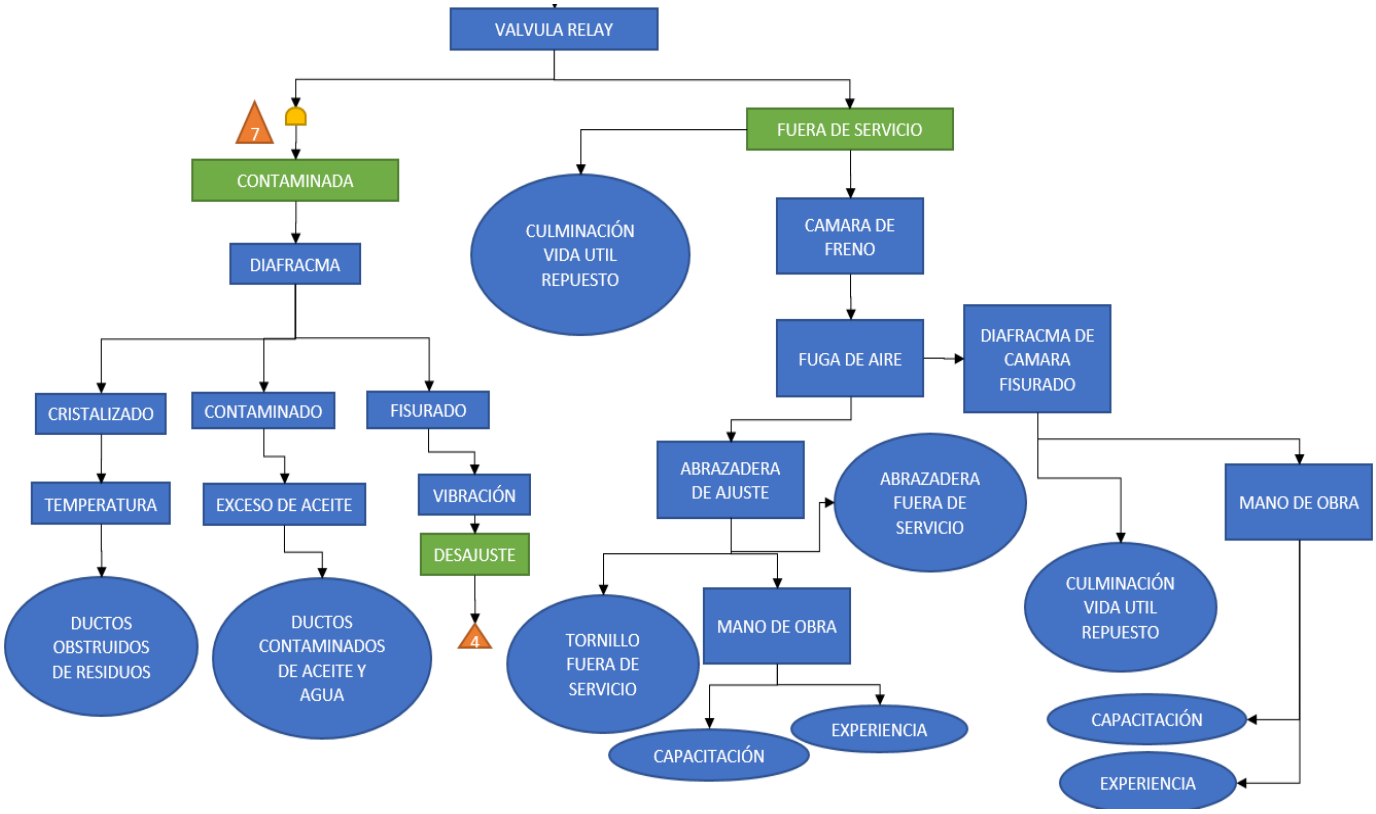


Gráfica 10-9: Diagrama Ishikawa
Fuente: Autores

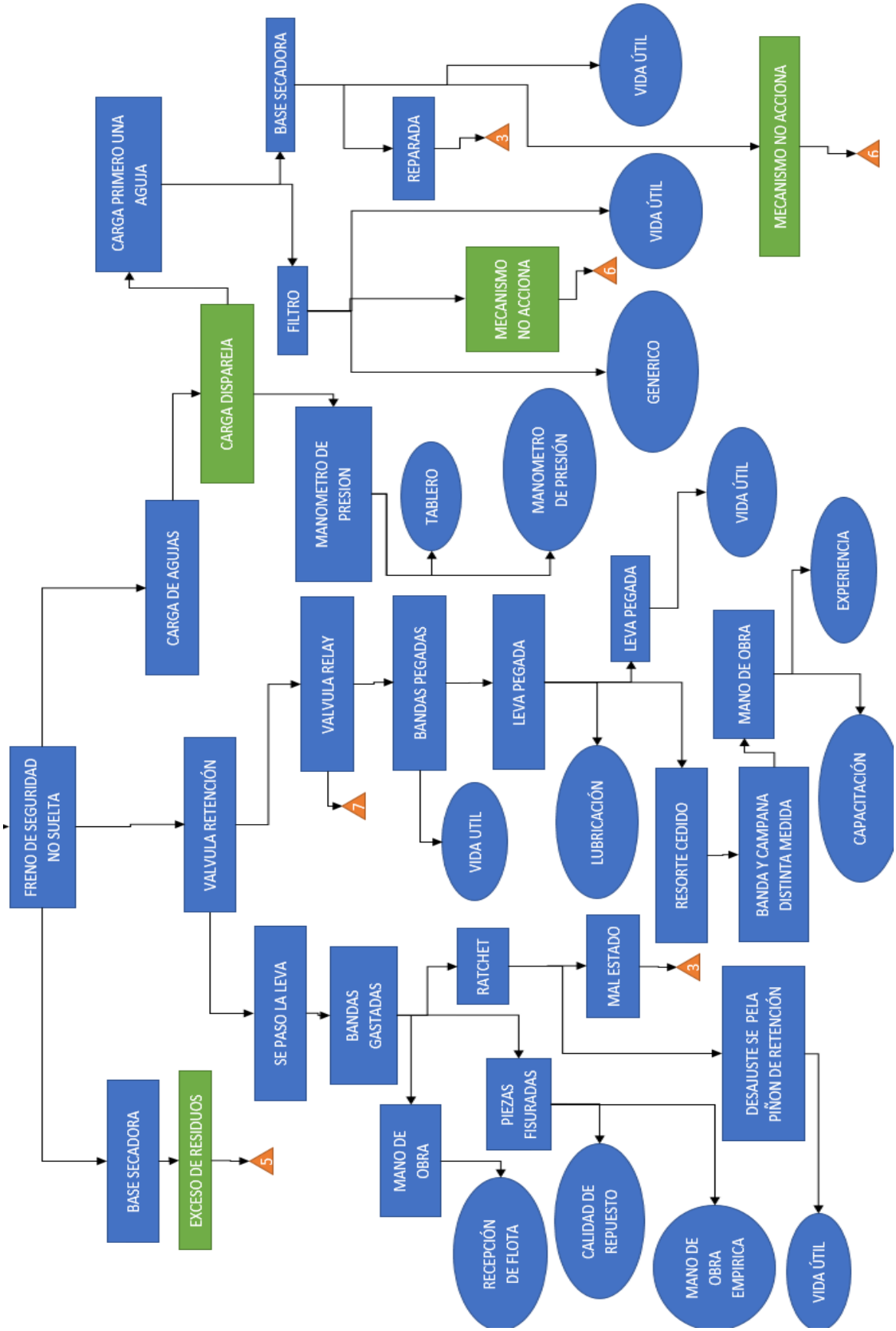
El sub-sistema de frenos cuyo sistema se define en la sección 8.2.3, se analiza tomando los datos recogidos a lo largo de la sección 9.3.4 para poder obtener el diagrama Ishikawa mostrado en la gráfica 10-9 junto con el árbol de fallos, el cual está distribuido en las gráficas 10-10; 10-11; 10-12; 10-13. Los posibles modos y efectos de fallo resultan del análisis de las gráficas anteriormente nombradas en este párrafo.



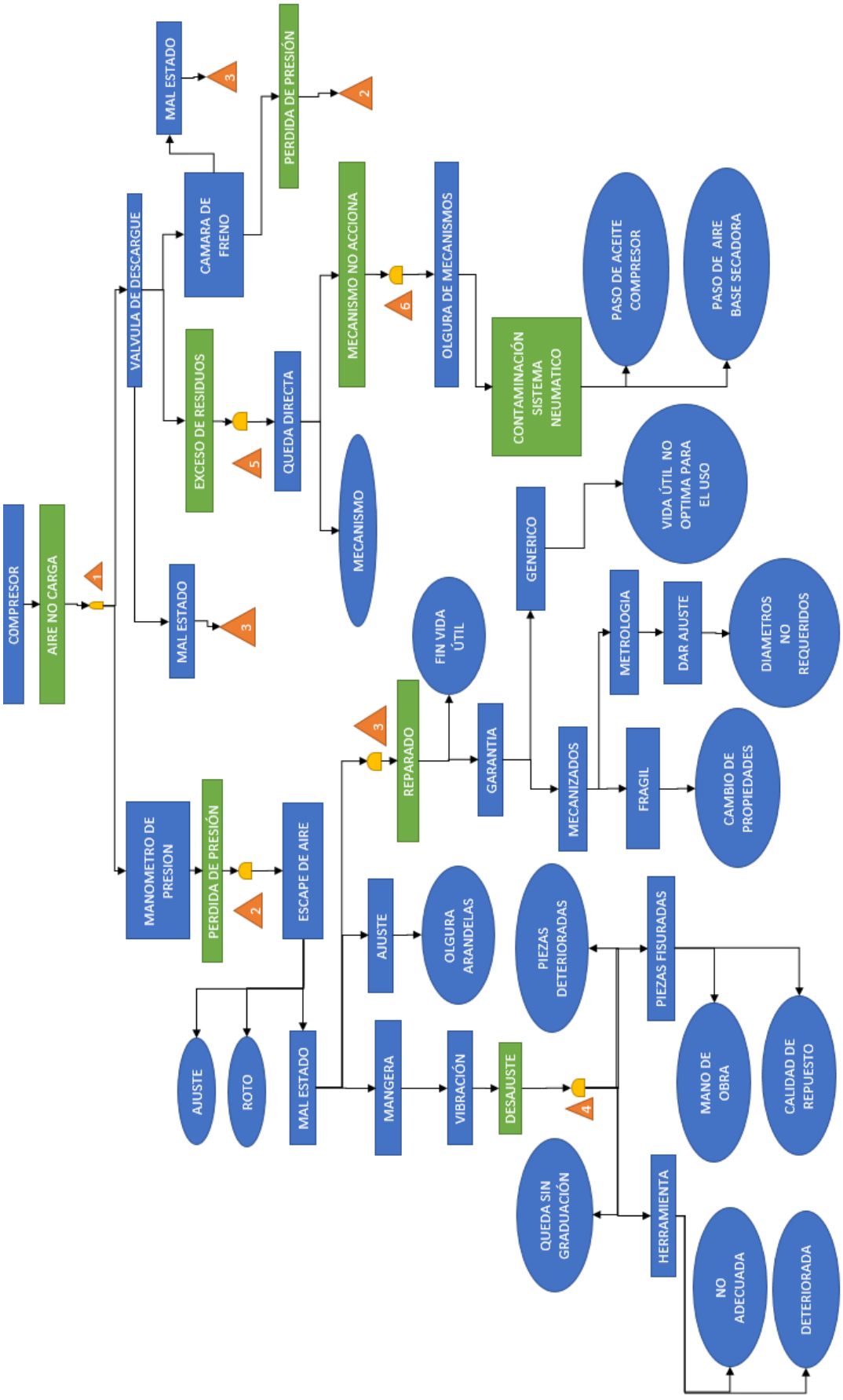
Gráfica 10-10: Árbol de fallos línea principal
Fuente: Autores



Gráfica 110-41: Árbol de fallos (componente válvula relay)
Fuente Autores



Gráfica 10-12: Árbol de fallos (componente freno de seguridad)
Fuente: autores



Gráfica 10-13: Árbol de fallos (componente compresor)
Fuente: Autores

11 Determinación áreas y responsabilidades

11.1 Mantenimiento

RESPONSABLE				
Director de Mantenimiento				
OBJETIVO				
Garantizar la disponibilidad de los vehículos para la operación				
ALCANCE				
El alcance del proceso va desde la vinculación del Vehículo hasta la finalización de la vida útil del mismo y su desvinculación.				
ACTIVIDADES				
PROVEEDOR	**ENTRADA**	**ACTIVIDAD**	**SALIDA**	**CLIENTE**
PLANEAR				
GERENCIA	Plan estratégico	Ejecución del plan estratégico	Seguimiento a la ejecución del plan estratégico	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Presupuesto aprobado	Ejecución a la planeación presupuestal	seguimiento a la ejecución presupuestal	
HACER				
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Planeación de buses y tablas partidas superiores a tres horas	Mantenimiento preventivo Programado	Entrega de vehiculos disponibles	OPERACIONES
OPERADORES Y CLIENTE	Reporte de novedades de Mantenimiento		Requisición de suministros	ALMACEN
MANTENIMIENTO	Orden de Trabajo		Requisición de Repuestos	COMPRAS
PROVEEDOR, SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE	Certificado de Aprobación de Emisiones		Aprobación del vehículo por parte de Secretaria de Ambiente	OPERACIONES
OPERACIONES	Alistamiento de Flota		Entrega de Movil disponible	
CLIENTE, ESTADO	Requerimientos legales y contractuales		Presentación del vehiculo Operativo	CLIENTE
			Buses vinculados	OPERACIONES
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Planeación de buses y tablas partidas superiores a tres horas	Mantenimiento correctivo	Relación buses disponibles	
OPERADORES, CLIENTE, USUARIOS, MANTENIMIENTO	Reporte de novedades		Requerimientos a Almacén	ALMACEN Y OPERACIONES
MANTENIMIENTO	Recepción de flota		Requerimiento de Buses a Operaciones para Mantenimiento	ALMACEN
	Orden de Trabajo		Requisición de Servicios	COMPRAS
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Planeación de buses y tablas partidas superiores a tres horas	Mantenimiento de equipos y Herramientas de Precisión	Certificado emitido por proveedor	MANTENIMIENTO
MANTENIMIENTO	Plan de mantenimiento preventivo			
	Plan de calibración		Entrega de equipos en buenas condiciones	TÉCNICOS
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Planeación de buses y tablas partidas superiores a tres horas	Control de consumo de combustible y kilometraje	Información para creación de informe	HSEQ, FINANCIERA
MANTENIMIENTO	GESTSAE			
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Planeación de buses y tablas partidas superiores a tres horas	Programación turnos del personal de mantenimiento	Requisición personal	GESTIÓN HUMANA
MANTENIMIENTO	Programación de actividades		Publicación de turnos	PERSONAL MANTENIMIENTO
TODOS LOS PROCESOS	Objetivos, metas y programas	Alimentar Hoja de vida del indicador	Reporte de indicadores	HSEQ
	Documentación de la gestion del cambio	Análisis y seguimiento de la gestión del cambio	Gestión de cambio	
TODOS LOS PROCESOS	Necesidades del proceso	Gestionar necesidades del proceso	Necesidades de gestión humana y capacitaciones correspondientes al personal ejecutadas	GESTIÓN HUMANA
			Necesidades administrativas ejecutadas	TODOS LOS PROCESOS
			Requisición de compra realizada	COMPRAS
			Necesidades tecnológicas atendidas	TIC
			Necesidades de infraestructura atendidas	INFRAESTRUCTURA
	Documentos eliminados, modificados o creados		Solicitud inclusión actualización y eliminación de documentos gestionados	HSEQ
VERIFICAR				
HSEQ-CONTROL INTERNO ENTE CERTIFICADOR ENTIDADES DE CONTROL	Auditorias	Atención a las auditorias	Informe de auditoria	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Indicadores	Realizar seguimiento a los indicadores	Planes de mejoramiento y cumplimiento de metas	
ACTUAR				
TODOS LOS PROCESOS	Reporte de indicadores	Documentar acciones correctivas, preventivas y de mejora	Planes de mejoramiento	TODOS LOS PROCESOS

Tabla 11-1: Caracterización área de mantenimiento
Fuente: Este es mi bus SAS

11.2 Operaciones

RESPONSABLE				
Director de Operaciones				
OBJETIVO				
Asegurar la prestación del servicio con calidad y seguridad cumpliendo con los requisitos contractuales, legales y bajo criterios de eficiencia y eficacia que garanticen la sostenibilidad del negocio.				
ALCANCE				
El proceso tiene alcance desde la planeación del servicio hasta el verificación del servicio prestado Vs el soporte de fiduciario.				
ACTIVIDADES				
PROVEEDOR	**ENTRADA**	**ACTIVIDAD**	**SALIDA**	**CLIENTE**
PLANEAR				
GERENCIA	Plan estratégico	Ejecución del plan estratégico	seguimiento a la ejecución del plan estratégico	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Presupuesto aprobado	Ejecución a la planeación presupuestal	seguimiento a la ejecución presupuestal	
HACER				
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Programación de rutas, buses y operarios	Montaje de la bitácora	asignación de buses y operadores	CENTRO DE CONTROL
MANTENIMIENTO	Disponibilidad de flota	Verificación de recursos		
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Disponibilidad de operadores			
OPERACIONES	Bitácora de operación	Ejecución del procedimiento de despachos	Bitácora de operación con ejecutada	OPERACIONES
ADMINISTRATIVO	Documentos renovados de las pólizas	Seguimiento a la renovación de pólizas	Renovación de Pólizas (Matriz programa seguros)	OPERACIONES
	Control de los archivos de acuerdo a la normativad	Mantener los archivos organizados con su correspondiente control de acuerdo a la normatividad	Necesidades de organizar y actualizar los archivos con su correpondiente normatividad y control	TODOS LOS PROCESOS
GESTIÓN HUMANA	Certificado actualización	Capacitación de actualizaciones	Capacitación actializaciones	OPERACIONES
	Informe proceso disciplinario	Verificación y seguimiento al informe proceso disciplinario	Reporte de ausentismo	MANTENIMIENTO/OPERACIONES/ GESTIÓN HUMANA
	Pago nómina y seguridad social	Verificación del pago	Desprendible de nomina	TODOS LOS PROCESOS
	Resultado de la evaluación del desempeño	Ejecución y retroalimentación de la evaluación del desempeño	Retroalimentación de evaluación del desempeño	TODOS LOS PROCESOS
CENTRO DE CONTROL	Novedades de operación	Verificación y asignación de recursos	Atención de novedades	CENTRO DE CONTROL
	Informe de auditoria, recomendaciones de mejora, identificación de riesgos	Revisión y verificación a informe de auditoria	Seguimiento a informe de auditoria y sus correspondientes recomendaciones	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Objetivos, metas y programas	Alimentar Hoja de vida del indicador	Reporte de Indicadores	HSEQ
	Documentación de la gestion del cambio	Análisis y seguimiento de la gestión del cambio	Gestión de cambio	
TODOS LOS PROCESOS	Necesidades del proceso	Gestionar necesidades del proceso	Necesidades de gestión humana y capacitaciones correspondientes al personal ejecutadas	GESTIÓN HUMANA
			Necesidades administrativas ejecutadas	TODOS LOS PROCESOS
			Requisición de compra realizada	COMPRAS
			Necesidades tecnológicas ejecutadas	TIC
			Necesidades de infraestructura ejecutadas	INFRAESTRUCTURA
	Documentos eliminados, modificados o creados		Solicitud inclusión actualización y eliminación de documentos gestionados	HSEQ
VERIFICAR				
HSEQ- CONTROL INTERNO ENTE CERTIFICADOR ENTIDADES DE CONTROL	Auditorias	Atención a las auditorias	Informe de auditoria	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Indicadores	Realizar seguimiento a los indicadore a los indicadores y determinar pertinencia de las acciones	Planes de mejoramiento y cumplimiento de metas	
ACTUAR				
TODOS LOS PROCESOS	Reporte de indicadores	Documentar acciones correctivas, preventivas y de mejora	Planes de mejoramiento	TODOS LOS PROCESOS

Tabla 11-2: Caracterización área de operaciones
Fuente: Este es mi bus SAS

11.3 Control interno

RESPONSABLE				
Jefe Control Interno				
OBJETIVO				
Establecer la metodología y lineamientos para la adecuada planeación, ejecución y cierre de las auditorias de control interno y PQRS.				
ALCANCE				
Inicia con la verificación del cumplimiento legal, contractual y disposiciones internas de la organización hasta la elaboración y rendición de los informes, con el fin de dar claridad, transparencia y eficiencia en el manejo de los recursos				
ACTIVIDADES				
PROVEEDOR	**ENTRADA**	**ACTIVIDAD**	**SALIDA**	**CLIENTE**
PLANEAR				
GERENCIA	Plan estratégico	Ejecución del plan estratégico	Seguimiento a la ejecución del plan estrategico	TODOS LOS PROCESOS
GERENCIA	Planeacion estrategica Los objetivos de la organización. Informes entes externos (Dian, Superintendencias, Revisoria fiscal, Tranasmilenio, Entre Otros)	Programa anual de auditorias	Programa anual de auditorias	
TODOS LOS PROCESOS	Presupuesto aprobado	Ejecución a la planeación presupuestal	Seguimiento a la ejecución presupuestal	
HACER				
CONTROL INTERNO	Programa de auditoria, Recomendaciones revisoria fiscal, matriz de riesgos, requerimiento de los procesos y subprocesos.	Auditorias, inspecciones y seguimiento de actividades desarrolladas por los procesos, identificación de riesgos y oportunidades e identificación de necesidades.	Informe de auditoria,Recomendaciones de mejora, identficacion de riesgos.	TODOS LOS PROCESOS
ENTES EXTERNOS	Requerimientos contractuales y normativos	Elaboración y envio de informes	Informes y contestación de requerimientos a entes de control	ENTES EXTERNOS
USUARIOS	PQRS	Verificación, confirmación y contestacion de la PQR bajo los criterios establecidos por el ente gestor.	Cierre de PQRS	USUARIOS
CLIENTE, USUARIOS	OFICIOS		Cierre oficios	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Objetivos, metas y programas	Alimentar Hoja de vida del indicador	Reporte de Indicadores	HSEQ
	Documentación de la gestion del cambio	Análisis y seguimiento de la gestión del cambio	Gestión de cambio	
TODOS LOS PROCESOS	Necesidades del proceso	Gestionar necesidades del proceso	Necesidades de gestión humana y capacitaciones correspondientes al personal ejecutadas	GESTIÓN HUMANA
			Necesidades administrativas ejecutadas	TODOS LOS PROCESOS
			Requisición de compra realizada	COMPRAS
			Necesidades tecnológicas ejecutadas	TIC
			Necesidades de infraestructura ejecutadas	INFRAESTRUCTURA
	Documentos eliminados, modificados o creados		Solicitud inclusión actualización y eliminación de documentos gestionados	HSEQ
VERIFICAR				
HSEQ-CONTROL INTERNO ENTE CERTIFICADOR	Auditorias	Atención a las auditorias	Informe de auditoria	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Auditorias internas	Seguimiento planes de acción y recomendaciones	Informe de cumplimiento y seguimiento de auditorias	
TODOS LOS PROCESOS	Indicadores	Realizar seguimiento a los indicadores	Planes de mejoramiento y cumplimiento de metas	
ACTUAR				
CONTROL INTERNO	Informe de cumplimiento y seguimiento de auditorias	Comunicación y divulgacion de resultados a Gerencia	Medidas a los procesos	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Reporte de indicadores	Documentar acciones correctivas, preventivas y de mejora	Planes de mejoramiento	TODOS LOS PROCESOS

Tabla 11-3: Caracterización área de control interno
Fuente: Este es mi bus SAS

11.4 Compras y almacén

RESPONSABLE				
JEFE COMPRAS Y ALMACEN				
OBJETIVO				
Atender de forma oportuna las necesidades del cliente interno bajo parámetros de selección, evaluación y reevaluación de los proveedores que suministran productos y servicios para asegurar y ejecutar de forma oportuna las compras así como el seguimiento al desempeño de los proveedores.				
ALCANCE				
Inicia con la determinación de criterios para evaluación, selección y reevaluación de proveedor, el seguimiento al proveedor hasta recibir a conformidad el producto o servicio comprado, la ejecución de la compra, finalizando con la entrega de documentación a financiera para que realicen el pago.				
ACTIVIDADES				
PROVEEDOR	**ENTRADA**	**ACTIVIDAD**	**SALIDA**	**CLIENTE**
PLANEAR				
GERENCIA	Plan estratégico	Ejecución del plan estratégico	Seguimiento a la ejecución del plan estratégico	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Presupuesto aprobado	Ejecución a la planeación presupuestal	Seguimiento a la ejecución presupuestal	
COMPRAS Y ALMACEN	Planeación comité	Ejecución del comité	seguimiento a la ejecución del comité	COMPRAS Y ALMACEN
HACER				
TODOS LOS PROCESOS	Requerimientos de los procesos	Compras administrativas	Solicitudes de cotización	PROVEEDORES
PROVEEDOR	Cotizaciones	Análisis de cotizaciones	Cotización final	
COMPRAS Y ALMACEN			Orden de compra	
MANTENIMIENTO	Requisición por parte de mantenimiento	Manejo de inventario	Entrega de repuestos e insumos	MANTENIMIENTO
			Descargue en SIEF	ALMACEN
			Solicitud de compra SIEF	COMPRAS
TODOS LOS PROCESOS	Selección,evaluación y reevaluación de proveedores	Selección e inscripción, evaluación y reevaluación de proveedores	Registros de proveedores en SIEF	COMPRAS
			Entrega documento proveedores	FINANCIERA
			Inscripción de Proveedores	COMPRAS
			Formato evaluación y reevaluación de contratistas	COMPRAS
			Formato Criterios de selección proveedores críticos	COMPRAS- HSEQ
	Requisiciones generales	Solicitar cotizaciones	Orden de compra	PROVEEDOR
			Cotización	COMPRAS
ALMACEN	Solicitud de compra SIEF		Entrega de repuestos e insumos	TODOS LOS PROCESOS
MANTENIMIENTO	Cotización autorizada por Mantenimiento	Orden de servicio	Entrega de facturas	FINANCIERA
PROVEEDOR	Orden de compra y remisión	Recepción del insumo	Salida del repuesto a la flota	MANTENIMIENTO
PROVEEDOR	Factura emitida por proveedor	Verificación y radicación de facturas	Entrega de facturas	FINANCIERA
TODOS LOS PROCESOS	Requisición de compra	Ordenes de compra	Entrega del material solicitado	TODOS LOS PROCESOS
GESTIÓN HUMANA	Solicitud de dotación	Orden de compra	Entrega de dotación	OPERACIONES, MANTENIMIENTO
	Matriz dotación	Solicitud con proveedor de dotación	Ingreso SIEF	
			Descargue material SIEF	
TODOS LOS PROCESOS	Objetivos, metas y programas	Alimentar Hoja de vida del indicador	Reporte de Indicadores	HSEQ
	Documentación de la gestion del cambio	Análisis y seguimiento de la gestión del cambio	Gestión de cambio	
TODOS LOS PROCESOS	Necesidades del proceso	Gestionar necesidades del proceso	Necesidades de gestión humana y capacitaciones correspondientes al personal ejecutadas	GESTIÓN HUMANA
			Necesidades administrativas ejecutadas	TODOS LOS PROCESOS
			Requisición de compra realizada	COMPRAS
			Necesidades tecnológicas	TIC
			Necesidades de infraestructura	INFRAESTRUCTURA
	Documentos eliminados, modificados o creados		Solicitud inclusión actualización y eliminación de documentos gestionados	HSEQ
VERIFICAR				
COMPRAS	Procedimiento compras	Evaluación de proveedores y reevaluación	Resultado de la evaluación	COMPRAS
			Retroalimentación a proveedores por correo electrónico	PROVEEDOR
HSEQ-CONTROL INTERNO ENTE CERTIFICADOR ENTIDADES DE CONTROL	Auditorias	Atención a las auditorias	Informe de auditoria	TODOS LOS PROCESOS
TODOS LOS PROCESOS	Indicadores	Realizar seguimiento a los indicadores	Planes de mejoramiento y cumplimiento de metas	
ACTUAR				
TODOS LOS PROCESOS	Reporte Indicadores	Documentar acciones correctivas, preventivas y de mejora	Planes de mejoramiento	TODOS LOS PROCESOS

Tabla 11-4: Caracterización área compras y almacén
Fuente: Este es mi bus SAS

12 Programa de mantenimiento

La propuesta de plan de mantenimiento se estructura con base en acciones claras, enfocadas a satisfacer los requerimientos del cliente, asegurando disponibilidad de la flota procurando eliminar la necesidad de tomar acciones correctivas para el correcto funcionamiento del vehículo. Para que funcione el plan de mantenimiento es necesario diseñar estrategias de integración y transición entre el modelo de mantenimiento actual y el propuesto de modo que pueda haber una implementación exitosa de las acciones recomendadas sin impactar de manera negativa el funcionamiento regular de la empresa.

12.1 Contexto operativo de la empresa

1. Proceso requisición de repuestos por parte del técnico largo, con muchas fases de control, producen lapsos de ocupación del técnico de 45 minutos en promedio, para trámites ajenos a su cargo, por cada requisición de repuesto tramitada.

Procedimiento	Encargado	Tiempo [min]
1. Dirigirse a almacén	Técnico	2
2. Solicitud códigos de repuestos	Técnico	5-10
3. Verificación códigos	Almacén	3-5
4. Entrega de códigos a técnico	Almacén	5-10
5. Apertura de requerimiento ante PCM	Técnico	2
6. Verificación y apertura requerimiento	PCM	2
7. Pedir autorización ante supervisor	Técnico	5-10
8. Verificación y diligenciamiento de formatos para el repuesto requerido	Técnico	4-10
9. Revisión de repuesto en sistema	Supervisor	2
10. Autorización de requerimiento	Supervisor	3-5
11. Entrega de requerimiento autorizado a almacén	Técnico	2
12. Alistamiento de repuesto	Almacén	5-10
13. Aprobación del repuesto	Técnico	2
14. Entrega de repuesto	Almacén	2

Tabla 12-1: Proceso requisición repuestos
Fuente: Autores

2. Sistema de códigos para los repuestos confuso.
    - Se encuentran varios códigos para mismo repuesto
    - No se depuran códigos sin uso

3. Área de mantenimiento con alta rotación de supervisores

- Exigencia de resultados sin considerar el impacto que el incumplimiento de las otras áreas genera en mantenimiento.
- Proceso con la carga solo en mantenimiento.
- Demasiada flota inoperante
- Demasiados temas que atender por turno, desgaste físico y mental, exigencia de tiempo disponible adicional a jornada laboral por ser personal de confianza.
- Falta integración entre los equipos al cambiar de turno secciones de mantenimiento.
- Bajos índices de disponibilidad de flota.

4. No se realiza control de calidad sobre los repuestos adquiridos por parte de su recepción.
    - Repuestos suministrados por parte de almacén llegan sin ser revisados
    - Reprocesos en los mantenimientos por garantías.

5. Operaciones no realiza verificación y toma acciones correctivas con referente a los TM.
    - No genera seguimiento a vehículos estrellados por causa de frenos o dirección, responsable de este proceso asume gastos por parte del concesionario.

6. Proveedores no certificados (para la reparación de repuestos).
    - Alto riesgo por falta de garantías y costos debido a reprocesos
    - Pérdida de tiempo en montaje y desmontaje de repuesto
    - La disponibilidad de los zonales es muy baja ya que las reparaciones no tienen la calidad requerida y las varadas en vía son recurrentes por la misma causa.
    - Los estándares de calidad que manejan las instalaciones de algunos proveedores no son las más óptimas (maquinaria hechiza) para realizar las pruebas adecuadas para las reparaciones realizadas.

7. Pésima comunicación y relación laboral entre las diferentes áreas
    - los bajos conocimientos de los procesos nos llevan a sugerir capacitaciones para saber cómo se realiza el proceso de cada área para comprender y saber abordar cada situación presente en el diario laboral.
    - Falta un coordinador de procesos por patio que haga seguimiento a la integración entre las diferentes áreas.
    - Falta de sentido de pertenencia por parte de algunos operadores ocasionan: (saboteo-tablas perdidas- ambiente laboral incomodo

8. No se cuenta con stock de repuestos.
    - Almacén no cuenta con cantidad suficiente de repuestos de uso común, retrasando todos los procesos de mantenimiento.
    - Petición de repuestos según necesidad inmediata
    - Falta de un sistema de control de repuestos basado en históricos de requisiciones, que tenga en cuenta repuestos con mayor rotación.

9. Personal contratado no cuenta con el perfil idóneo para su labor en algunos casos

10. “misscomunication” no existe un lenguaje estándar que permita a todos asimilar y manejar la información de la misma manera.

11. Reportes de varadas falsos, sin control

12.2 Acciones sugeridas

1. Aprovechar la tecnología y medios informáticos para agilizar el proceso de requisición, bajo esta propuesta (tabla12-2) el técnico gastaría en promedio media hora en todo el proceso de pedido de un repuesto.

Procedimiento	Encargado	tiempo [min]
Solicitud de repuesto en sistema	Técnico	3
Autorización de requisición en sistema	Supervisor	3
Verificación y autorización de requerimiento	Supervisor	5-15
Alistamiento y entrega de repuesto	Almacén	5-10
Aprobación de repuesto	Técnico	2

Tabla 12-2: Propuesta para requisición de repuestos
Fuente: autores

2. Actualizar constantemente la base de datos del sistema, mantener todos los registros para fines de trazabilidad, sólo mostrar en sistema al que tiene acceso el técnico, lista de repuestos que tienen flujo.

3. Establecer sistema de control convergente entre las áreas

4. Definir y controlar el alcance de cada área y su impacto por incumplimiento en las demás áreas.

5. Implementar plan de mantenimiento para maximizar disponibilidad de la flota.

6. Contratar personal suficiente para tratar todas las tareas requeridas.

7. Generar programa de integración que permita continuidad de tareas entre cambio de turnos.

8. Establecer relación sólo con proveedores certificados

9. Realizar control de calidad a los repuestos cuando ingresan al almacén.

10. Realizar seguimiento e identificación causa raíz cada vez que un vehículo se estrelle por causa de frenos o dirección, determinar responsable, integrar un sistema de lecciones aprendidas.

11. Condicionar contratos de garantías con multas que compensen las perdidas por reprocesos a causa de los servicios prestados por el proveedor.

12. Establecer plan de control para vehículos que fallen fuera de patios (identificar causa raíz de fallo, asignación de responsables, esquema de lecciones aprendidas)
13. Creación cargo: coordinador de procesos por patio (responsable de seguimiento, control, rendición de cuentas y comunicación, de los procesos que integran a las áreas como conjunto).

14. Generar sistema de incentivos extralegales que aumente sentido de pertenencia de los operadores y empleados hacia la empresa.

15. Adquirir repuestos genuinos

16. Generar confirmación de diagnóstico de varada con asignación de un responsable para evitar falsos positivos.

17. Dar seguimiento a los operadores ya que por TM llegan alrededor de 3 a 6 vehículos semanales por causas de sistema de frenado y dirección.

18. Hacer seguimiento sobre repuestos de alta rotación teniendo en cuenta stock mínimo de cada marca y línea. (Realizar código único por repuesto según marca y línea)

19. Realizar contratación de personal con perfil que se ajuste cómodamente a las exigencias de cada área.

    a. Recepcionista de flota (técnico)
    b. Supervisor (ingeniero)
    c. Auxiliar PCM (técnico mecánico + curso de Excel)

20. Establecer un esquema de capacitación regular, que estimule la interacción entre las diferentes áreas, genere análisis convergentes enfocados planes de mejora y permita que todos en la empresa hablen el mismo idioma

21. Plan amigo, generación de sentido de pertenencia de los colaboradores con la compañía esta propuesta va enfocada a los técnicos y supervisores por parte de mantenimiento, por parte de operaciones se sugiere que sean para los operadores, centro de control, supervisores, analistas y centro de control mantenimiento.

    a. Esta opción ayudara a que cada persona colaboradora del proyecto sepa la importancia de su función y en proceso de operatividad de los vehículos.

12.3 Plan de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BUSES BLUE BIRD			
Actividades 5,000 km.			
Descripción	**Sub**	**Tiempo**	**Observaciones**

	sistema		
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar Sistema de Frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúan con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúan con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio de aceite par eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		
Engrasar chasis, suspensión, transmisión, cardán sistema de dirección y frenos.			Adquirir el manual y capacitar al personal para el uso de torques

Revisar sistema de transmisión, diferencial, cardán (juego crucetas) y verificación de torques y niveles.			obteniendo las herramientas adecuadas para su ejecución

Tabla 12-3: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 5.000 Km
Fuente: Autores.

Plan de mantenimiento preventivo buses blue Bird			
Actividades 10,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		

Tabla 12-4: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 10.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BUSES BLUE BIRD			
Actividades mecánica 15,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		

Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio de aceite eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		

Tabla 12-5: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 15.000 Km
Fuente: Autores

Plan de mantenimiento preventivo buses blue Bird			
Actividades mecánica 20,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		

Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio de aceite eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		

Tabla 12-6: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 20.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BUSES BLUE BIRD			
Actividades mecánica 25,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		

Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio de aceite eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		

Tabla 12-7: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 25.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BLUE BIRD			
Actividades mecánica 30,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		

Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Realizar cambio de filtro secador de 30,000 realizar inspección (genuino) y realizar mantenimiento a base secadora	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos: mangueras, válvulas, líneas neumáticas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio aceite de eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		
Engrasar chasis, suspensión, transmisión, cardán sistema de dirección y frenos.			Adquirir el manual y capacitar al personal para el uso de torques

Revisar sistema de transmisión, diferencial, cardán (juego crucetas) y verificación de torques y niveles.			Obteniendo las herramientas adecuadas para su ejecución

Tabla 12-8: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 30.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BUSES BLUE BIRD			
Actividades mecánica 35,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		

Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio aceite de eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		
Engrasar chasis, suspensión, transmisión, cardán sistema de dirección y frenos.			Adquirir el manual y capacitar al personal para el uso de torques
Revisar sistema de transmisión, diferencial, cardán (juego crucetas) y verificación de torques y niveles.			Obteniendo las herramientas adecuadas para su ejecución

Tabla 12-9: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 35.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BLUE BIRD			
Actividades mecánica 40,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		

Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio aceite de eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		
Engrasar chasis, suspensión, transmisión, cardán sistema de dirección y frenos.			Adquirir el manual y capacitar al personal para el uso de torques
Revisar sistema de transmisión, diferencial, cardán (juego crucetas) y verificación de torques y niveles.			Obteniendo las herramientas adecuadas para su ejecución

Tabla 12-10: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 40.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BUSES BLUE BIRD			
Actividades mecánica 45,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		

Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio aceite de eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		
Engrasar chasis, suspensión, transmisión, cardán sistema de dirección y frenos.			Adquirir el manual y capacitar al personal para el uso de torques
Revisar sistema de transmisión, diferencial, cardán (juego crucetas) y verificación de torques y niveles.			Obteniendo las herramientas adecuadas para su ejecución

Tabla 12-11: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 45.000 Km
Fuente: Autores

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BUSES BLUE BIRD			
Actividades mecánica 50,000 km.			
Descripción	**Técnico**	**Tiempo**	**Observaciones**
Comprobar desgaste de bandas (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de levas, resortes, cámaras, campanas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de carrera de frenado(realizar prueba de ruta a sitios de alta exigencia)	Frenos		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones o medidas que generen deterioro)	Frenos		
Revisar sistema de frenos (mangueras, válvulas, líneas neumáticas) (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de protección de línea neumática, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Frenos		
Verificación de protección de línea hidráulicas, racores y elementos que interactúa con el sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación del sistema de dirección realizando pruebas de estanqueidad al sistema (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		

Realizar inspección visual y prueba de viscosidad de estado del aceite del sistema de dirección del zonal (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificación de estado de mangueras de alta presión torque de racores y ajuste de abrazaderas. (de ser necesario realizar cambio de repuestos)	Dirección		
Verificar que las mangueras tengas las propiedades requeridas para el cumplimiento del sistema. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con especificaciones)	Dirección		
Verificar estado de cubos, splinder, rodamientos, realizando las pruebas visuales, realizar cambio aceite de eje y pacha. (de ser necesario realizar cambio de repuestos si no cumple con la calidad de uso)	Dirección		
Engrasar chasis, suspensión, transmisión, cardán sistema de dirección y frenos.			Adquirir el manual y capacitar al personal para el uso de torques
Revisar sistema de transmisión, diferencial, cardán (juego crucetas) y verificación de torques y niveles.			Obteniendo las herramientas adecuadas para su ejecución

Tabla 12-12: Tareas para mantenimiento de los subsistemas frenos y dirección 50.000 Km
Fuente: Autores

13 Viabilidad técnica y operativa

A continuación se presentara un resumen de costos operativos de la flota

Tipo de actividad	Valor en pesos
Ingresos generados por vehículo a diario	870.000.00
Costos debido a vehículo inoperativo	1.200.000.00
Presupuesto de repuestos mensual por vehículo	1.600.000.00
Costos de operación por vehículo a diario	570.000.00

Tabla 12-13: resumen costos por vehículo
Fuente: Autores

La información contenida en la tabla anterior se explicará con más detalle a continuación:

- Ingresos generados por vehículo a diario: Transmilenio realiza el pago de operación basándose en la capacidad de sillas por vehículo, los ingresos son debidos a 8 tablas por vehículo a diario, se recorren aproximadamente 250 km al día

- Costos debidos a vehículo inoperativo: En esta actividad se integran costos de operador, multas por inoperatividad, multas por mantenimiento, por tabla perdida, se suprimen incentivos por inoperatividad.

- Presupuesto de repuestos mensual por vehículo: El cálculo de este costo se realiza con base en los registros de los últimos tres meses de rotación de repuestos en almacén para toda la flota. Según el registro entregado por la empresa ESE ES MI BUS SAS. La rotación de los últimos 3 meses tiene un valor de $1.000.000.000 (mil millones de pesos colombianos) para toda la flota vinculada, teniendo en cuenta que la flota consta de 600 vehículos se obtiene el valor por vehículo.

- Costos de operación por vehículo a diario: costos asociados Operación, combustible, mantenimiento y parte administrativa.

La implementación del programa de mantenimiento generará:

- Disponibilidad de flota
- Disminución de inmovilizados
- Calidad del servicio prestado por parte de mantenimiento
- Asegura el mantenimiento preventivo de los zonales
- Disminuye tiempos de mantenimiento correctivo
- Disminuye costos administrativos asociados a tramites de inoperatividad
- Planes de mejora continua
- Disminución de multas

Con base en la información desarrollada a lo largo del documento, sumada al resumen de costos expuestos anteriormente se estima que la implementación del programa de mantenimientos es viable, puesto que la empresa cuenta con infraestructura suficiente para desarrollar la implementación del programa de mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. La falta de capacitación y conocimiento con referencia a los vehículos para su recepción genera la mayor cantidad de inmovilizaciones y novedades por parte de recepcionistas de flota, esto se evidencia en la apertura de Ordenes de Trabajo en las horas de la mañana y siendo las novedades las causas de inmovilización.

2. La falta de un esquema de trabajo integrado entre las áreas de mantenimiento, almacén y compras ocasiona tiempos extendidos de detención de los vehículos en patios, debido a las condiciones de entrega de repuestos por parte del proveedor.

3. Los programas de mantenimiento preventivo carecen de ejecución debido al incumplimiento de entrega de vehículos al área de mantenimiento, por parte de programación.

4. Las inmovilizaciones de vehículos se presentan en su mayoría por fallos en los sub-sistemas de frenos y dirección, debido a que estos son requerimientos de seguridad por parte de transmilenio.

5. Al trabajar con repuestos no certificados y sin un debido control de calidad para el ingreso, ocasiona reiteración en los fallos presentes en los vehículos, aumentando los costos de reparación.

6. Es necesaria una estandarización de procesos de ingreso de las órdenes de trabajo, puesto que hay muchas actividades sin claridad de desarrollo.

7. La falta de comunicación entre las áreas se ve reflejada en los prolongados tiempos de inoperatividad de los vehículos.

8. Los desincentivos del concesionario son demasiado altos para sustentar los gastos requeridos para la operatividad y mantenimiento adecuado de la flota.

9. Es necesario re calcular los tiempos estimados de reparación estimados e integrar los tiempos debidos a los procesos ajenos al área de mantenimiento.

REFERENCIAS

1. LEANEXPERTISE. Historia y evolución del mantenimiento [en línea]. http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm [25/08/2011]

2. RENOVETEC. Tipos de mantenimiento [en línea]. http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento [sin fecha de publicación] ANDREA VANESSA SALAS MOLINA. Unidad I, Función del mantenimiento [en línea]. https://es.scribd.com/document/73315982/Mantenimiento-Industrial-Unidad-I [21/11/2011]

3. TORRES IVAN, FUENTES MARCO, VELASCO CARLOS, ZHAU JOSE. Mantenimiento automotriz [en línea, slider 3]. https://www.slideshare.net/hemghydelvalle/mantenimiento-automotriz-plan-de-mantenimiento [22/12/2014]

4. ING. MARÍA BEATRIZ CÁCERES DIRECTORA PLANIFICACIÓN Y NEGOCIOS; SOLUCIONES INTEGRALES CORPORATIVAS ICS GROUP S.A. Cómo Incrementar la Competitividad del Negocio mediante Estrategias para Gerenciar el Mantenimiento. [sin fecha de publicación]

5. LEÓN AUGUSTO MARTINEZ GIRALDO. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Medellín, 2014. Trabajo de grado (Magister en Ingeniería Eléctrica). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Departamento de Energía Eléctrica y Automática.

6. BULE BIRD. Sigma buses. [en línea]. https://www.blue-bird.com/blue-bird/bus-finder/sigma-fe-diesel-9.asp [sin fecha de publicación]

7. WIKIPEDIA. Suspensión (automóvil). [en línea]. https://es.wikipedia.org/wiki/Suspensi%C3%B3n_(autom%C3%B3vil) [7/08/2017]

8. RED OPERATIVA DE DESGUACES ESPAÑOLES. ¿Qué es el sistema de transmisión? [en línea].https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-el-sistema-de-transmision/ [sin fecha de publicación]

9. DIEGO ALEJANDRO QUINTERO JIMENEZ. Los principales sistemas del automóvil. [en línea] http://www.sociedadytecnologia.org/blog/view/26378/los-7-principales-sistemas-del-automovil [11/08/2008]

10. TRANSMILENIO. Información general [en línea]. http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/informacion_general [09/07/2012]

11. ESTE ES MI BUS. Nuestra empresa [en línea]. http://intranet.esteesmibus.com/ [sin fecha de publicación]