

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA  
AUTOMOTRIZ DE LA EMPRESA RODATURS S.A

SERGIO ANDRÉS RUEDA CASTRO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2018

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA  
AUTOMOTRIZ DE LA EMPRESA RODATURS S.A

SERGIO ANDRÉS RUEDA CASTRO

Proyecto de grado para optar al título de  
INGENIERO MECÁNICO

Director  
PEDRO JOSÉ DIAZ GUERRERO  
Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2018

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	16
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	18
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE GRADO .....	20
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVOS.....	22
3.1.1 Objetivo general.....	22
3.1.2 Objetivos específicos .....	22
4. JUSTIFICACIÓN.....	23
5. MARCO CONCEPTUAL .....	27
5.1 MANTENIMIENTO.....	27
5.1.1 Tipos de mantenimiento.....	27
5.2 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO O KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIS) .....	28
5.2.1 Disponibilidad.....	28
5.2.2 Confiabilidad. ....	29
5.2.3 Mantenibilidad.....	29
5.3 DIAGRAMA DE PARETO O ABC .....	30
5.4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	32
5.4.1 Modelo de criticidad de factores ponderados.....	32
5.5 TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO DE PÁGINAS WEB DINÁMICAS.....	34

5.5.1 Servidor.....	34
5.5.2 Front-End.....	34
5.5.3 Back-End.....	36
5.5.4 Entornos de desarrollo integrado.....	36
6. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	38
6.1 INVENTARIO Y TAXONOMÍA.....	39
6.1.1 Codificación bajo la norma ISO 14224.....	39
6.1.2 Codificación bajo los requerimientos de la empresa.....	40
6.2 DOCUMENTOS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	44
6.2.1 Ficha de inspección.....	44
6.2.2 Orden de trabajo.....	53
6.2.3 Hoja de vida.....	54
6.2.4 Ficha técnica.....	55
6.3 DIAGNÓSTICO.....	59
6.3.1 Análisis de criticidad de factores ponderados.....	59
6.3.2 Análisis Pareto.....	62
6.4 CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	67
6.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA RODATURS S.A.....	69
6.5.1 Ingreso.....	70
6.5.2 Visualización y manejo del parque automotor.....	71
6.5.3 Visualización de fichas técnicas.....	72
6.5.4 Visualización de cronogramas de mantenimiento.....	73
6.5.5 Visualización e ingreso de órdenes de trabajo.....	73
6.5.6 Visualización de hojas de vida.....	74
6.5.7 Control de índices de gestión de mantenimiento.....	75
7. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	76
7.1 RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA.....	76

7.1.1 Costos de mantenimiento actuales. ....	76
7.1.2 Costos de implementación de la propuesta. ....	79
7.1.3 Costos de mantenimiento actuales vs costos de implementación de la propuesta. ....	84
8. RECOMENDACIONES.....	88
9. CONCLUSIONES .....	89
BIBLIOGRAFIA.....	90

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Instrumento dinámico de calificación PESV – Vehículos seguros. ....	25
Tabla 2. Matriz de criticidad .....	33
Tabla 3. Primer fragmento (codificación bajo los requerimientos de la empresa)..	41
Tabla 4. Segundo fragmento (codificación bajo los requerimientos de la empresa) .....	41
Tabla 5. Tercer fragmento (codificación bajo los requerimientos de la empresa)..	42
Tabla 6. Parque automotor Rodaturs S.A 2017 .....	43
Tabla 7. Ficha de inspección prediseñada por Rodaturs S.A .....	45
Tabla 8. Ficha de inspección .....	49
Tabla 9. Orden de trabajo .....	53
Tabla 10. Hoja de vida .....	55
Tabla 11. Parque Automotor (Chevrolet) .....	56
Tabla 12. Ficha técnica .....	56
Tabla 13. Ponderación factor de frecuencia de falla .....	60
Tabla 14. Ponderación factor de impacto operacional .....	60
Tabla 15. Ponderación factor de tiempo de falla.....	60
Tabla 16. Ponderación factor costo de tiempo muerto.....	61
Tabla 17. Ponderación factor de impacto de seguridad y medio ambiente.....	61
Tabla 18. Valores para la frecuencia de falla (Pareto) .....	63
Tabla 19. Valores para costo de tiempo muero al año (Pareto).....	64
Tabla 20. Vehículos críticos de la flota automotriz.....	66
Tabla 21. Cronograma de mantenimiento (Chevrolet).....	67
Tabla 22. Costos de mantenimiento actuales vs Costos de implementación de la propuesta (resumen conceptual) .....	76
Tabla 23. Descuentos por tiempos muertos (2016) .....	77
Tabla 24. Descuentos por tiempos muertos (2017) .....	77

Tabla 25. Descuentos por tiempo muerto (total 2016) .....	77
Tabla 26. Descuentos por tiempo muerto (total 2017) .....	78
Tabla 27. Descuentos por tiempo muerto (promedio anual) .....	78
Tabla 28. Salarios del personal.....	78
Tabla 29. Costos de mantenimiento actuales .....	78
Tabla 30. Equipo y herramientas .....	79
Tabla 31. Stock de repuestos y materiales .....	80
Tabla 32. Costos de implementación de la propuesta .....	84
Tabla 33. Costo actual vs Costo propuesta .....	84
Tabla 34. Costo actual vs Costo propuesta (con aporte de propietarios) .....	85

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Diagrama de Pareto para la frecuencia de falla .....	63
Gráfica 2. Diagrama de Pareto para los costos de tiempo muerto.....	65
Gráfica 3. Jerarquización de vehículos por medio del diagrama de Pareto .....	65
Gráfica 4. Costo actual vs Costo propuesta.....	85
Gráfica 5. Costo actual vs Costo propuesta (con aporte de propietarios) .....	86

## LISTA DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1. Disponibilidad .....	28
Ecuación 2. Confiabilidad .....	29
Ecuación 3. Mantenibilidad .....	30
Ecuación 4. Criticidad total por riesgo.....	32
Ecuación 5. Relación entre frecuencia de falla y costos de tiempo muerto .....	65

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Vehículo de Rodaturs S.A.....	18
Figura 2. Riesgos de no realizar mantenimiento preventivo .....	24
Figura 3. Principio 80-20, diagrama de Pareto .....	31
Figura 4. Ruta de trabajo .....	38
Figura 5. Pirámide de niveles taxonómicos para la jerarquización funcional de activos según la norma ISO 14224 .....	40
Figura 6. Módulos o funciones de la aplicación web .....	70
Figura 7. Ingreso a la aplicación web.....	71
Figura 8. Módulo de visualización y manejo del parque automotor .....	71
Figura 9. Información básica del vehículo.....	72
Figura 10. Visualización de fichas técnicas .....	72
Figura 11. Visualización de cronogramas de mantenimiento.....	73
Figura 12. Visualización e ingreso de órdenes de trabajo .....	74
Figura 13. Visualización de hojas de vida.....	74
Figura 14. Control de índices de gestión de mantenimiento .....	75

## **LISTA DE ANEXOS**

**(Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)**

- ANEXO A.** Parque automotor Rodaturs S.A 2017
- ANEXO B.** Parque automotor por marcas
- ANEXO C.** Fichas técnicas
- ANEXO D.** Calculo de criticidad para la flota automotriz
- ANEXO E.** Valores para frecuencia de falla (Pareto)
- ANEXO F.** Valores para costo de tiempo muerto (Pareto)
- ANEXO G.** Grupo B y C (Pareto)
- ANEXO H.** Cronogramas de mantenimiento
- ANEXO I.** Descuentos por tiempo muerto (2016 y 2017)
- ANEXO J.** Totales y promedio (descuentos por tiempo muerto)

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA AUTOMOTRIZ DE LA EMPRESA RODATURS S.A.\*

**AUTOR:** Sergio Andrés Rueda Castro\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Rodaturs S.A, Plan estratégico de seguridad vial, Mantenimiento preventivo, Sistema de información.

### DESCRIPCIÓN:

Este proyecto tuvo como fin diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la flota automotriz de la empresa Rodaturs S.A situada en la ciudad de Santa Marta, Magdalena. El diseño de la solución a la problemática involucró investigación, recolección de información, trabajo de campo y trabajo con personal de la empresa.

Primero se llevó a cabo un reconocimiento de la empresa, de la ciudad, del sector en el que opera, sus clientes, sus aliados, su funcionamiento general y sus dinámicas actuales de mantenimiento de sus vehículos. Luego de esto, siguió la fase de taxonomía o codificación de los activos, los cuales son los vehículos en este caso. Se realizó un diagnóstico a cada uno de los activos para concluir como estaban afectando las dinámicas operativas y su impacto económico sobre la empresa.

Los diseños de los documentos para la gestión de mantenimiento fueron esenciales dentro del plan de mantenimiento preventivo, puesto que sin estos no hay forma de llevar un registro y por ende tampoco control de las actividades. Cada uno de los vehículos resultó con su respectivo cronograma de mantenimiento donde se indica las intervenciones preventivas y su periodicidad.

Por último, en pro de estar a la vanguardia y sacar el máximo provecho de las nuevas tecnologías disponibles, se logra satisfacer la necesidad de la empresa en cuanto a procesos más dinámicos y flexibles, se diseñó un sistema de información web para el apoyo de la gestión del mantenimiento preventivo.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director de proyecto Pedro José Díaz Guerrero. Ing. Mecánico.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE AUTOMOTIVE FLEET OF RODATURS S.A\*

**AUTHOR:** Sergio Andrés Rueda Castro\*\*

**KEY WORDS:** Rodaturs SA, Strategic road safety plan, Preventive maintenance, Information system.

### **DESCRIPTION:**

The objective of this project was to design a preventive maintenance plan for the automotive fleet of the company Rodaturs S.A located in the city of Santa Marta, Magdalena. The design of the solution to the problem involved research, information gathering, field work and work with company personnel.

In the first place, the company, the city, the sector in which it operates, its customers, its allies, its general operation and the current maintenance dynamics of its vehicles were recognized. After this, the taxonomy or coding phase of the assets continued, which are the vehicles in this case. A diagnosis was made of each of the assets to conclude how they were affecting the operational dynamics and their economic impact on the company.

The designs of the documents for maintenance management were essential within the preventive maintenance plan, since without these there is no way to keep a record and, therefore, not control the activities. Each of the vehicles resulted in their respective maintenance program, which indicates the preventive interventions and their periodicity.

Finally, to be at the forefront and make the most of the new technologies available, the company's need for more dynamic and flexible processes has been met, a web information system was designed to support the management of preventive maintenance.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director de proyecto Pedro José Díaz Guerrero. Ing. Mecánico.

## INTRODUCCIÓN

La idea que se tiene generalmente sobre mantenimiento es el conjunto de tareas o técnicas que tienen como fin la conservación de los activos para prolongar su vida útil o servicio el mayor tiempo posible bajo el máximo rendimiento que estos puedan ofrecer. Si hacemos un recorrido por la historia del mantenimiento podemos notar que la función que este desempeña ha cruzado por varias transformaciones conceptuales. A principios de la revolución industrial se consideraba el mantenimiento como una actividad completamente correctiva, es decir, esta entraba en operación solo cuando el activo presentaba una avería o falla. De la primera Guerra Mundial en adelante se empezó a considerar conceptos como la fiabilidad lo cual provocó que surgieran nuevas técnicas y metodologías dando paso al mantenimiento preventivo y al mantenimiento predictivo.

Siendo el automóvil una de las máquinas más utilizadas para el servicio público, es crucial garantizar el óptimo funcionamiento de estos teniendo como primera y gran justificación, garantizar la seguridad de los usuarios. Empresas como Rodaturs S.A no deberían asumir riesgos de seguir confiando únicamente en acciones de mantenimiento correctivas y se ven en la necesidad de implementar nuevas estrategias que generen la máxima confiabilidad de sus vehículos al menor costo posible.

Este proyecto cumplió con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Rodaturs S.A, la cual cuenta con una cantidad significativa de vehículos a la orden del servicio de transporte público de la ciudad de Santa Marta en el departamento del Magdalena.

Se espera ansiosamente la implementación y ejecución de este plan para asegurar un aumento en la seguridad de los usuarios del servicio, disminuir los costos de mantenimiento con los cuales la empresa carga en el momento y prolongar la vida útil de los vehículos.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Rodatus S.A es una empresa que opera en el área del transporte urbano de la ciudad de Santa Marta en el departamento del Magdalena. Cuenta con una flota automotriz de 170 vehículos los cuales hacen parte del recién creado Sistema de Transporte Unificado (STU). En términos simples el STU es un proyecto a manos de la alcaldía de Santa Marta y consiste en la unificación de las 7 empresas representantes de flotas de vehículos para el servicio de transporte urbano del área metropolitana. El objetivo del STU es ir dando pie a un futuro sistema de transporte integrado así como lo tienen en las ciudades de Bogotá, Bucaramanga y Medellín por ejemplo.

Figura 1. Vehículo de Rodatus S.A



Fuente: Periódico EL TIEMPO

### **Caracterización de los vehículos:**

- Vehículos tipo bus, buseta y microbús.
- Poseen una capacidad de 19 a 30 pasajeros.
- La flota está conformada por buses de la marca Chevrolet, Mercedes Benz, Agrale, Hyundai, Daihatsu, Hino, Jac, Nissan y Non Plus Ultra.

- Modelos desde 1998 hasta 2016 dentro de las diferentes marcas.
- Pesos del chasis sin cabina de aproximadamente 1,5 toneladas.
- Vehículos con motor (4 cilindros) a gasolina y a diesel con desplazamientos de aproximadamente 2800 centímetros cúbicos.

La empresa lleva trabajando para la ciudad de Santa Marta desde Febrero del 2001 manejando el antiguo modelo de negocio en el transporte urbano, el cuál difiere del modelo de sistema integrado cómo Transmilenio en que los vehículos no pertenecen a la empresa, si no a civiles. Los propietarios deben pagar por una “cartulina” o afiliación diaria para que sus vehículos puedan prestar el servicio de transporte urbano.

En cuanto a las ganancias, Rodaturs S.A recibe el pago de las “cartulinas” mientras que los propietarios son quienes reciben la ganancia diaria de las rutas respectivas a sus vehículos.

Rodaturs S.A. actualmente se encuentra ubicada en la calle 15 No. 3-25 (oficina 506) en la ciudad de Santa Marta, del departamento del Magdalena.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE GRADO

### 2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Rodatus S.A. no opera apoyada en algún tipo de plan de mantenimiento para los 170 vehículos con los que trabaja diariamente. Actualmente el procedimiento realizado se puede resumir consecutivamente de la siguiente manera:

1. La empresa cuenta con 3 personas a cargo de las inspecciones. Estas se realizan semanalmente y los criterios de inspección actualmente fueron propuestos y plasmados en un formato únicamente en base a los lineamientos dictados en el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV).
2. El personal encargado de las inspecciones llena el formato una vez verificado el estado del vehículo. Este es el único formato con el que cuenta la empresa para tener conocimiento del estado de cada vehículo de la flota.
3. Cada índice de estado del vehículo es clasificado como “urgente” y “no urgente”. Si se clasifica como “no urgente” la empresa le da al propietario del vehículo un plazo de una semana para hacer el correspondiente arreglo. Si la clasificación resulta como “urgente”, se le ordena al propietario llevar el vehículo de manera inmediata al taller.
4. Una vez regresa el vehículo del taller, el encargado de las inspecciones vuelve a hacer un chequeo para confirmar el óptimo estado del vehículo y autorizar su regreso operativo.

Podemos identificar así una serie de falencias dentro de la gestión de mantenimiento hacia los vehículos:

- El único registro de información sobre la vida del vehículo es el formato de inspección.

- No se tiene ningún registro sobre las actividades de mantenimiento realizadas a los vehículos ni de los repuestos empleados.
- Los criterios de inspección están basados solamente en el Plan estratégico de Seguridad Vial (PESV).
- No hay ninguna gestión ni control sobre los tiempos de parada y la disponibilidad de los vehículos.
- Se tiene gran cantidad información dispersa sobre la vida de los vehículos y la empresa no cuenta con un sistema de apoyo para su gestión.
- Se está “tercerizando” una gran cantidad de trabajo.

**Adicional, se suman problemáticas alternas:**

- Los vehículos cambian frecuentemente de propietario y no se tiene en el momento un sistema flexible que pueda facilitar el manejo de esta información.
- El STU fue fundado con el propósito de que las empresas formaran una red de trabajo pero apenas hay pequeñas colaboraciones entre sí.
- Las rutas y el estado de las vías no son las más óptimas actualmente.
- No se tiene una cultura de integración de la empresa con los propietarios y los conductores. Esto complica el flujo de la información.
- Los propietarios realizan las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en su mecánico amigo más cercano.

Se concluye entonces la imperante necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo en las dinámicas de la empresa con el fin de generar beneficios funcionales, operativos y económicos a mediano y corto plazo.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1 OBJETIVOS

**3.1.1 Objetivo general.** Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la flota automotriz de la empresa Rodaturs S.A ubicada en la ciudad de Santa Marta utilizando las metodologías, técnicas y principios involucrados en la gestión de mantenimiento.

#### 3.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar un inventario de los vehículos pertenecientes a la flota automotriz con la respectiva y adecuada codificación de cada uno.
- Generar un banco de formatos para la gestión del plan de mantenimiento preventivo.
- Estudiar, diagnosticar y jerarquizar el impacto actual de cada vehículo de la flota automotriz en la producción de la empresa.
- Generar los cronogramas de mantenimiento respectivos buscando la máxima eficiencia operativa y optimizando los recursos disponibles destinados a la gestión de mantenimiento de la empresa.
- Mitigar el tiempo de parada de cada vehículo de la flota para así aumentar su disponibilidad y confiabilidad.
- Diseñar un sistema de información que permita:
  - ✓ Visualizar y manejar el inventario de vehículos de la flota automotriz.
  - ✓ Visualizar y controlar los formatos diseñados para la gestión del mantenimiento preventivo.
  - ✓ Visualizar los cronogramas de mantenimiento de cada vehículo.
  - ✓ Monitorear indicadores de desempeño del plan de mantenimiento preventivo

## 4. JUSTIFICACIÓN

La ausencia de un mantenimiento preventivo eficaz puede tener un efecto económico inmediato favorable, pero resulta destructivo para la instalación. Lo mismo puede afirmarse sobre las reparaciones provisionales, la carencia de personal, de stock de repuesto, de medios técnicos o de la sustitución de elementos por otros de calidad inferior. Si se deja de efectuar mantenimiento preventivo a una instalación a corto plazo no sucederá nada. La instalación seguirá funcionando con normalidad e incluso se ahorrará dinero al no tener que realizar intervenciones. Pero en pocos meses la instalación comenzará a mostrar sus primeros síntomas de degradación, y en pocos años de una política continuada de mantenimiento poco adecuado la instalación estará degradada y se habrá convertido en una planta problemática: todo el dinero falsamente ahorrado y mucho más será ahora necesario para devolver la instalación a un grado de fiabilidad aceptable, y deberán realizarse grandes reparaciones y revisiones para ello. Incluso, es posible que la planta ya no vuelva nunca a su estado original.<sup>1</sup>

Para una empresa que presta servicios de transporte urbano es crucial garantizar el pleno funcionamiento de sus vehículos pues deben cumplir sobre todo con el compromiso de preservar el bienestar de sus usuarios.

---

<sup>1</sup>GARRIDO GARCÍA, Santiago. Ingeniería de mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Madrid: Renovetec. 2013. 9 p.

Figura 2. Riesgos de no realizar mantenimiento preventivo



Fuente: Asociación de Transito de Arkansas.

Al proponer el diseño un plan de mantenimiento preventivo, se pretende contrarrestar la costumbre fortuita de las intervenciones externas de mantenimiento de emergencia, a beneficio de un mantenimiento preventivo sistemático.

Rodatus S.A será una empresa pionera de la implementación de planes de mantenimiento preventivo entre las demás empresas que hacen parte del Sistema de Transporte Unificado (STU) y por ende se posicionaría con un valor agregado respecto a ellas.

La empresa será beneficiada con un aumento en la disponibilidad de sus 170 vehículos activos, esto, acompañado de una reducción en los costos de actividades de mantenimiento dará lugar a una serie de mejoras envueltas en una dinámica de potencialización continua, estos beneficios se verán reflejados en resultados organizativos, rentabilidad operacional de los vehículos, ampliación de la vida útil de sus activos. Dentro de este diseño también se contemplarán las exigencias enmarcadas en el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) (ver tabla 1).

Tabla 1. Instrumento dinámico de calificación PESV – Vehículos seguros.

PARÁMETRO - DEFINICIÓN		VARIABLES	CRITERIO DE AVAL
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	3.1.1	HOJAS DE VIDA DE LOS VEHÍCULOS	Se tiene, en físico o digital, en la empresa y disponible, la carpeta de cada uno de los vehículos propios y no propios
	3.1.2		Se cuenta con información como - Placas del vehículo, número de motor, kilometraje – fecha, especificaciones técnicas del vehículo, datos del propietario, datos de la empresa afiliada, etc.
	3.1.3		SOAT – fecha de vigencia, seguros - fechas de vigencia, revisión técnico mecánica, reporte de comparendos.
	3.1.4		Reporte de incidentes, reporte de accidentes.
	3.1.5	RECOMENDACIONES TÉCNICAS DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	Debe conocerse toda la información y especificaciones técnicas de los vehículos, incluyendo los sistemas de seguridad activa y pasiva, registradas por escrito en carpeta independiente para cada vehículo.
	3.1.6	CRONOGRAMA DE INTERVENCIONES DE VEHÍCULOS PROPIOS	Se cuenta con una programación para las intervenciones programadas de mantenimiento preventivo a los vehículos
	3.1.7	VERIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA VEHÍCULOS AFILIADOS (TERCEROS)	En el evento de que los vehículos sean contratados para la prestación del servicio de transporte, la empresa contratante verificará que la empresa contratista cuente y ejecute el plan.
	3.1.8	IDONEIDAD	Se cuenta con instalaciones propias y/o personal idóneo en la empresa para este proceso, o se tiene contrato con un centro mecánico para ello.
<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	3.2.1	REGISTRO	Se llevan registros de los mantenimientos correctivos realizados a los vehículos
	3.2.2	PROTOCOLO	En caso de fallas de los vehículos, se tienen establecidos protocolos de atención.
	3.2.3	IDONEIDAD	Se cuenta con instalaciones propias y/o personal idóneo en la empresa para este proceso, o se tiene contrato con un centro mecánico para ello.

Fuente: Secretaría de transporte de Santa Marta.

Alternativo, este proyecto contribuirá a fortalecer mucho más la relación universidad-empresa dando a conocer la calidad de la institución educativa y generando puentes para futuros estudiantes.

Luego de entregar una retroalimentación sobre esta experiencia y argumentar todos los beneficios que trae la implementación del plan de mantenimiento preventivo, la capacitación y ejecución quedará en manos de la empresa.

## 5. MARCO CONCEPTUAL

### 5.1 MANTENIMIENTO

”Es la gestión llevada a cabo en las empresas cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad de los activos productivos con calidad y confiabilidad operacional de los bienes productivos de la compañía, para cumplir con la rentabilidad esperada por el negocio bajo estándares de seguridad y cuidado del medio ambiente a un mínimo costo”<sup>2</sup>

#### 5.1.1 Tipos de mantenimiento<sup>3</sup>

- Mantenimiento correctivo: Es aquel que se realiza una vez el activo (equipo) falla. Su fin es restaurar la operatividad del equipo.
- Mantenimiento preventivo: Este se realiza periódicamente con el fin de prevenir daños o fallas en los activos. Alternativo a esto, disminuye considerablemente la necesidad de los mantenimientos correctivos.
- Mantenimiento preventivo sistemático: El mantenimiento sistemático es el mantenimiento preventivo realizado de acuerdo a una variable independiente, usualmente el tiempo, el kilometraje recorrido, unidades de piezas producidas, etc.
- Mantenimiento predictivo: Es aquel que se realiza mediante la utilización de indicadores y/o registradores, con alarma o sin ella, para medir los parámetros fundamentales de funcionamiento óptimo de las máquinas. Estos aparatos de control pueden ser vibrómetros, manómetros, termómetros, termógrafos, niveles de ruidos, analizadores de gases, aceites, medidores de espesores, entre otros.

---

<sup>2</sup>BORRÁS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Material Docente. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2013.

<sup>3</sup>Ibíd. p. 31-39.

- **Mantenimiento de seguridad:** Es aquel especificado por leyes, reglamentos, o recomendaciones de obligatorio cumplimiento proporcionadas por el fabricante o determinadas por el equipo técnico de acuerdo al lugar donde se encuentra operando el sistema, y que pueden demostrar salvedad ante cualquier contratiempo.

## **5.2 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO O KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIs)**

Son aquellos valores cuantitativos que brindan información sobre el desempeño de una determinada acción o estrategia, ofreciendo así, una oportunidad de mejora evolutiva. Con estos indicadores se podrá realizar el seguimiento del desempeño del plan de mantenimiento para así poder tomar decisiones y llevar a cabo acciones oportunamente.

**5.2.1 Disponibilidad.**<sup>4</sup> La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

Matemáticamente se define de la siguiente manera.

Ecuación 1. Disponibilidad

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

---

<sup>4</sup> MESA, Dairo; ORTÍZ, Yesid; PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia Et Technica, vol. XII, núm. 30. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Mayo, 2006, p. 155-160.

Donde:

TPEF: Tiempo promedio entre fallas.

TPPR: Tiempo promedio de reparación.

**5.2.2 Confiabilidad.**<sup>5</sup> La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

Matemáticamente se define de la siguiente manera.

Ecuación 2. Confiabilidad

$$THF = \frac{Hoper}{NTfallas}$$

Donde:

Hoper: Horas de operación

NTfallas: Número de fallas detectadas en un intervalo de tiempo.

**5.2.3 Mantenibilidad.**<sup>6</sup> Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición específica en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto la medida de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

---

<sup>5</sup> Ibíd. p. 8.

<sup>6</sup> MESA; ORTÍZ; PINZÓN. Op.cit., p. 7.

Ecuación 3. Mantenibilidad

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTfallas}$$

Donde:

TTF: Tiempo total de fallas

NTfallas: Número de fallas detectadas en un intervalo de tiempo.

### **5.3 DIAGRAMA DE PARETO O ABC**

Frecuentemente el personal técnico de mantenimiento y producción debe enfrentarse a problemas que tienen varias causas o son la suma de varios problemas. El Diagrama de Pareto permite seleccionar por orden de importancia y magnitud, las causas o problemas que se deben investigar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz.

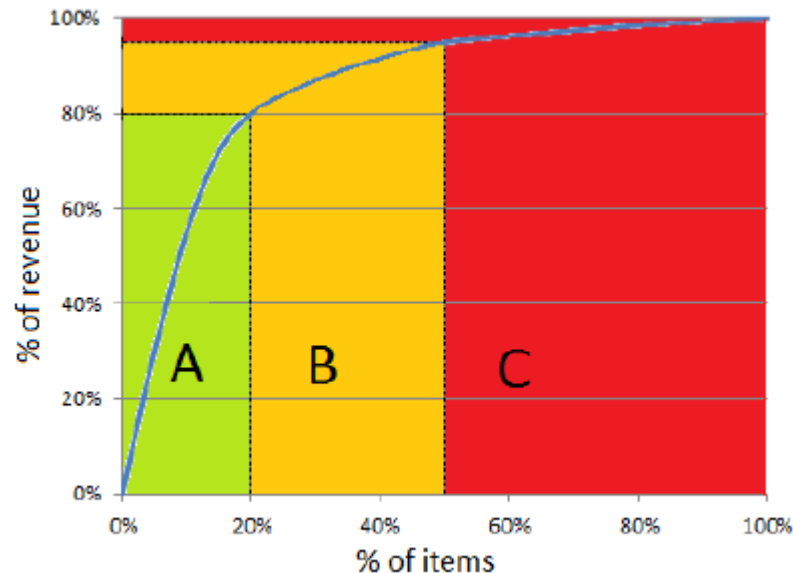
La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de causas, y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora. A estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se las conoce como causas vitales. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se las conoce como causas triviales.

Las causas triviales aunque no aporten un valor a la mejora, no significa que se deban dejar de lado o descuidarlas. Se trata de ir eliminando en forma progresiva las causas vitales. Una vez eliminadas éstas, es posible que las causas triviales se lleguen a transformar en vitales.

El Diagrama de Pareto es un instrumento que permite graficar por orden de importancia, el grado de contribución de las causas que estamos analizando o el

conjunto de problemas que queremos estudiar. Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales.<sup>7</sup> Una vez obtenido el diagrama se hace una clasificación de los activos bajo el principio de Pareto o también conocido como la regla del 80-20.

Figura 3. Principio 80-20, diagrama de Pareto



Fuente: Monzó J. Óptimo local vs óptimo global. 2015. Recuperado de <https://www.bitec.es>

### Grupo A

- Pocos activos pero con impactos muy altos.
- Los mayores esfuerzos y recursos deben estar dirigidos a estos activos.

### Grupo B

- Activos de impacto moderado
- Se aconseja emplearse aproximadamente los mismos esfuerzos dirigidos al grupo A.

<sup>7</sup>TORRES, Leandro. Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda edición. Argentina: Universitas. 2009. 23-24, 123-139 p.

## Grupo C

- Gran cantidad de activos pero de impacto muy bajo.
- Los esfuerzos, así como el sistema de control deben ser lo más mínimo y simples posible.

### 5.4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Huerta (2001) define el análisis de criticidad como una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

La criticidad provee al mantenimiento, la capacidad de priorizar objetos con la finalidad de brindar atención especial y recursos a aquellos que son propensos a incumplir su función a causa de factores desestimados. De igual manera, Zambrano y Leal (2007) opinan que “el análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso.

**5.4.1 Modelo de criticidad de factores ponderados.** El modelo basado en el concepto de riesgo de Parra y Crespo (2012), define la criticidad como:

Ecuación 4. Criticidad total por riesgo

$$CTR = FF \times C$$

**Donde:**

CTR: Criticidad total por riesgo

FF: Frecuencia de fallos o número de fallos en un tiempo determinado.

C: Consecuencia de los eventos de fallos

Y donde el valor de la consecuencia total de los fallos se obtiene de:

Ecuación 5. Consecuencia total

**Siendo:**

IO: Factor de impacto operacional

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costos de mantenimiento

SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión queda entonces:

Ecuación 6. Criticidad total segunda forma

En la matriz de nivel de criticidad, el primer factor (frecuencia de falla) representa el eje vertical y el factor de consecuencia el eje horizontal.

Tabla 2. Matriz de criticidad

<b>Frecuencia</b>	<b>4</b>	MC	MC	C	C	C
	<b>3</b>	MC	MC	MC	C	C
	<b>2</b>	NC	NC	MC	C	C
	<b>1</b>	NC	NC	NC	MC	C
		<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
		<b>Consecuencia</b>				

Fuente: RAMÍREZ, José. CRITICIDAD Y FMEA. Universidad de Pamplona. Noviembre, 2014

## 5.5 TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO DE PÁGINAS WEB DINÁMICAS

Las páginas dinámicas aportan grandes beneficios, permiten entrar a bases de datos para extraer y almacenar información para presentar al usuario final.

Existen diversas tecnologías para el desarrollo de páginas web dinámicas, las usadas para la ejecución del proyecto se presentan a continuación.

**5.5.1 Servidor.** El término servidor tiene dos significados en el ámbito informático. El primero hace referencia al ordenador que pone recursos a disposición a través de una red, y el segundo se refiere al programa que funciona en dicho ordenador. En consecuencia, aparecen dos definiciones de servidor:

- **Definición Servidor (hardware):** un servidor basado en hardware es una máquina física integrada en una red informática en la que, además del sistema operativo, funcionan uno o varios servidores basados en software. Una denominación alternativa para un servidor basado en hardware es "host" (término inglés para "anfitrión"). En principio, todo ordenador puede usarse como "host" con el correspondiente software para servidores.
- **Definición Servidor (software):** un servidor basado en software es un programa que ofrece un servicio especial que otros programas denominados clientes (clients) pueden usar a nivel local o a través de una red. El tipo de servicio dependerá del tipo de software del servidor. La base de esta comunicación es el modelo cliente-servidor. En lo que concierne al intercambio de datos, entran en acción los protocolos de transmisión específicos del servicio.

**5.5.2 Front-End.** Hace referencia al código ejecutado del lado del cliente por medio de un navegador web. Las tecnologías usadas son:

- HTML: Significa Lenguaje de Marcado para Hipertextos (HyperText Markup Language en inglés). Se usa para crear y representar visualmente una página web. Determina el contenido de esta, pero no su funcionalidad. Otras tecnologías distintas de HTML son usadas generalmente para describir la apariencia/presentación de una página web (CSS) o su funcionalidad (JavaScript).
- CSS: Las hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets), son un mecanismo simple que describe cómo se va a mostrar un documento en la pantalla, o cómo se va a imprimir, o incluso cómo va a ser pronunciada la información presente en ese documento a través de un dispositivo de lectura. Esta forma de descripción de estilos ofrece a los desarrolladores el control total sobre estilo y formato de sus documentos.
- JavaScript: Es un lenguaje interpretado línea a línea por el navegador mientras se carga la página, que solamente es capaz de realizar las acciones programadas en el entorno de esa página HTML donde reside. Sólo es posible utilizarlo con otro programa que sea capaz de interpretarlo, como los navegadores web. Por ejemplo, permite, crear ventanas, mostrar texto en movimiento y verificar las entradas a un formulario, entre otras.
- PHP: Procesador de Hipertextos (Hypertext processor), es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Lo que distingue a PHP de algo del lado del cliente como JavaScript es que el código es ejecutado en el servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. El cliente recibirá el resultado de ejecutar el script, aunque no se sabrá el código subyacente que era. El servidor web puede ser configurado incluso para que procese todos los ficheros HTML con PHP, por lo que no hay manera de que los usuarios puedan saber qué se tiene debajo de la manga.

**5.5.3 Back-End.** Hace referencia al código ejecutado del lado del servidor. Para su actividad el programa ejecuta y procesa los datos o peticiones que el usuario envía desde su navegador, para luego enviar los resultados del programa en una página HTML que el usuario verá normalmente en su navegador. Las tecnologías usadas son:

- JSP: (Java Server Pages), es una Tecnología Java que permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, XML o de otro tipo. Permiten la utilización de código Java mediante scripts.
- MySQL: Es un sistema de base de datos operacional considerado uno de los más importantes, utilizado por usuarios del medio para el diseño y programación de base de datos de tipo relacional. MySQL se usa como servidor a través del cual pueden conectarse múltiples usuarios y utilizarlo al mismo tiempo. La característica más interesante de MySQL es que permite recurrir a las bases de datos multiusuario a través de la web y en diferentes lenguajes de programación y diferentes plataformas que se adaptan a diferentes necesidades y requerimientos, además MySQL es conocida por desarrollar alta velocidad de búsqueda de datos e información, a diferencia de sistemas anteriores.

**5.5.4 Entornos de desarrollo integrado.** Hace referencia a un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

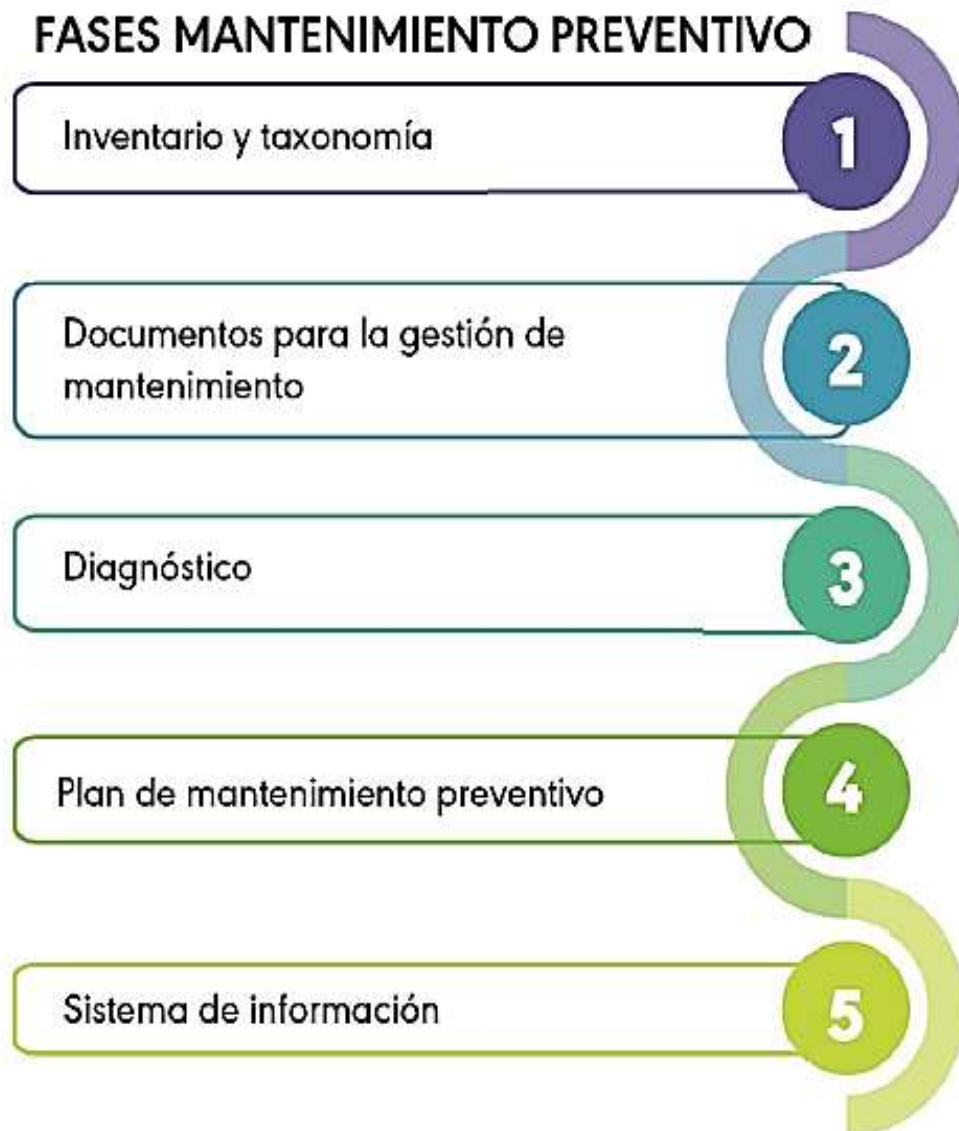
Permite el uso de un amplio rango de tecnologías de desarrollo tanto para escritorio, como aplicaciones Web, o para dispositivos móviles. Da soporte a tecnologías como: Java, PHP, Groovy, C/C++, HTML5, etc. Además, ofrece la

versatilidad de instalarse en varios sistemas operativos: Windows, Linux, Mac OS.  
Algunos entornos de código abierto conocidos son NeatBeans y Sublime Text.

## 6. DESARROLLO METODOLÓGICO

Para lograr cumplir con todos los objetivos propuestos en este proyecto, primero se definió la ruta de trabajo mostrada a continuación.

Figura 4. Ruta de trabajo



## 6.1 INVENTARIO Y TAXONOMÍA

Antes de realizar la jerarquización de los activos de la empresa, fue fundamental conocer el contexto operativo de esta, a nivel externo como interno, pues había que identificar la información con la que contaba la empresa, dónde se encontraba esta información, definir si era suficiente y de no ser así, cómo hallar la faltante. Debido a que la empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento y al modelo de negocio que maneja, se halló que la información necesaria para realizar la taxonomía de los vehículos residía en los contratos y demás documentos legales ubicados en las carpetas de la oficina jurídica de la empresa.

Actualmente, bajo los planes del Sistema de Transporte Unificado (STU) los vehículos poseen un código alfanumérico el cuál solo brinda información respecto a qué empresa pertenecen. Por ejemplo:

*RT – 452*

RT: Rodaturs

La empresa no se apoya en un sistema de codificación que le brinde toda la información posible del vehículo de manera inmediata.

Una vez recolectada la información de las 170 carpetas pertenecientes a los 170 vehículos, se prosiguió a escoger entre 2 modelos taxonómicos; uno basado en la Norma ISO 14224 y otro basado en los requerimientos y necesidades de la empresa.

**6.1.1 Codificación bajo la norma ISO 14224.** Esta norma propone una metodología para la jerarquización de activos. En general, hace una división de los diferentes niveles que podemos encontrar dentro de una planta.

Figura 4. Pirámide de niveles taxonómicos para la jerarquización funcional de activos según la norma ISO 14224



A cada nivel o división se le asigna un código alfanumérico que va definido de manera subjetiva y en gran medida dependiendo las necesidades que se tengan.

**6.1.2 Codificación bajo los requerimientos de la empresa.** No es imperativo realizar la taxonomía de los equipos siguiendo la norma ISO 14224, pues esta está dirigida más que todo a situaciones donde se tienen plantas industriales. Por esta razón en el caso de Rodaturs S.A se consideró mucho más apropiado y útil una codificación basada en la información manejada por la empresa así como requerimientos y las necesidades de esta.

Es así como se diseñó el siguiente modelo de codificación alfanumérico que consta de 3 partes o fragmentos.

- Primer fragmento

Se decidió conservar el código ya manejado por la empresa como primer fragmento, puesto que saber a qué empresa pertenece el vehículo es prioritario. Además y muy importante; todas las operaciones de la empresa ya están en función de este código, alterarlo sería entorpecer la mayoría de las operaciones de la empresa, lo cual resultaría insuficiente e innecesario.

Tabla 3. Primer fragmento (codificación bajo los requerimientos de la empresa)

RT-452
RT-453
RT-454
RT-455
RT-456
RT-457
RT458
RT-459
RT-460
RT-461
RT-462

- Segundo fragmento

Teniéndose que cada vehículo de la flota automotriz se puede clasificar en 3 tipos (Bus, Buseta y Microbús), la segunda parte del código nos brinda la información necesaria para identificar este atributo.

Tabla 4. Segundo fragmento (codificación bajo los requerimientos de la empresa)

CLASE	
BUS	B
BUSETA	E
MICROBUS	R

Las letras B, E y R fueron escogidas para aprovechar las funciones dinámicas de softwares como Excel, que al realizar una base de datos, detectan tendencias y rellenan automáticamente todos los campos permitiendo tener flexibilidad y rapidez a la hora de realizar cambios.

- Tercer fragmento

Indica la marca del vehículo, siendo esta información también prioridad. A continuación se muestra las marcas de los vehículos de la flota con su respectivo símbolo (iniciales de cada nombre para su fácil entendimiento a primera vista).

Tabla 5. Tercer fragmento (codificación bajo los requerimientos de la empresa)

MARCA	
NON PLUS ULTRA	NO
CHEVROLET	CH
DAIHATSU	DA
MERCEDES BENZ	ME
NISSAN	NI
JAC	JA
HINO	HI
AGRALE	AG
MITSUBISHI	MI
HYUNDAI	HY

Se decidió no incluir más fragmentos al código ya que el resto de la información disponible de cada vehículo era única correspondientemente. Aun así en pro de generar el máximo beneficio para la empresa, junto con la codificación de los vehículos se entregó la digitalización de la información hallada en las carpetas, creándose una base de datos para el manejo diario en las operaciones de la empresa con el fin de que el personal no tenga que recurrir a las carpetas cada vez que se necesite algún dato del vehículo y que todo el personal tenga acceso a esta información.

Se muestra a continuación el resultado de la primera fase de la ruta de trabajo para los 170 vehículos que conforman la flota automotriz de la empresa Rodatus S.A (ver tabla completa en anexo A).

Tabla 6. Parque automotor Rodaturs S.A 2017

RODATURS S.A.						
Nit: 891-700741-6						
Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H						
PARQUE AUTOMOTOR 2017						
TAG	SERIE-LINEA	PLACA	MOTOR	CHASIS	AÑO MOD	CA P
RT-452-E-NO	MT3500TI	UQP-206	BD30D01601F	CKDKE0558YC001038	2000	23
RT-453-E-CH	NPR	WHI-035	720242	9GCNPR71PYB491803	2000	30
RT-454-E-NO	MT3500TI	UQP -272	BD30-008734Y	CKDKE0558ZC001322	2001	23
RT-455-E-NO	PLUS TL 1.45L	UQP-943	BD30119122Y	CKDABFTL07N002396	2007	24
RT-456-E-NO	MT3500TI	UQP -260	BD30 -006107Y	CKDKE0558ZC001284	2001	23
RT-457-R-NO	MT3500TI	SIT-087	BD30DLZ02447E	CKDKE0558XC000746	1999	19
RT458-E-NO	MT3500TI	UQP-198	BD30D02295F	CKDKE0558YC001032	2000	23
RT-459-E-CH	NPR	XMA-852	145206	9GCNPR71565B00576B	2005	30
RT-460-E-NO	PLUS TL 1.45L	UQQ-304	BD30-122096Y	CKDABFTL08N002782	2008	23
RT-461-E-NO	TL-E-III	UQP -408	BD30039206Y	CKDABFTL02N000087	2002	23
RT-462-E-CH	NPR	WHH-818	693048	9GCNPR71PYB113312	2000	29
RT-463-E-CH	NPR	UQO-498	587858	NL96389107	1997	30
RT-464-E-NO	TL-E-III	UQP -380	BD30 -038057Y	CKDABFTL02N000012	2002	23
RT-465-E-DA	DELTA V126L	UQP-572	15B1457208	V12600728	2003	25
RT-466-E-CH	NPR	UQP -064	619435	9GCNPR65PWB100206	1998	28
RT-467-E-CH	NPR	XVN-961	124156	9GCNPR7165B005334	2005	30
RT-468-E-DA	DELTA V126L	UQP-571	15B-1717375	V12600756	2003	25
RT-469-B-ME	SIN LINEA	VIZ-258	37498450456551	9BM688176YB222107	2000	30
RT-470-E-CH	NPR	WHK-475	967325	9GCNPR71P3B449611	2003	30
RT-471-E-CH	NPR	WHH-723	668803	9GCNPR71PYB111004	2000	29
RT-472-E-CH	NPR	VIZ-314	738373	9GCNPR71PYB495510	2000	28
RT-475-E-CH	NPR	UQQ-780	590782	9GCNPR7178B0LL955	2008	27

RT-476-R-NO	MT3000TI	SIT-056	BD30DLZ0863 3C	CKDKE0558WC0001 49	1998	19
RT-477-E-NO	TL-E-III	UQP-410	BD30039185Y	CKDABTL02N000099	2002	23
RT-478-E-CH	NPR	UQO-323	580583	NL96387003	1997	29
RT-479-R-NO	MT3500TI	SYM-823	BD30D02293F	CKDKE0558YC00103 3	2000	19
RT-480-E-CH	NPR	UQP-933	383850	9GCNPR7187B00941 9	2007	24

## 6.2 DOCUMENTOS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El control de la información de los activos y las actividades de mantenimiento que se les realiza es también parte esencial de una buena gestión de mantenimiento preventivo, esto hace más fácil el trabajo para el personal encargado a la hora de realizar las respectivas inspecciones a los vehículos, selección de los repuestos, el seguimiento mecánico y el seguimiento económico sobre las actividades que se les ha realizado a cada activo.

El resultado de esta fase fue una serie de documentos que apoyarán el manejo, registro, almacenamiento y análisis de la información de los vehículos al momento de realizarles las respectivas actividades de mantenimiento.

Se diseñaron los siguientes documentos para la empresa Rodaturs S.A:

- Ficha de inspección
- Orden de trabajo
- Hoja de vida
- Ficha técnica

**6.2.1 Ficha de inspección.** Rodaturs S.A ya había prediseñado un formato de inspección (ver tabla 7). El problema erradica en que este formato solo se acomoda a los criterios evaluados por el instrumento dinámico de calificación del PESV (tabla 1). Luego de estudiar estos criterios e investigar sobre buenas

prácticas de inspección que se deben realizar para garantizar la seguridad de los pasajeros en un vehículo como por ejemplo la revisión de 160 puntos que maneja la marca Toyota, se llegó a la conclusión de que este formato estaba incompleto y carecía de criterios mecánicos.

Tabla 7. Ficha de inspección prediseñada por Rodaturs S.A

<b>FORMATO DE INSPECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA RODATURS SA.</b>		
<i>PLACA Y # INTERNO DEL VEHICULO</i>	<i>FECHA 04/2017</i>	
<i>ÁREA DONDE REALIZA LA INSPECCIÓN</i>	<i>KILOMETRAJE</i>	
<i>NOMBRE DEL CONDUCTOR Y FIRMA</i>		

ELEMENTOS QUE SE INSPECCIONAN		CRITERIO	ESTADO (conforme/no conforme)		OBSERVACIONES
			conforme	no conforme	
DOCUMENTOS	LICENCIA DE CONDUCCIÓN	Verificar que se encuentren y su fecha de vigencia sea la adecuada			
	SOAT				
DIRECCIONALES	REVISIÓN TÉCNICO MECÁNICA Y DE GASES	funcionamiento adecuado, respuesta inmediata			
	DELANTERAS				
LUCES	TRASERAS	funcionamiento			
	ALTAS				
	BAJAS				
	STOPS				
LIMPIABRISAS	REVERSA	plumilla en buen estado			
	PARQUEO				
	DERECHO/IZQUIERDO				
	NIVEL DE AGUA				

<b>FRENOS</b>	<b>PRINCIPAL</b>	verificar cada día antes de comenzar marcha			
	<b>EMERGENCIA</b>				
<b>LLANTAS</b>	<b>DELANTERAS</b>	Cada día al comenzar la marcha,			
	<b>TRASERAS</b>				
	<b>REPUESTO</b>				
<b>ESPEJOS</b>	<b>LATRALES DER/ IZQ.</b>	verificar estado (limpieza, sin rotura, ni opacidad) ubicación acorde a la necesidad			
	<b>RETROVISOR</b>				
<b>PITO</b>		accionar antes de iniciar la marcha, debe sonar de forma adecuada			
<b>NIVELES DE FLUIDOS</b>	<b>FRENOS</b>	verificar los niveles de los fluidos, adecuados(re portar si se ven fugas)			
	<b>ACEITE</b>				
	<b>REFRIGERANTE</b>				
<b>APOYACABEZA</b>	<b>DEL CONDUCTOR</b>	graduar al inicio de marcha			
<b>MOTOR</b>	<b>SIN FUGAS EXISTENTES</b>	Revisar al inicio de la marcha			
<b>BATERÍA</b>	<b>AJUSTES DE BORDES - SULFATACIÓN</b>				
<b>CHASIS Y CARROCERÍA</b>	<b>ESTADO</b>	Que esté en buen estado.			
<b>COJINERÍA Y/O SILLETERIA</b>	<b>ESTADO</b>	Que no estén rotas y/o presenten fisuras que puedan hacer daño al pasajero			

ELEMENTOS QUE INSPECCIONAN		CRITERIO	ESTADO		OBSERVACIONES
			conforme	No conforme	
VIDRIOS Y/O VENTANAS	ESTADO	Que las posea completas y no estén quebrados.			
PUERTAS DEL VEHÍCULO	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	Que estén en buen estado puerta del conductor- y de pasajeros			
PISO DEL VEHICULO	SIN LEVANTAMIENTOS	No tener levantamientos tanto en la parte interna como en la externa			
CINTURONES DE SEGURIDAD DELANTEROS		Verificar estados de las partes (hebillas, parte textil, etc. Y ajuste)			
ULTIMA FECHA DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE ACEITE	día/mes/año			
	SINCRONIZACIÓN	día/mes/año			
	ALINEACIÓN - BALANCEO	día/mes/año			
	CAMBIO DE LLANTAS	día/mes/año			
<b>EQUIPO DE SEGURIDAD EN CARRETERA</b>					
EQUIPOS DE CARRETERA	CRITERIO	ESTADO (conforme /no conforme)		OBSERVACIONES	
		Conforme	No conforme		
HERRAMIENTAS	Alicate, destornilladores, llaves de expansión y llaves fijas				
CRUCETA GATO	Apta para el vehículo				
	Con capacidad para elevar el vehículo				

<b>TACOS</b>	Dos tacos aptos para bloquear el vehículo				
<b>SEÑALES</b>	Dos señales de carretera en material reflectivo y provistas de soportes para ser colocadas en forma vertical o lámparas de señal de luz amarilla intermitentes o de destellos				
<b>CHALECO</b>	Debe ser reflectivo.				
<b>BOTIQUÍN</b>	Yodopividona solución antiséptico bolsa (120ml), jabón, gasas, curas, venda elástica, micropore rollo, algodón paquete (25 gr), acetaminofén tabletas, tabletas para el mareo, sales de rehidratación oral, baja lenguas, suero fisiológico bolsa (250 ml). guantes látex desechables, toallas higiénicas, tijeras y termómetro oral				
<b>LLANTAS NUEVAS</b>	<b>CUANTAS (marcar solo si las posee)</b>	En caso que el vehículo presente nuevas llantas informar. Cuántas?	No posee	Si posee	¿Cuántas?

Para el diseño del nuevo formato de inspección se tuvo como base el antiguo, puesto que también es objetivo del proyecto cumplir con las exigencias del PESV. Se agregaron y modificaron aspectos como los criterios de evaluación, ya que estos no están explícitos y tampoco están apoyados en bases teóricas de la mecánica involucrada en las autopartes de estos vehículos. De conservarse así, puede generar confusión en el personal encargado de las tareas de inspección al realizar un juicio, lo que más adelante se puede traducir en la falla del componente por no realizar las intervenciones adecuadas en el tiempo adecuado.

Tabla 8. Ficha de inspección

RODATURS S.A.				
Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H				
FICHA DE INSPECCION		Nº FI: XX		
# INTERNO :	CONDUCTOR:		FECHA DE INGRESO XX-XX-XX	
PLACA:	RESPONSABLE DE LA INSPECCION:		HORA DE INGRESO XX:XX	
KILOMETRAJE:	AREA DONDE SE REALIZA LA INSPECCION:		HORA DE SALIDA XX:XX	
ELEMENTOS A INSPECCIONAR		CRITERIOS	ESTADO (CONFORME/ NO CONFORME)	OBSERVACIONES
DOCUMENTOS	LICENCIA DE CONDUCCION	Posee los documentos con fecha de vigencia adecuada		
	SOAT			
	REVISIÓN TECNICO MECANICA Y DE GASES			
FRENOS	PRINCIPAL	Inspección del nivel del líquido de freno. Si ha bajado puede ser síntoma de fugas en el sistema de la bomba principal, las auxiliares o tubería, lo cual tiene que ser descartado. Si hay variación en el nivel del líquido de frenos, pero sin fugas, la disminución se debe al desgaste de las zapatas y pastillas de frenos, por lo que se debe verificar su estado con el mecánico.		
	EMERGENCIA	No se presenta vibración excesiva durante el frenado. Freno de mano mantiene frenado al vehículo y se libera por completo. Pastillas y zapatas de freno deben tener un mínimo de 50% de superficie funcional. El juego y desplazamiento del pedal de freno es normal.		

<b>BANDAS</b>		Las bandas del ventilador, alternador, o dirección hidráulica no presentan quebraduras o espesores.		
<b>LLANTAS</b>	DELANTERAS	<p>Ponga atención al tipo de desgaste que se presenta. Si se ubica al centro, indica que la presión se mantiene por encima de lo que recomienda el fabricante; si es hacia los lados, puede ser que la presión está más bien por debajo. Si los desgastes están en el lado de adentro o de afuera, es probable que obedezca a daños en rótulas o problemas de tramado.</p> <p>La presión adecuada evita el desgaste y ahorra combustible. Verificar que esta se encuentre dentro de la presión indicada por el fabricante (este valor se encuentra en las tablas de índice de carga). La verificación de presión debe realizarse cuando la llanta está fría (no haber recorrido más de 2 km antes de la verificación). No olvide verificar también el estado de la llanta de repuesto, esta se debe rotar al igual que el resto de las llantas. En caso que el vehículo presente nuevas llantas informar en "observaciones" cuantas.</p>		
	TRASERAS			
	REPUESTO			
<b>LUCES</b>	ALTAS	<p>Las luces no están fundidas y presentan una respuesta inmediata.</p> <p>El haz de luz ilumina una distancia suficiente para ser notado.</p> <p>La pantalla protectora se encuentra limpia y sin roturas o fracturas.</p>		
	BAJAS			
	STOPS			
	REVERSA			
	PARQUEO			
	DIRECCIONALES			
<b>LIMPIABRISA</b>	DERECHO	<p>Moje el parabrisas con agua limpia, y active las plumillas. Si observa que no están barriendo el agua efectivamente, se debe hacer el remplazo.</p> <p>Si las plumillas no responden, lo más probable es que se haya quemado el fusible. Verificar y ordenar el cambio.</p> <p>Las plumillas no presentan quebraduras y holguras.</p>		
	IZQUIERDO			
<b>ESPEJOS</b>	LATERALES (IZQ,DER)	Espejos sin rotura, sin opacidad y limpios.		
	RETROVISOR			
<b>PITO</b>		Accionar antes de iniciar la marcha, verificar respuesta inmediata y que este suene con la suficiente intensidad para ser notado.		

<b>CAMBIO DE ACEITE</b>		Revise los niveles del aceite del motor, en las fechas de cambio que se indican, generalmente lo recomendado es cada 3000 o 5000 km. También verificar el cambio del filtro de aceite y los niveles de fluido en la dirección hidráulica, transmisión y diferencial, así como la lubricación de las rótulas.		
<b>RADIADOR</b>	<b>REFRIGERANTE</b>	Inspeccione visualmente para detectar fugas o superficies dañadas. Revise el nivel del líquido refrigerante en el radiador, rellene si es necesario con refrigerante, el depósito. Revise el radiador cuando el motor esté frío, el tapón del radiador debe estar limpio y libre de fisuras. Quite el tapón y vea la condición y nivel del refrigerante. Un bajo nivel puede llevar al sobrecalentamiento y corrosión del motor.		
<b>MOTOR</b>		<p>Comprobar si existe sedimento.</p> <p>Comprobar si existen fugas de combustible, aceite, refrigerante o demás líquidos.</p> <p>Motor no presenta ruidos anormales en arranque en frío.</p> <p>El acelerador no se atasca en arranque en frío.</p> <p>Maniobrabilidad adecuada en caliente.</p> <p>El motor alcanza la temperatura de funcionamiento normal.</p> <p>El ventilador del motor funciona correctamente.</p> <p>El motor no presenta zumbido ni vibración excesivos.</p> <p>Las correas y mangueras no presentan quebraduras ni daños.</p> <p>Soportes del motor sin daños.</p> <p>El compartimiento del motor está limpio.</p>		
<b>BATERIA</b>		<p>Revise el nivel del líquido de la batería. El líquido sólo debe tocar el fondo del orificio de llenado de la batería.</p> <p>Revise las terminales de la batería, si muestran corrosión límpielas con un cepillo de alambre si es necesario. Asegúrese de que las gasas estén firmemente sujetas al borne.</p>		
<b>SUSPENSION</b>		<p>Inspección de los travesaños/amortiguadores para el control de fugas y desgaste.</p> <p>No hay daños en las fundas/juntas homocinéticas.</p>		
<b>DIRECCION</b>		<p>La dirección parece funcionar normalmente en los giros y cruces.</p> <p>El volante permanece centrado en conducción derecha.</p>		

		El vehículo anda sin desviarse en superficies niveladas. No hay exceso de vibración de neumáticos o del volante a ninguna velocidad. El interior está libre de chirridos o traqueteos considerables.		
	<b>TRANSMISION (CAJA DE VELOCIDADES)</b>	Los cambios de la transmisión encajan correctamente mientras cambian de velocidad en caliente. El sistema de bloqueo de cambio de la transmisión y de engranaje funciona correctamente. La transmisión no cambia a sobre marcha. Inspección del cárter y bandeja de la transmisión para determinar si hay fugas. No hay daños en el eje de transmisión ni en el semieje.		
	<b>CARROCERIA</b>	Parachoques libres de cortes, agujeros y rayones. Carrocería libre de abolladuras y razonablemente libre de marcas. Pintura razonablemente libre de rayones y cascaduras. El vehículo está libre de reparaciones inadecuadas de pintura o colores desparejos. Accesorios no originales controlados y aceptables.		
	<b>COJINERIA Y/O SILLETERIA</b>	No se presentan roturas y/o fisuras que puedan hacer daño al pasajero		
	<b>APOYACABEZAS (DEL CONDUCTOR)</b>	Se encuentra en buenas condiciones (sin roturas o fisuras en sus componentes)		
	<b>PISO DEL VEHICULO</b>	No presenta levantamientos tanto en la parte interna como en la externa		
	<b>PUERTAS DEL VEHICULO</b>	Puerta del conductor y de los pasajeros sin golpes o abolladuras, cierran y abren sin problemas (no se presenta desnivel o desajuste alguno).		
	<b>VIDRIOS Y/O VENTANAS</b>	Vidrios sin quebraduras ni astillas grandes. Vidrios libres de reparaciones inadecuadas.		
	<b>CINTURONES DE SEGURIDAD</b>	Verificar estados de las partes (hebillas, parte textil, ajuste, etc.)		
	<b>EXTINTOR</b>	Posee extintor cargado y con fecha de vencimiento vigente		
<b>EQUIPO DE CARRETERA</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	Posee alicate, destornilladores, llave de expansión y llaves fijas en óptimo funcionamiento.		
	<b>CRUCETA</b>	Posee la herramienta adecuada para el vehículo y en óptimo funcionamiento.		
	<b>GATO</b>	Posee la herramienta y esta es capaz de elevar y sostener el vehículo.		
	<b>TACOS</b>	Posee 2 tacos para bloquear el vehículo.		
	<b>SEÑALES</b>	Posee 2 señales de carretera en material		

		reflectivo y provistas de soportes para ser colocadas en forma vertical o lámparas de señal de luz amarilla intermitentes o de destellos.		
	CHALEC O REFLECTIVO	Posee chaleco y este debe ser reflectivo.		
	BOTIQUIN	Posee yodopividona solución antiséptico bolsa (120ml), jabón, gasas, curas, venda elástica, microporo rollo, algodón paquete (25 gr), acetaminofén tabletas, tabletas para el mareo, sales de rehidratación oral, baja lenguas, suero fisiológico bolsa (250 ml).		
<b>ULTIMA FECHA DE</b>	CAMBIO DE ACEITE	día/mes/año		
	SINCRONIZACION	día/mes/año		
	ALINEACION - BALANCEO	día/mes/año		
	CAMBIO DE LLANTAS	día/mes/año		

**6.2.2 Orden de trabajo.** Este documento fue diseñado para llevar el registro de las actividades de mantenimiento que se le realizan a los vehículos. Esto, con el objetivo de llevar control de aspectos de relevancia para la empresa, como los costos de las operaciones que se le realizan a los vehículos por ejemplo.

Tabla 9. Orden de trabajo

<b>RODATURS S.A.</b> Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H			
<b>ORDEN DE TRABAJO</b>			<b>Nº OT: XX</b>
<b># INTERNO:</b>	<b>CONDUCTOR:</b>	<b>FECHA DE INGRESO</b> XX-XX-XX	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ( ) PREVETIVO ( )</b>
<b>MARCA:</b>	<b>KILOMETRAJE:</b>	<b>HORA DE INGRESO</b> XX:XX	
<b>PLACA:</b>	<b>TALLER:</b>	<b>FECHA DE SALIDA</b> XX-XX-XX	
<b>SOLICITANTE</b>		<b>HORA DE SALIDA</b>	

		XX:XX				
<b>DIAGNOSTICO/DESCRIPCIÓN DE LA FALLA</b>						
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>						
<b>MOTOR</b>	<b>TRANSMISION</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>SUSPENSION</b>	<b>FRENOS</b>	<b>SIST. ELECTRICO</b>	<b>SIST. HIDRAULICO</b>
<b>TREN DE RODAJE</b>	<b>CARROCERIA</b>	<b>OTRO:</b>				
<b>TRABAJOS REALIZADOS</b>			<b>RESPONSABLE</b>		<b>DURACION (HRS.)</b>	
<b>REPUESTOS O INSUMOS</b>						
<b>DESCRIPCION</b>				<b>CANTIDAD</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>						
<b>COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN RECIBE:</b>				
		<b>NOMBRE Y FIRMA DEL SOLICITANTE:</b>				

**6.2.3 Hoja de vida.** En la hoja de vida se encuentra el historial de las actividades de mantenimiento que se le han realizado a cada vehículo organizado de manera cronológica junto con datos importantes como los costos, duración y responsables

de estas actividades. El fin de este documento es poder tener acceso a esta información sin tener que recurrir a todas las órdenes de trabajo una por una.

Tabla 10. Hoja de vida

RODATURS S.A. Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H						
HOJA DE VIDA PARQUE AUTOMOTOR						
TAG:		FECHA DE VENCIMIENTO DEL SOAT:		FECHA DE VENCIMIENTO DE LA REVISIÓN TÉCNICO MECÁNICA:		
		XX/XX/XX		XX/XX/XX		
INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL PROPIETARIO						
NOMBRE	CÉDULA	TELÉFONO	DIRECCIÓN		CORREO ELECTRÓNICO	
HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS						
FECHA	FALLA PRESENTADA	TRABAJOS REALIZADOS	RESPONSABLE	REPUESTOS USADOS	DURACIÓN	COSTO TOTAL

**6.2.4 Ficha técnica.** La ficha técnica es un documento primordial en las gestiones de mantenimiento, allí es donde se encuentra toda la información sobre las especificaciones técnicas de los vehículos. El objetivo de esta ficha es facilitar la tarea del personal encargado a la hora del reconocimiento y selección de componentes en las diferentes actividades de mantenimiento. Su diseño estuvo apoyando en la información ya presente en la empresa, en la valiosa colaboración de la secretaría de transporte de Santa Marta, apoyo de los fabricantes y finalmente del Ministerio de Transporte por medio de las fichas técnicas de homologación de los vehículos.

Antes de diseñar este documento primero se agruparon los vehículos de la flota por marcas, series, modelos y capacidades (anexo B para ver tabla completa y demás marcas):

Tabla 11. Parque Automotor (Chevrolet)

<b>RODATURS S.A.</b> Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H <b>PARQUE AUTOMOTOR (CHEVROLET)</b>			
<b>AÑO MOD</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE-LINEA</b>	<b>CAP</b>
2000	CHEVROLET	NPR	30
2005	CHEVROLET	NPR	30
2000	CHEVROLET	NPR	29
1997	CHEVROLET	NPR	30
1998	CHEVROLET	NPR	28
2005	CHEVROLET	NPR	30
2003	CHEVROLET	NPR	30
2000	CHEVROLET	NPR	29
2000	CHEVROLET	NPR	28
2008	CHEVROLET	NPR	27
1997	CHEVROLET	NPR	29
2007	CHEVROLET	NPR	24
2007	CHEVROLET	NPR	25
2008	CHEVROLET	NPR	27
2000	CHEVROLET	NKR	19
2000	CHEVROLET	NKR	19
2000	CHEVROLET	NKR	19
1998	CHEVROLET	NKR	19
2003	CHEVROLET	NKR	19
1999	CHEVROLET	NKR	19

De esta manera quedó identificado cuantas fichas técnicas se debían realizar y qué información era necesaria reunir para el diseño de las fichas técnicas.

Tabla 12. Ficha técnica

<b>RODATURS S.A.</b> Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H <b>FICHA TÉCNICA</b>			
<b>1. CARACTERISTICAS GENERALES (CHASIS)</b>		<b>7. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y CONTROL</b>	
MARCA	CHEVROLET	INDICADOR DE VELOCIDAD	SI
REFERENCIA	NKR-55	INDICADOR DE COMBUSTIBLE	SI
TIPO	PAR/PUB/O FIC.	INDICADOR DE TEMPERATURA	SI
MODELO	2000	TACOGRAFO (1)(7)	NO

NÚMERO DE EJES	2	INDICADOR DE VOLTAJES	SI
NÚMERO DE LLANTAS	6	INDICADORES DE LUCES	SI
DIMENSIÓN DE LAS LLANTAS	7.00 X 15	TESTIGO PUERTA ABIERTA	SI
FACTOR LLANTA	7.2	TESTIGO DE FALLA DE FRENOS (1)	SI
CAPACIDAD DE ARRANQUE EN PENDIENTE	25%	LUMINANCIA (1)	SI
VELOCIDAD MÁXIMA	96 Kph	LUCES DE ESTRIBO BLANCAS (1)	SI
DISTANCIA ENTRE EJES (3)	2460 mm	SISTEMA DE APERTURA DE PUERTAS INTERIOR (1)(5)	SI
DISTANCIA ENTRE EJES TANDEM (1)		SISTEMA DE APERTURA DE PUERTAS EXTERIOR (1)	NO
VOLADIZO ANTERIOR (1)(3)	1015 mm	<b>8. CARACTERISTICAS DE LA CARROCERIA</b>	
VOLADIZO POSTERIOR (1)(3)	1476 mm	No. INSCRIPCION DEL FABRICANTE (1)	399-95
LONGITUD TOTAL (3)	4951 mm	RADIO DE ACCION	URBANO
ANCHO MÁXIMO EN LLANTAS TRASERAS (1)	1860 mm	CAPACIDAD DE PASAJEROS SENTADOS	19 + CONDUCTOR
UBICACIÓN DEL MOTOR	ADELANTE	ALTURA DEL VEHICULO (8)	2750 mm
UBICACIÓN DE LA DIRECCIÓN (1)	ADELANTA A	ANCHO DEL VEHICULO (8)	2150 mm
PESO CHASIS SIN CABINA (1)(3)	1530 Kg	LONGITUD DEL VEHICULO (8)	5174 mm
PESO EJE DELANTERO (1)(3)	895 Kg	PESO DE LA CARROCERIA (1)	1100 Kg
PESO EJE TRASERO (1)(3)	635 Kg	PESO DEL VEHICULO EJE DELANTERO (8)	1337 Kg
PESO BRUTO VEHICULAR FABRICANTE	4700 Kg	PESO VEHICULO EJE TRASERO (8)	1293 Kg
<b>2. CARACTERISTICAS DE LOS EJES</b>		PESO TOTAL DEL VEHICULO VACIO (8)	2630 Kg
EJE TRACTOR (DELAN. O TRASER.)	4X2	NUMERO DE PUERTAS PARA PASAJEROS	1
RELACIONES EJE TRACTOR (MAX/MIN)	6,50:1	ANCHO LIBRE DE PUERTAS (MIN) (1)	1100 mm
<b>2.1 EJE DELANTERO</b>		ALTURA LIBRE DE PUERTAS (MIN) (1)	1800 mm
MARCA	ISUZU	No. TOTAL DE VENTANAS LATERALES (1)	5

REFERENCIA O TIPO	ESTANDAR	No. DE VENTANAS DE AREA MAYOR A 4000 Cm2 (1)	5
CAPACIDAD MÁXIMA	2200 Kg	VIDRIOS	LATERALES TEMPLADOS (X) PARABRISAS LAMINADO (X)
CAPACIDAD DE SUSPENSIÓN	2200 Kg	ALTURA ENTRE PELDAÑOS (1) 225 mm	
<b>2.2 EJE TRASERO</b>		ALTURA DEL SUELO AL ESTRIBO (1)	450 mm
MARCA	ISUZU	ALTURA INTERNA LIBRE (1) 1650 mm	
REFERENCIA O TIPO	ESTANDAR	ALTURA DE VISIBILIDAD SUPERIOR (1)	1600 mm
CAPACIDAD MÁXIMA	4000 Kg	ALTURA DE VISIBILIDAD INFERIOR (1)	600 mm
CAPACIDAD DE SUSPENSIÓN	5700 Kg	ANCHO DEL PASILLO (1) 450 mm	
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA DIRECCION</b>		DISPOSICION DE LOS ASIENTOS (1)	2-2
MARCA	ISUZU	SEPARACION DE LOS ASIENTOS	650 mm
TIPO	HIDRAULIC A	ESPACIO ASIENTOS ENFRENTADOS (1)(2)	
<b>4. MOTOR</b>		PROFUNDIDAD DE LOS ASIENTOS	360 mm
MARCA	ISUZU	ANCHO ASIENTO (POR PERSONA)	400 mm
REFERENCIA	ISUZU 4JB1	ALTURA ASIENTO (1)	450 mm
POTENCIA MÁXIMA: SAE () DIN(X)	75,4 Hp	ALTURA DEL ESPALDAR (1)	650 mm
REGIMEN A MAXIMA POTENCIA	3600 Rpm	% AREA EN VIDRIO DE PUERTAS (1)	50%
TORQUE MAXIMO	17,85 Kgf-m	No. CLARABOYAS PARA VENTILACION (1)	1
REGIMEN A TORQUE MAXIMO	2000 Rpm	CAPACIDAD DE BODEGA (4)	
NUMERO DE CILINDROS	4	RUTEROS (1)	FRONTAL Y POSTERIOR
DISPOSICION	LINEA	<b>9. CARACTERISTICAS SALIDAS DE EMERGENCIA (1)</b>	
DESPLAZAMIENTO	2771 cm3	No. DE SALIDAS: 1 (X) TIPO EXPULSION () TIPO FRAGMENTACIÓN	
COMBUSTIBLE	DIESEL	PUERTAS () VENTANAS () CLARABOYAS ()	
ASPIRACION	NATURAL	DIMENSIONES	900 x 600 mm
<b>5. CARACTERISTICAS DE LA TRANSMISIÓN</b>			
MARCA	ISUZU	(1) NO TENER EN CUENTA PARA AUTOMOVILES	
REFERENCIA	MSB5M	(2) SOLO PARA EL RADIO DE ACCION URBANO	

		CON CAPACIDAD SUPERIOR A 19 PASAJEROS
TIPO	MANUAL	(3) MEDIDAS Y PESOS SOBRE EL CHASIS
No. CAMBIOS (ADELANTE)	5	(4) SOLAMENTE PARA LOS DE RADIO DE ACCION NACIONAL Y AUTOMOVILES
RELACIONES (MAX/MIN)	5,594:1 / 0,794:1	(5) EL SISTEMA DEBE INTERRUMPIR LA CARRERA EN CUALQUIER PUNTO
RELACION CAJA DE TRANSFERENCIA		(6) INDICAR LA EXISTENCIA
RELACION DEL CONVERTIDOR DE TORQUE		(7) SOLAMENTE PARA LOS DE RADIO DE ACCION NACIONAL
<b>6. CARACTICAS DE LOS FRENOS</b>		(8) PESOS Y MEDIDAS SOBRE EL VEHICULO CARROZADO
<b>6.1 FRENO PRINCIPAL</b>		
MARCA	CHEVROLET	
TIPO	HIDRAULICO O BOOSTER	
<b>6.2 FRENO DE PARQUEO</b>		
MARCA	CHEVROLET	
TIPO	GUAYA SOBRE CARDAN	

Ver todas las fichas técnicas en anexo C.

### 6.3 DIAGNÓSTICO

Para identificar y jerarquizar los vehículos de la flota automotriz según el impacto que tienen en la empresa, se realizó un diagnóstico basado en 2 técnicas, análisis de criticidad y Pareto.

El propósito de esta fase fue apoyar a direccionar los esfuerzos y recursos de la manera más eficaz dentro del diseño del plan de mantenimiento preventivo.

**6.3.1 Análisis de criticidad de factores ponderados.** La primera tarea fue la definición de los criterios de criticidad a evaluar. Se tuvo como guía los criterios y los valores de ponderación propuestos respectivamente en el método de Parra y

Crespo (2012), haciendo ligeras modificaciones para acomodarlo al contexto trabajado en este proyecto y así poder tener el juicio más acertado a la necesidad de la empresa. Los criterios definidos fueron los siguientes:

- **Frecuencia de fallas:** Representa el número de fallas que presentó el vehículo en un determinado lapso de tiempo.

Tabla 13. Ponderación factor de frecuencia de falla

Frecuencia de falla (FF)	Valor de ponderación
0 a 10 fallas al año	1
11 a 20 fallas al año	2
21 a 30 fallas al año	3
31 a 49 fallas al año	4
50 o más fallas al año	5

- **Impacto operacional:** Representa el impacto del vehículo sobre la producción de la empresa.

Tabla 14. Ponderación factor de impacto operacional

Impacto operacional (IO)	Valor de ponderación
Pérdidas de producción superiores al 72%	10
Pérdidas de producción entre el 20% y el 74%	7
Pérdidas de producción entre el 22% y el 43%	2
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Pérdidas de producción menor al 10%	1

- **Tiempo de fallas:** Tiempo que se toma el vehículo en ser reparado.

Tabla 15. Ponderación factor de tiempo de falla

Tiempo de Falla (TF)	Valor de ponderación
Menos de 3 días al mes	1
Más de 3 días al mes	2

- **Costos de tiempos muertos:** Normalmente se utilizan los costos de mantenimiento como criterio, pero bajo el modelo de negocio de Rodaturs S.A, los costos de tiempos muertos son aquellos que representan pérdidas para la empresa una vez el vehículo se encuentra en inactividad operativa.

Tabla 16. Ponderación factor costo de tiempo muerto

Costos de tiempo muerto (CTM)	Valor de ponderación
Menor a 1500000 COP al año	1
Mayor a 1500000 COP al año	2

- **Impacto seguridad y medio ambiente:** Representa el efecto que puede causar la falla del vehículo tanto como a la integridad de sus usuarios así como al medio ambiente.

Tabla 17. Ponderación factor de impacto de seguridad y medio ambiente

Impacto de seguridad y medio ambiente (SHA)	Valor de ponderación
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental	8
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable)	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1

Con el apoyo de los diferentes departamentos de la empresa se obtuvo la información de cada vehículo. La criticidad calculada es mostrada a continuación (tabla completa en anexo D).

RODATURS S.A.							
Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H							
TAG	FF	TF	IO	CTM	SHA	C	CRITICIDAD TOTAL
RT-422-E-NO	3	1	1	1	6	8	24
RT-423-E-CH	2	1	1	1	6	8	16
RT-424-E-NO	1	1	1	1	6	8	8
RT-422-E-NO	4	1	1	1	6	8	32
RT-426-E-NO	4	1	1	1	6	8	32
RT-427-R-NO	3	1	1	1	6	8	24
RT428-E-NO	2	1	1	1	6	8	16

**Es necesario hacer varias aclaraciones:**

- El impacto operacional de cada vehículo representa menos del 10% en pérdidas de la producción de la empresa, esto es debido al modelo de negocio actual en el que independientemente que el vehículo esté varado, el propietario del vehículo debe pagar el valor de la “cartulina” diaria. Solamente hay un descuento de 16.000 (COP) por día en este valor si el vehículo dura más de 3 días en inactividad.
- En este caso cada vehículo representa igual riesgo ambiental y riesgo en la seguridad del pasajero.
- El criterio de tiempo de falla decidió evaluarse en “más” o “menos” de 3 días, ya que es realmente el lapso de tiempo que significa pérdida económica a la empresa por lo anteriormente explicado del descuento de 16.000 (COP).

Una vez hallada la criticidad de los 170 vehículos, se prosiguió a posicionarlos dentro de la matriz de criticidad para identificar si pertenecen a baja, media o alta criticidad.

Se concluyó que el método de criticidad de factores ponderados no resultó muy útil debido al modelo de negocio que maneja la empresa, pues todos los vehículos clasifican dentro del grupo de baja criticidad (siendo el mayor valor de criticidad menor que 70). Puede que reajustando los valores ponderados y la matriz de criticidad el análisis arrojará una respuesta un poco más acercada, pero se repensó que bajo este contexto un diagrama de Pareto jerarquizaría de manera mucho más exacta el impacto de los vehículos aprovechando la ventaja que este método ofrece al trabajar con los valores puntuales.

**6.3.2 Análisis Pareto.** La información recolectada para realizar el análisis de criticidad fue más que suficiente para poder realizar los diagramas de Pareto. Se realizaron 2 diagramas, uno en función de las frecuencias de falla al año (siendo estos la cantidad de días en que se generó el descuento) y el otro en función de

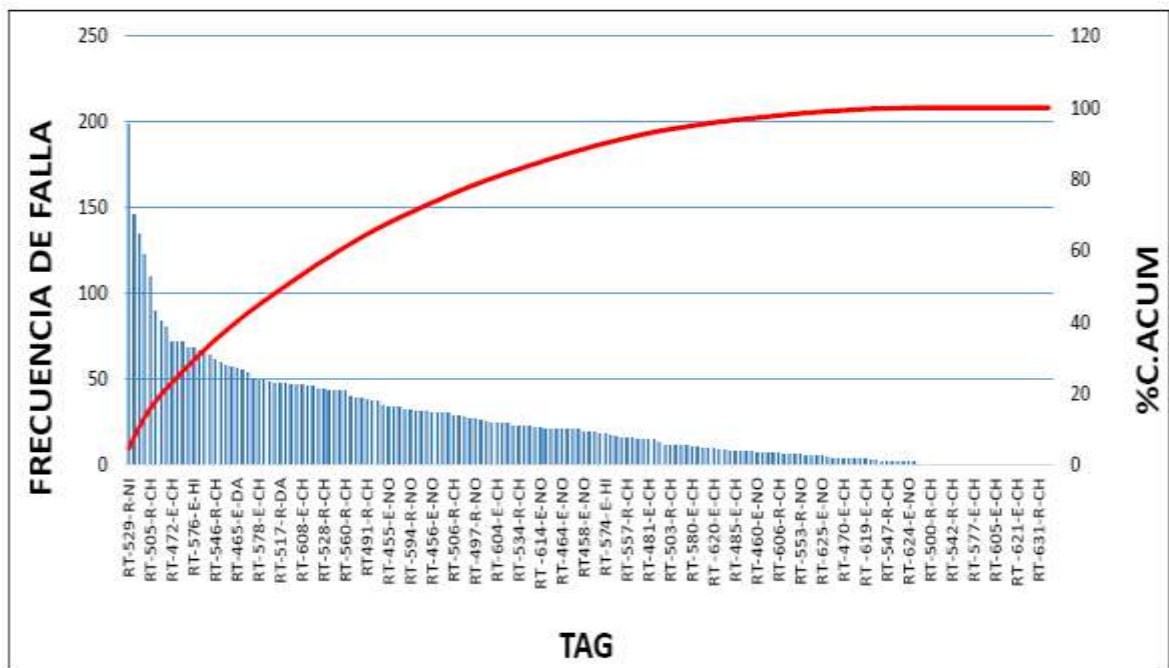
los costos de tiempo muerto al año, ya que estos son los 2 índices relevantes de ganancia o pérdida bajo el modelo de negocio de Rodaturs S.A.

- Pareto para la frecuencia de falla al año (ver tabla completa en anexo E).

Tabla 18. Valores para la frecuencia de falla (Pareto)

<b>RODATURS S.A.</b>				
Nit: 891-700741-6				
Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H				
<b>TAG</b>	<b>Frecuencia de fallas al año</b>	<b>%C</b>	<b>%C.Acum</b>	
RT-529-R-NI	198,5	4,4126	4,4126	
RT-525-R-NO	146	3,2455	7,6581	
RT-498-R-NO	134,5	2,9899	10,6480	
RT-462-E-CH	122,5	2,7231	13,3711	
RT-505-R-CH	110	2,4453	15,8164	
RT-535-R-CH	89,5	1,9896	17,8059	
RT-591-R-NI	83,5	1,8562	19,6621	
RT -616-E-NO	80	1,7784	21,4405	
RT-472-E-CH	72	1,6005	23,0410	
RT-524-R-CH	72	1,6005	24,6415	
RT-571-R-DA	71,5	1,5894	26,2310	
RT-502-R-DA	68,5	1,5227	27,7537	

Gráfica 1. Diagrama de Pareto para la frecuencia de falla

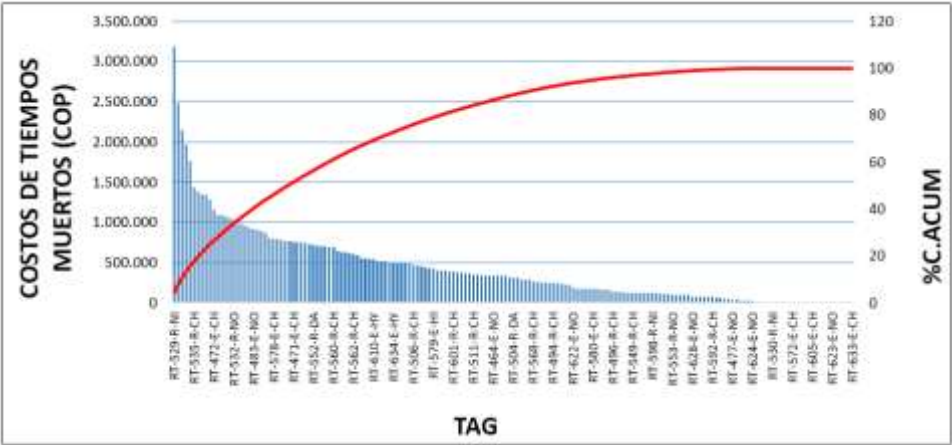


- Pareto para los costos de tiempo muerto (tabla completa en anexo F).

Tabla 19. Valores para costo de tiempo muero al año (Pareto)

<b>RODATURS S.A.</b> Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H			
<b>TAG</b>	<b>Costo tiempo muerto al año (COP \$)</b>	<b>%C</b>	<b>%C.Acum</b>
RT-529-R-NI	3176000	4,3536	4,3536
RT-525-R-NO	2469875	3,3857	7,7393
RT-498-R-NO	2152000	2,9500	10,6893
RT-462-E-CH	1960000	2,6868	13,3760
RT-505-R-CH	1760000	2,4126	15,7886
RT-535-R-CH	1432000	1,9630	17,7516
RT-524-R-CH	1383000	1,8958	19,6474
RT-571-R-DA	1338250	1,8345	21,4819
RT-591-R-NI	1336000	1,8314	23,3133
RT -616-E-NO	1280000	1,7546	25,0679
RT-472-E-CH	1152000	1,5792	26,6471
RT-502-R-DA	1096000	1,5024	28,1494
RT-576-E-HI	1096000	1,5024	29,6518
RT-520-R-CH	1064000	1,4585	31,1104
RT-493-R-CH	1056000	1,4476	32,5579
RT-532-R-NO	1024000	1,4037	33,9616
RT-546-R-CH	976000	1,3379	35,2995
RT-517-R-DA	975250	1,3369	36,6364
RT-589-R-NI	952000	1,3050	37,9414
RT-519-R-CH	928000	1,2721	39,2135
RT-483-E-NO	912000	1,2502	40,4636
RT-465-E-DA	896000	1,2282	41,6919
RT-526-R-CH	888000	1,2173	42,9091
RT-602-R-MI	856000	1,1734	44,0825
RT-508-R-DA	800000	1,0966	45,1792
RT-578-E-CH	792000	1,0857	46,2648
RT-588-E-MI	792000	1,0857	47,3505
RT-575-B-CH	776000	1,0637	48,4142
RT-518-R-NO	768000	1,0528	49,4670
RT-582-E-NI	760000	1,0418	50,5088
RT-471-E-CH	752000	1,0308	51,5397
RT-501-R-DA	752000	1,0308	52,5705
RT-608-E-CH	744000	1,0199	53,5904
RT-586-E-CH	736000	1,0089	54,5993
RT-531-R-NO	728000	0,9979	55,5972

Gráfica 2. Diagrama de Pareto para los costos de tiempo muerto



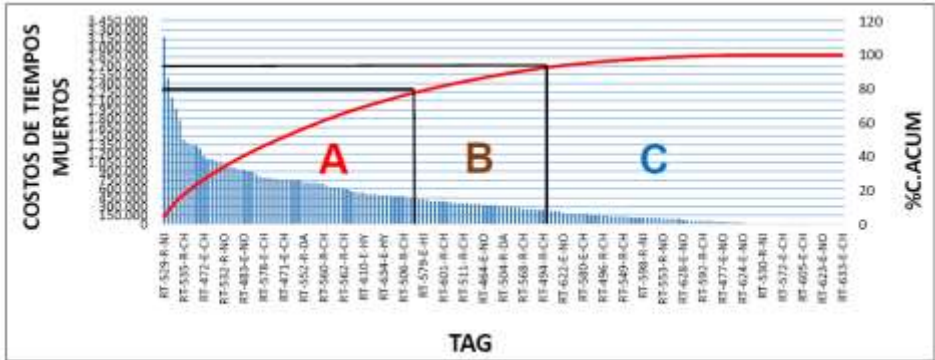
Las frecuencias de falla son directamente proporcionales a los costos de tiempo muerto. Se podría expresar matemáticamente de la siguiente manera:

Ecuación 5. Relación entre frecuencia de falla y costos de tiempo muerto

$$CTM \approx (FF \times 16000) [COP]$$

Aproximadamente ya que el valor varía debido a otros descuentos que pertenecen a tratos empresa-propietarios y se encuentran dentro de los registros. Por esta razón se escogió el diagrama de Pareto de costos de tiempos muertos para la jerarquización de los vehículos, además de trabajar sobre los intereses directos de la empresa.

Gráfica 3. Jerarquización de vehículos por medio del diagrama de Pareto



Los vehículos críticos, es decir, aquellos que pertenecen al grupo A son los siguientes (ver grupo B y C en anexo G).

Tabla 20. Vehículos críticos de la flota automotriz

<b>TAG (Grupo A)</b>	<b>Costo tiempo muerto al año (COP \$)</b>
RT-529-R-NI	3176000
RT-525-R-NO	2469875
RT-498-R-NO	2152000
RT-462-E-CH	1960000
RT-505-R-CH	1760000
RT-535-R-CH	1432000
RT-524-R-CH	1383000
RT-571-R-DA	1338250
RT-591-R-NI	1336000
RT-616-E-NO	1280000
RT-472-E-CH	1152000
RT-502-R-DA	1096000
RT-576-E-HI	1096000
RT-520-R-CH	1064000
RT-493-R-CH	1056000
RT-532-R-NO	1024000
RT-546-R-CH	976000
RT-517-R-DA	975250
RT-589-R-NI	952000
RT-519-R-CH	928000
RT-483-E-NO	912000
RT-465-E-DA	896000
RT-526-R-CH	888000
RT-602-R-MI	856000
RT-508-R-DA	800000
RT-578-E-CH	792000
RT-588-E-MI	792000
RT-575-B-CH	776000
RT-518-R-NO	768000
RT-582-E-NI	760000
RT-471-E-CH	752000
RT-501-R-DA	752000
RT-608-E-CH	744000
RT-586-E-CH	736000
RT-531-R-NO	728000
RT-552-R-DA	712000
RT-528-R-CH	704000
RT-536-R-CH	696000
RT-543-R-NI	696000
RT-478-E-CH	688000
RT-560-R-CH	688000
RT-584-E-AG	640000
RT-475-E-CH	624000

RT-550-R-CH	624000
RT491-R-CH	616000
RT-562-R-CH	600000
RT-559-R-DA	592000
RT-469-B-ME	552000
RT-455-E-NO	544000
RT-570-E-JA	536000
RT-610-E-HY	536000
RT-521-R-CH	512000
RT-594-R-NO	512000
RT-538-R-CH	504000
RT-600-R-CH	496000
RT-634-E-HY	496000
RT-456-E-NO	488000
RT-452-E-NO	480000
RT-479-R-NO	480000
RT-590-R-NI	480000
RT-506-R-CH	464000
RT-509-R-CH	456000
RT-480-E-CH	448000
RT-635-E-CH	432000
RT-497-R-NO	424000
RT-579-E-HI	416000
RT-617-E-NO	400000

#### 6.4 CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En base al diagnóstico realizado y con el soporte de las indicaciones de los fabricantes correspondientes a las marcas que conforman la flota automotriz de Rodaturs S.A, se diseñaron los cronogramas de mantenimiento preventivo (ver todos los cronogramas en anexo H).

Tabla 21. Cronograma de mantenimiento (Chevrolet)

<b>RODATURS S.A.</b> Nit: 891-700741-6 Calle 15 No 3-25 Of. 506 Santa Marta D.T.C.H																					
<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO (CHEVROLET)</b>																					
<b>C:</b> Cambiar <b>R:</b> Realizar <b>I:</b> Inspeccionar, controlar, limpiar, ajustar, reparar reemplazar o lubricar si es necesario.	<b>KILOMETRAJE</b>																				
	<b>x1000 KM</b>																				
<b>ACTIVIDAD</b>	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	1	
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0



Sincronización del motor		I		R		I		R		I		R		I		R		I		R
Engrasar rodamientos de las llantas traseras				R				R				R				R				R
Lavado	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	1
	0	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0

**6.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA RODATURS S.A**

El control de la gestión de mantenimiento se considera tan crucial como la gestión misma en sí. Por esta razón, considerando la prioridad que debe tener el mantenimiento preventivo en los vehículos de transporte urbano y con el propósito de aprovechar al máximo las tecnologías presentes, se realizó el diseño de una aplicación web que permitirá al personal encargado el ingreso, manejo e impresión de la información manejada en todas las actividades del plan de mantenimiento preventivo.

La aplicación se plantea como modelo evolutivo, es decir un prototipo el cuál se verá sometido a continuas pruebas por el usuario con el fin de ir generando actualizaciones y modificaciones que se acerquen cada vez más al contexto y necesidad de este.

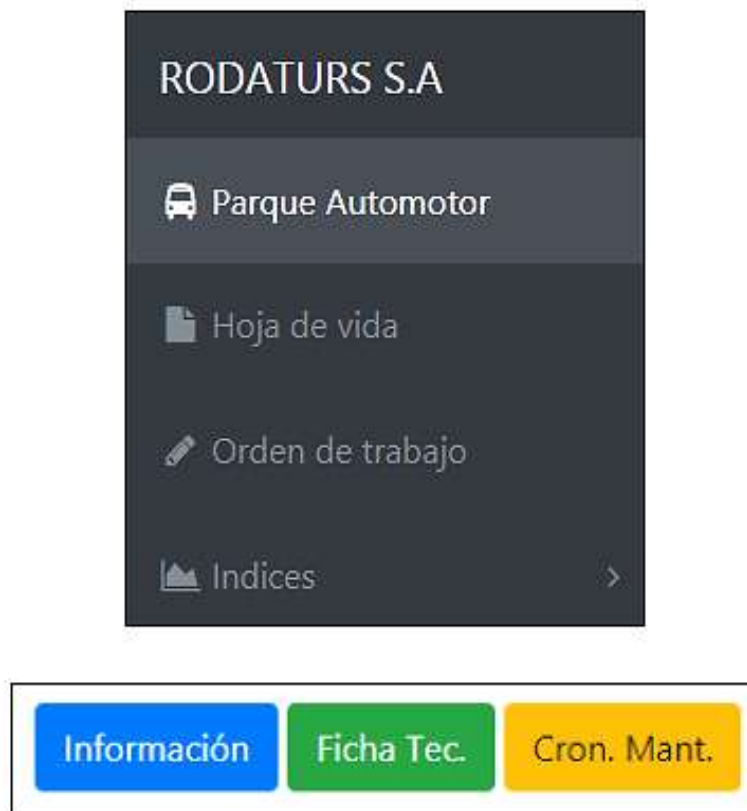
Dentro de las mayores ventajas que ofrecerá está aplicación será poder tener acceso a esta no solo por medio de ordenadores (computador), sino también por medio de Smartphones desde cualquier ubicación en la que se tenga acceso a internet.

El diseño estuvo soportado en las necesidades de la empresa y en todo el conocimiento empírico obtenido durante las interacciones generadas en el desarrollo del proyecto.

**La propuesta consta de los siguientes módulos o funciones principales:**

- Visualización y manejo del parque automotor
- Visualización e ingreso de órdenes de trabajo
- Visualización de hojas de vida
- Visualización de fichas técnicas
- Visualización de los cronogramas de mantenimiento
- Control de índices de gestión de mantenimiento

Figura 5. Módulos o funciones de la aplicación web



**6.5.1 Ingreso.** Para el ingreso a la aplicación se debe introducir la dirección web utilizando un navegador dentro de un servidor local. La aplicación pedirá un usuario y contraseña, los cuales deben estar registrados en el sistema de gestión de base de datos (MYSQL en este caso) para poder ingresar.

Figura 6. Ingreso a la aplicación web

Acceso

Usuario

Enter email

Contraseña

Password

Remember Password

Login

**6.5.2 Visualización y manejo del parque automotor.** Una vez el usuario ingresa a la aplicación, se muestra por defecto el primer módulo (parque automotor). En este podemos ver la lista completa de los vehículos organizados por su TAG y placa correspondiente. Se permite realizar un filtro por TAG y un filtro por placa para ubicar el vehículo según la necesidad del usuario en el menor tiempo posible.

Figura 7. Módulo de visualización y manejo del parque automotor

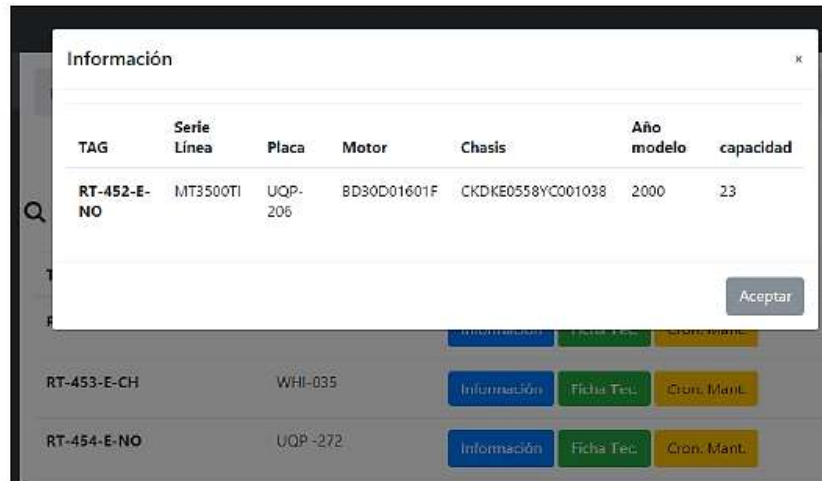
PARQUE AUTOMOTOR 2017

Q TAG PLACA

TAG	Placa	Acciones
RT-452-E-NO	UQP-206	Información Ficha Tec. Cron. Mant.
RT-453-E-CH	WHI-035	Información Ficha Tec. Cron. Mant.
RT-454-E-NO	UQP -272	Información Ficha Tec. Cron. Mant.
RT-455-E-NO	UQP-943	Información Ficha Tec. Cron. Mant.
RT-456-E-NO	UQP -260	Información Ficha Tec. Cron. Mant.
RT-457-R-NO	SIT-087	Información Ficha Tec. Cron. Mant.

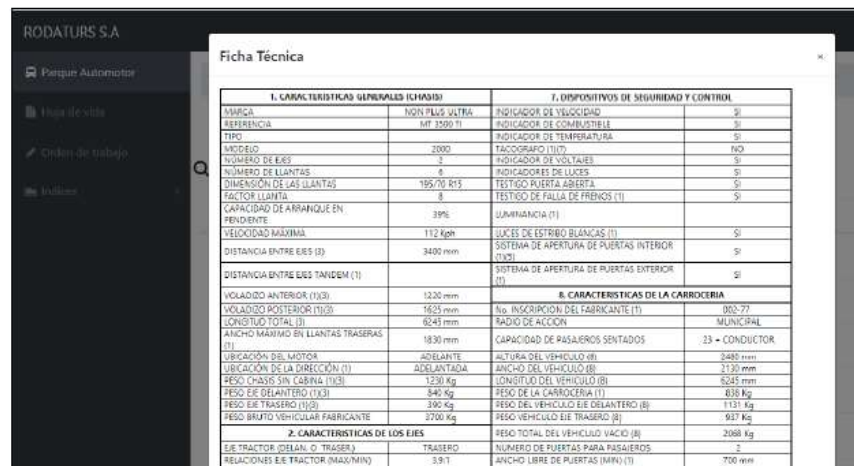
Para obtener la información básica sobre el vehículo solo es necesario presionar el botón “información”.

Figura 8. Información básica del vehículo



**6.5.3 Visualización de fichas técnicas.** La aplicación permite acceder a la ficha técnica de cada vehículo por medio del botón “Ficha Tec”. Se planea que en las próximas actualizaciones se pueda realizar el ingreso de fichas técnicas donde sea necesario, así como la modificación de estas directamente desde la plataforma.

Figura 9. Visualización de fichas técnicas



**6.5.4 Visualización de cronogramas de mantenimiento.** La aplicación permite acceder al cronograma de mantenimiento diseñado para cada vehículo por medio del botón “Cron. Mant”. Se planea que en las próximas actualizaciones se pueda realizar el ingreso de nuevos cronogramas donde sea necesario, así como la modificación de estos directamente desde la plataforma.

Figura 11. Visualización de cronogramas de mantenimiento

The screenshot shows a web application interface for 'RODATURS S.A.' with a sidebar menu containing 'Parque Automotor', 'Hoja de vida', 'Orden de trabajo', and 'Indices'. The main content area is titled 'Cronograma de mantenimiento' and contains a table with the following structure:

ACTIVIDAD	KILOMETRAJE																			
	x1000 KM																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Diagnóstico con escáner multimarca		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I
Aceite del motor y filtro	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Aceite del diferencial									C											C
Filtro de aire		I		C		I		C		I		C		I		C		I		C
Filtro de combustible		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I
Bujías						C													C	
Calibración y ajuste de válvulas					R				R				R				R			R
Niveles de fluidos y guayas	I	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I
Correa de repartición									I										I	
Correas	I	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I
Suspensión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Carrocería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sistema de carga y eléctrico	I	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I
Frenos (bandas y pastillas)		I		C		I		C		I		C		I		C		I		C
Nivel de deterioro de la banda de rodamiento	I	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I

**6.5.5 Visualización e ingreso de órdenes de trabajo.** Este módulo permite el ingreso de la información del formato de orden de trabajo diseñado por medio de un cuestionario enlazado al sistema de gestión de base de datos. Fue diseñado para facilitar al máximo la tarea del personal encargado de ordenar las actividades de mantenimiento respectivas para cada vehículo, sean preventivas o correctivas.

Figura 10. Visualización e ingreso de órdenes de trabajo

Dashboard / Orden de trabajo

### ORDEN DE TRABAJO

NO. INTERNO:  CONDUCTOR:  FECHA DE INGRESO:  TIPO DE MANTENIMIENTO:

MARCA:  KILOMETRAJE:  HORA DE INGRESO:

PLACA:  TALLER:  FECHA DE SALIDA:

SOLICITANTE:  HORA DE SALIDA:

DIAGNOSTICO/DESCRIPCION DE LA FALLA:

MOTOR	TRANSMISIÓN	DIRECCIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SUSPENSIÓN	FRENOS	SIST. ELÉCTRICO
ST. HIDRÁULICO	TREN DE RODAJE	CARROCERÍA	OTROS:			

TRABAJOS REALIZADOS	RESPONSABLE	DURACIÓN (HRS)

**6.5.6 Visualización de hojas de vida.** Este módulo sintetiza información ingresada a las órdenes de trabajo e imprime esta información para la que el usuario pueda verla de manera resumida y cronológica, formando así un historial de mantenimiento de cada vehículo.

Figura 11. Visualización de hojas de vida

Dashboard / Hoja de vida

### HOJA DE VIDA

TAG:  VENCIMIENTO SOAT:  VENCIMIENTO T.MECÁNICA:

**INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO**  
 NOMBRE: Sergio Rueda CÉDULA: 1098760500 TELÉFONO: 3023180994 DIRECCIÓN: Calle 12 #24E-184 CORREO ELECTRÓNICO: sergiorueda2230@hotmail.com

**HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS**

FECHA	FALLA PRESENTADA	TRABAJOS REALIZADOS	RESPONSABLE

REPUESTOS USADOS	DURACIÓN (HRS)	COSTO TOTAL (COP)

**6.5.7 Control de índices de gestión de mantenimiento.** La propuesta de este módulo consiste en el monitoreo de los índices de gestión de mantenimiento (disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad) de cada vehículo. Para esto es necesario la creación de una base de datos inmediatamente se inicie la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Se planea que este módulo maneje inicialmente tablas con sus respectivas gráficas con el fin de que el usuario pueda realizar el seguimiento del plan de mantenimiento en cada vehículo.

Un primer vistazo de cómo se visualiza este módulo es mostrado a continuación.

Figura 12. Control de índices de gestión de mantenimiento



The screenshot shows a web interface for monitoring vehicle availability. At the top, there is a breadcrumb trail 'Dashboard / Disponibilidad' and a large heading 'DISPONIBILIDAD'. Below the heading is a search bar with a magnifying glass icon and the text 'TAG'. A table lists several vehicle tags, each with a corresponding blue button labeled 'Ver'.

TAG	
RT-452-E-NO	<a href="#">Ver</a>
RT-453-E-CH	<a href="#">Ver</a>
RT-454-E-NO	<a href="#">Ver</a>
RT-455-E-NO	<a href="#">Ver</a>
RT-456-E-NO	<a href="#">Ver</a>
RT-457-R-NO	<a href="#">Ver</a>

## 7. ANÁLISIS ECONÓMICO

El estudio económico o análisis de la viabilidad que tiene un proyecto se considera mucho más importante que la misma planificación para su concluirlo. De este modo resultó imperante para esta propuesta que se llevara a cabo una investigación que definiera si esta aportará beneficios a la empresa.

### 7.1 RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA

El estudio de rentabilidad se llevó basado en el simple principio de contrastar los costos con los que está cargando la empresa actualmente referente a las actividades de mantenimiento, contra los costos de implementación de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo planteado por este proyecto.

Se puede resumir conceptualmente de la siguiente manera:

Tabla 22. Costos de mantenimiento actuales vs Costos de implementación de la propuesta (resumen conceptual)

COSTOS DE MANTENIMIENTO ACTUALES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA
Costos por tiempos muertos	Equipo y herramientas
Salarios del personal	Stock de repuestos y materiales
	Salarios del personal
	Software

**7.1.1 Costos de mantenimiento actuales.** Bajo el modelo de negocio presente, los recursos económicos de las actividades de mantenimiento de Rodaturs S.A se destinan a 2 conceptos.

- Costos por tiempos muertos: Descuentos generados a los vehículos que permanecen más de 3 días inactivos por motivos de mantenimientos correctivos.

La empresa cuenta con el registro y seguimiento de dicha información (ver tablas completas en anexo I).

Tabla 23. Descuentos por tiempos muertos (2016)

MES (2016)	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL	
TAG	Días	Valor	Días	Valor	Días	Valor	Días	Valor
RT-452-E-NO	0	0	0	0	0	0	0	0
RT-453-E-CH	7	112000	0	0	0	0	0	0
RT-454-E-NO	0	0	0	0	0	0	0	0
RT-455-E-NO	3	48000	0	0	0	0	0	0
RT-456-E-NO	0	0	0	0	0	0	0	0
RT-457-R-NO	0	0	0	0	4	64000	6	96000
RT458-E-NO	8	128000	0	0	0	0	0	0
RT-459-E-CH	0	0	0	0	8	128000	0	0

Tabla 24. Descuentos por tiempos muertos (2017)

MES (2017)	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL	
TAG	Días	Valor	Días	Valor	Días	Valor	Días	Valor
RT-452-E-NO	0	0	3	48000	0	0	11	176000
RT-453-E-CH	0	0	0	0	0	0		0
RT-454-E-NO	0	0	0	0	0	0	6	96000
RT-455-E-NO	25	400000	0	0	0	0	7	112000
RT-456-E-NO	0	0	0	0	0	0	0	0
RT-457-R-NO	8	128000	0	0	0	0	0	0
RT458-E-NO	0	0	0	0	0	0	0	0
RT-459-E-CH	0	0	0	0	0	0	0	0

De estas tablas se calculó el total anual y posteriormente se promedió para cada vehículo. Estos fueron los valores utilizados para realizar el análisis de Pareto (ver tablas completa en anexo J).

Tabla 25. Descuentos por tiempo muerto (total 2016)

TAG	TOTAL 2016	
	DÍAS	VALOR (COP)
RT-452-E-NO	15	240000
RT-453-E-CH	30	480000
RT-454-E-NO	5	80000
RT-455-E-NO	23	368000
RT-456-E-NO	47	752000
RT-457-R-NO	30	480000
RT458-E-NO	22	352000
RT-459-E-CH	8	128000

Tabla 26. Descuentos por tiempo muerto (total 2017)

TAG	TOTAL 2017	
	DÍAS	VALOR (COP)
RT-452-E-NO	45	720000
RT-453-E-CH	0	0
RT-454-E-NO	6	96000
RT-455-E-NO	45	720000
RT-456-E-NO	14	224000
RT-457-R-NO	12	192000
RT458-E-NO	16	256000
RT-459-E-CH	0	0

Tabla 27. Descuentos por tiempo muerto (promedio anual)

TAG	PROMEDIO AL AÑO	
	DÍAS	VALOR (COP)
RT-452-E-NO	30	480000
RT-453-E-CH	15	240000
RT-454-E-NO	5,5	88000
RT-455-E-NO	34	544000
RT-456-E-NO	30,5	488000
RT-457-R-NO	21	336000
RT458-E-NO	19	304000
RT-459-E-CH	4	64000

- Salarios del personal: Salario del personal de inspección.

Tabla 28. Salarios del personal

SALARIOS DEL PERSONAL		
CARGO	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL UNITARIO (COP)
Inspeccionador	3	1800000

Los costos totales de mantenimiento actuales se obtienen entonces de la suma de estos 2 conceptos.

Tabla 29. Costos de mantenimiento actuales

<b>COSTOS TOTALES DE TIEMPO MUERTO (ANUAL)</b>	<b>71.976.000 COP</b>
<b>COSTOS TOTALES SALARIOS DEL PERSONAL (ANUAL)</b>	<b>64.800.000 COP</b>
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO ACTUALES</b>	<b>136.776.000 COP</b>

**7.1.2 Costos de implementación de la propuesta.** En pro de implementar la propuesta de este proyecto se plantean 4 conceptos como los mínimos requeridos para iniciar la gestión de mantenimiento preventivo en los vehículos de la flota automotriz.

Las marcas y precios de los distintos productos fueron escogidos en base a consultas con los proveedores locales, mecánicos locales y consultas web.

- Equipo y herramientas

Tabla 30. Equipo y herramientas

<b>HERRAMIENTAS MECÁNICAS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO (COP)</b>	<b>VALOR TOTAL (COP)</b>
Kit herramientas Automotriz (170 piezas)	Crescent	5	500000	2500000
Gabinete de caja de herramientas	Big Red	4	600000	2400000
Elevador 2 columnas (4 ton)	Launch	2	7500000	15000000
Gato hidráulico tipo zorra (3.5 ton)	Crafstman	4	650000	2600000
Grúa hidráulica para motor	Big Red	3	1000000	3000000
Banco para prueba y limpieza de inyectores con ultrasonido	Autofuel	2	2800000	5600000
Llave de impacto 19.2v	Crafstman	4	400000	1600000

<b>DISPOSITIVOS DE DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO Y MECÁNICO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO (COP)</b>	<b>VALOR TOTAL (COP)</b>
Scáner automotriz multimarca	Launch	2	5000000	10000000
Osciloscopio/Multímetro automotriz	Jinhan	3	580000	1740000
Medidor de Compresión	Big Red	4	425000	1700000
Vacuómetro 0-15 psi	Big Red	4	200000	800000
Kit de medición (presión de combustible)	ABN	3	166000	498000
Tester líquido de frenos	Iworld	3	55000	165000
Manómetro de presión de neumáticos	Aschcroft	6	250000	1500000

HERRAMIENTAS PARA CAMBIO DE ACEITE				
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (COP)	VALOR TOTAL (COP)
Recolector de aceite portatil	Vvono	5	1200000	6000000
Embudo flexible para llenado de aceite	Shimano	5	50000	250000
Juego de llaves tipo copa para filtro de aceite	AmPro	4	285000	1140000

EQUIPO PARA LAVADO				
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (COP)	VALOR TOTAL (COP)
Aspiradora	Black&decker	3	130000	390000
Hidrolavadora 1300w	Bavaria	6	120000	720000

- Stock de repuestos y materiales

Tabla 31. Stock de repuestos y materiales

LUBRICANTES, LÍQUIDOS DE FRENO, REFRIGERANTES				
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (COP)	VALOR TOTAL (COP)
Aceite para motor gasolina 20w50 multigrado (por galón)	Mobil	680	89500	60860000
Líquido de freno (por galón)	Acdelco	85	174000	14790000
Refrigerante de motor (por galón)	Peak	85	64200	5457000
Líquido hidráulico para dirección (por galón)	Qualitor	85	200000	17000000
Grasa para uso general (por 1.814 kilogramos)	Valvoline	85	124000	10540000

FILTROS						
DESCRIPCIÓN			MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (COP)	VALOR TOTAL (COP)
Filtro de aire	NON PLUS ULTRA	MT3500T I	Partmo	16	26000	416000
		MT3000T I	Partmo	6	26000	156000
		6150	Partmo	36	26000	936000
		PLUS TL 1.45L	Partmo	8	26000	208000
		TL-E-III	Partmo	14	26000	364000
	CHEVROLET	NKR	Partmo	128	28000	3584000
		NPR	Partmo	60	40000	2400000
	DAIHATSU	DELTA V118L	Partmo	16	28000	448000
		DELTA	Partmo	4	28000	112000

		V126L					
		DELTA V128L	Partmo	4	28000	112000	
	NISSAN	TRADE 100	Partmo	18	25000	450000	
		TK55	Partmo	8	26000	208000	
	JAC	HK6730	Partmo	2	33000	66000	
	HINO	FB4JJ	Partmo	6	58000	348000	
	AGRALE	MA 8.5 TCA	Partmo	2	43000	86000	
	HYUNDAI	COUNTY	Partmo	4	41000	164000	
	MITSUBISHI	CANTER	Partmo	4	25000	100000	
Filtro de aceite	NON PLUS ULTRA	MT3500T I	Partmo	16	11000	176000	
		MT3000T I	Partmo	6	11000	66000	
		6150	Partmo	36	11000	396000	
		PLUS TL 1.45L	Partmo	8	11000	88000	
		TL-E-III	Partmo	14	11000	154000	
	CHEVROLET	NKR	Partmo	128	24000	3072000	
		NPR	Partmo	60	35000	2100000	
	DAIHATSU	DELTA V118L	Partmo	16	37000	592000	
		DELTA V126L	Partmo	4	37000	148000	
		DELTA V128L	Partmo	4	37000	148000	
	NISSAN	TRADE 100	Partmo	18	11000	198000	
		TK55	Partmo	8	15000	120000	
	JAC	HK6730	Partmo	2	20000	40000	
	HINO	FB4JJ	Partmo	6	25000	150000	
	AGRALE	MA 8.5 TCA	Partmo	2	20000	40000	
	HYUNDAI	COUNTY	Partmo	4	28000	112000	
	MITSUBISHI	CANTER	Partmo	4	25000	100000	
	Filtro de combustible	NON PLUS ULTRA	MT3500T I	Partmo	16	22000	352000
			MT3000T I	Partmo	6	21000	126000
			6150	Partmo	36	22000	792000
PLUS TL 1.45L			Partmo	8	21000	168000	
TL-E-III			Partmo	14	22000	308000	
CHEVROLET		NKR	Partmo (x2)	128	28000	3584000	
		NPR	Partmo (x3)	60	39000	2340000	
DAIHATSU		DELTA V118L	Partmo	16	13000	208000	
		DELTA	Partmo	4	22000	88000	

		V126L				
		DELTA V128L	Partmo	4	24000	96000
	NISSAN	TRADE 100	Partmo	18	11000	198000
		TK55	Partmo (tipo corazón)	8	105000	840000
	JAC	HK6730	Partmo	2	20000	40000
	HINO	FB4JJ	Partmo	6	20000	120000
	AGRALE	MA 8.5 TCA	Partmo	2	40000	80000
	HYUNDAI	COUNTY	Partmo	4	33000	132000
	MITSUBISHI I	CANTER	Partmo	4	20000	80000

REPUESTOS						
DESCRIPCIÓN			MARCA	CANTI DAD	VALOR UNITARIO (COP)	VALOR TOTAL (COP)
Pastillas y bandas de frenos	NON PLUS ULTRA	MT3500T I	Brake	16	60000	960000
		MT3000T I	Brake	6	60000	360000
		6150	Coexito	36	80000	2880000
		PLUS TL 1.45L	Coexito	8	80000	640000
		TL-E-III	Brake	14	60000	840000
	CHEVROLET T	NKR	Renosa	128	60000	7680000
		NPR	Renosa	60	80000	4800000
	DAIHATSU	DELTA V118L	Renosa (Std)	16	60000	960000
		DELTA V126L	Renosa (Std)	4	60000	240000
		DELTA V128L	Renosa (Std)	4	60000	240000
	NISSAN	TRADE 100	Coexito	18	55000	990000
		TK55	Coexito (del+tras)	8	138000	1104000
	JAC	HK6730	Bosch	2	77000	154000
	HINO	FB4JJ	Coexito	6	60000	360000
	AGRALE	MA 8.5 TCA	Coexito	2	80000	160000
	HYUNDAI	COUNTY	Renosa (Std)	4	78000	312000
	MITSUBISHI I	CANTER	Renosa	4	60000	240000
Correa de accesorios	NON PLUS ULTRA	MT3500T I	Dayco (14450) (x2)	16	46000	736000
		MT3000T I	Dayco (14450) (x2)	6	46000	276000
		6150	Dayco (14450) (x2)	36	46000	1656000

		PLUS TL 1.45L	Dayco (14450) (x2)	8	46000	368000
		TL-E-III	Dayco (14450) (x2)	14	46000	644000
	CHEVROLET	NKR	Dayco (17335)	128	23000	2944000
		NPR	Dayco (22400)	60	37000	2220000
	DAIHATSU	DELTA V118L	Dayco (17380)	16	25000	400000
		DELTA V126L	Dayco (17420)	4	23000	92000
		DELTA V128L	Dayco (17420)	4	23000	92000
	NISSAN	TRADE 100	Dayco (17455) (x2)	18	46000	828000
		TK55	Gpk 1625	8	67000	536000
	JAC	HK6730	Gpk 1600	2	48000	96000
	HINO	FB4JJ	Gpk 1625	6	67000	402000
	AGRALE	MA 8.5 TCA	Dayco (17335)	2	23000	46000
	HYUNDAI	COUNTY	Gpk 1625	4	67000	268000
	MITSUBISHI	CANTER	Gpk 1625	4	67000	268000

#### MATERIALES VARIOS

DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (COP)	VALOR TOTAL (COP)
Limpiador de freno (14 Oz)	3M	85	18000	1530000
Limpiador de carburador (12.5 Oz)	3M	85	16000	1360000
Limpiador cuerpo de aceleración (14 Oz)	Petro	85	30000	2550000
Kit microfiltros para inyectores de gasolina	Universal	85	750	63750
Kit de O-rings para inyectores de gasolina	Acdelco	85	100000	8500000

#### SALARIOS DEL PERSONAL

CARGO	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL (COP)
Ingeniero de mantenimiento	1	3000000
Auxiliar	4	730000

#### LICENCIA SOFTWARE (ANUAL)

2000000

Los costos de implementación de la propuesta se obtienen de sumar los totales de estos 4 conceptos.

Tabla 32. Costos de implementación de la propuesta

<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>	<b>57.603.000 COP</b>
<b>STOCK DE REPUESTOS Y MATERIALES</b>	<b>184.852.750 COP</b>
<b>SALARIOS DEL PERSONAL (ANUAL)</b>	<b>71.040.000 COP</b>
<b>LICENCIA SOFTWARE (ANUAL)</b>	<b>2.000.000 COP</b>
<b>COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA</b>	<b>254.761.750 COP</b>

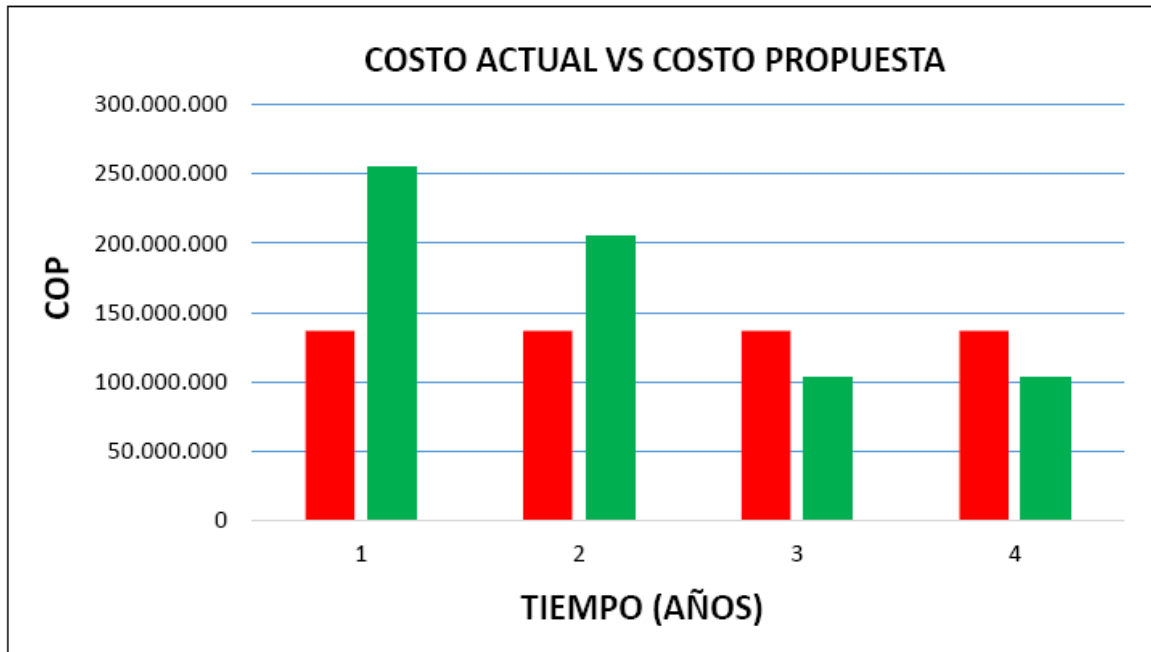
**7.1.3 Costos de mantenimiento actuales vs costos de implementación de la propuesta.** Teniendo los netos anuales podemos enfrentarlos en el tiempo. Para realizarlo es necesario tener varias consideraciones en cuenta:

- En el segundo año, al valor base (1er año) se le debe restar los costos de equipo y herramientas pues es un gasto que no se debe volver a realizar nuevamente dentro de este lapso de tiempo.
- Al tercer año se planea que los costos de mantenimiento disminuyan hasta la mitad pues para ese entonces se espera tener un stock de repuestos y que no toque renovarlo por completo cada año.

Tabla 33. Costo actual vs Costo propuesta

<b>Año</b>	<b>Costo actual</b>	<b>Costo propuesta</b>
1	136.776.000 COP	254.761.750 COP
2	136.776.000 COP	204.758.750 COP
3	136.776.000 COP	102.379.375 COP
4	136.776.000 COP	102.379.375 COP

Gráfica 4. Costo actual vs Costo propuesta



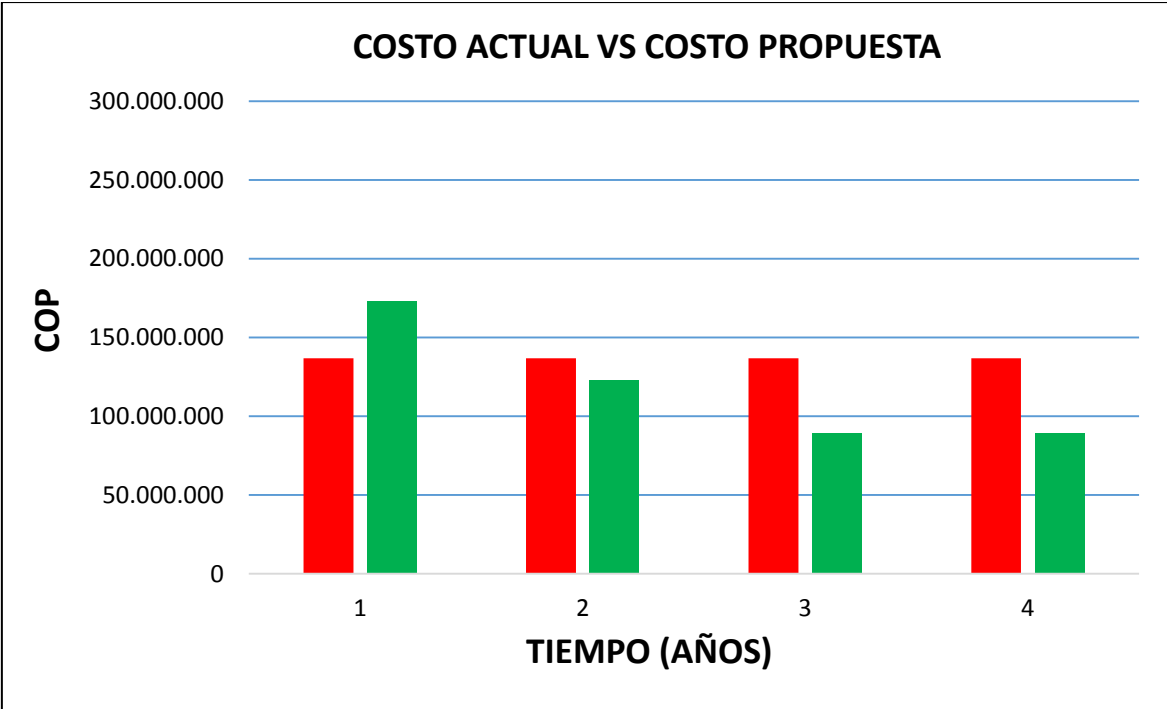
En este primer análisis no se han tenido en cuenta los aportes monetarios de los propietarios para estos gastos. Vemos que sin considerarlos, la propuesta ya parece viable porque con casi la misma cantidad de recursos se podría tener una gestión de mantenimiento preventivo completa para la flota.

Si por ejemplo, se propone un aporte mínimo de los propietarios de 40.000 COP al mes y suponiendo que los costos al segundo año se reduzcan no a la mitad, sino un a un valor un poco más alto que la mitad, se tiene lo siguiente.

Tabla 34. Costo actual vs Costo propuesta (con aporte de propietarios)

Año	Costo actual	Costo propuesta
1	136.776.000 COP	173.161.750 COP
2	136.776.000 COP	123.158.750 COP
3	136.776.000 COP	89.200.000 COP
4	136.776.000 COP	89.200.000 COP

Gráfica 5. Costo actual vs Costo propuesta (con aporte de propietarios)



Para este modelo de propuesta tenemos un periodo de retorno de la inversión (PIR) de entre 2 a 3 años, que según la teoría, está más que perfecto. Además, luego del tercer año podemos tener una tasa interna de retorno (TIR) mayor al 20% como se muestra a continuación:

AÑOS	1	2	3	4	5
FLUJOS NETOS DE EFECTIVO (COP)	-36.385.750	13.617.250	47.576.000	47.576.000	47.576.000
FLUJO DE CAJA ACUM (COP)	-36.385.750	-22.768.500	24.807.500	72.383.500	119.959.500



AÑOS	FLUJOS NETOS DE EFECTIVO (COP)	TIR
1	-36.385.750	--
2	13.617.250	-63%
3	47.576.000	35%
4	47.576.000	65%
5	47.576.000	77%

## 8. RECOMENDACIONES

- Todas las propuestas hechas en este proyecto deben ser revisadas por las directivas y personal de la empresa para verificar y garantizar la viabilidad de su ejecución.
- Antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, es necesario una capacitación completa para el personal que estará involucrado.
- La empresa Rodaturs S.A debe asegurar que el personal involucrado en la gestión de mantenimiento cumpla con el perfil y la capacitación necesaria antes de su asignación al cargo.
- Para lograr obtener resultados correctos y confiables del plan de mantenimiento preventivo, se debe cumplir con toda la información requerida y con todos los protocolos mencionados en su correspondiente capacitación.
- Se recomienda que el personal de Rodaturs S.A difunda constantemente con los propietarios la importancia de las buenas prácticas de mantenimiento de los vehículos y los beneficios que trae un mantenimiento preventivo.
- De igual forma se recomienda que los propietarios difundan constantemente con sus conductores la importancia de las buenas prácticas de mantenimiento de los vehículos y los beneficios que trae un mantenimiento preventivo.
- De establecerse un nuevo documento de gestión de mantenimiento o una nueva rutina de mantenimiento, estos deberán ser incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo.

## 9. CONCLUSIONES

- De acuerdo al estudio económico realizado, la propuesta planteada por este proyecto es viable y además de aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los vehículos, puede reducir en gran medida los costos de tiempo muerto.
- Bajo la perspectiva de la ingeniería de mantenimiento, el modelo de negocio manejado por Rodaturs S.A es ineficiente y acorta la vida útil de sus activos.
- Se entiende perfectamente que el cambio de modelo de negocio de la empresa Rodaturs S.A no será “de la noche a la mañana”, pero desde la gestión de mantenimiento, trabajando junto con los propietarios de los vehículos se ve posible la implementación del plan de mantenimiento preventivo.
- Para el contexto bajo el que se desarrolló este proyecto, resultó mucho más útil y confiable un análisis Pareto que un análisis de criticidad por factores ponderados ya que este trabajó con los valores puntuales sobre los índices a valorar dando así un resultado más exacto.
- Este tipo de experiencias son cruciales para la formación del estudiante universitario. Proporcionan una mirada diferente e introducen en un ambiente en el cual el estudiante se enfrenta a un problema real donde debe utilizar todas sus capacidades y recursos disponibles para dar solución a este.
- No solo las capacidades cognitivas son las únicas que importan. A lo largo de todo el desarrollo del proyecto, las capacidades comunicativas para formar vínculos y relaciones con el personal de la empresa fueron fundamentales para lograr concluirlo.

## BIBLIOGRAFIA

1&1. Web. ¿Qué es un servidor?. [En línea]. (Recuperado en 18 de Agosto del 2017). Disponible en <https://www.1and1.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-un-servidor-un-concepto-dos-definiciones/>

ARTÍGUEZ TERRAZAS, Raúl, *et al.* Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. Madrid: Arán. 2016. 13-41, 51-66, 75-84, 97-119 p.

BORRÁS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Material Docente. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2013.

CABANAS, Manés, ORCAJO, Gonzalo Alonso y MELERO, Manuel García. Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas. México: Marcombo. 2004.

FERNÁNDEZ GONZÁLES, Francisco Javier. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. Madrid: Fundación confemetal. 2003. 95-170 p.

GARRIDO GARCÍA, Santiago. Ingeniería de mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Madrid: Renovetec. 2013. 9 p.

GONZALES FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid. 2004. 20-170 p.

MDN WEB DOCS. HTML. [En línea]. (Recuperado en 18 de Agosto del 2017). Disponible en <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>

MESA, Dairo; ORTÍZ, Yesid; PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia Et Technica, vol. XII, núm. 30. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Mayo, 2006, p. 155-160. p. 8.

MESA; ORTÍZ; PINZÓN. Op.cit., p. 7.

PANIAGUA, Oscar Pascual. Operaciones de Mantenimiento Preventivo del Vehículo y Control de su dotación de material. México: Ideas propias. 2006. 172-211, 215-228 p.

PHP.NET. ¿Qué es PHP?. [En línea]. (Recuperado en 18 de Agosto del 2017). Disponible en <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>

RENOVETEC. Tipos de mantenimiento. [En línea]. (Recuperado en 18 de Agosto del 2017). Disponible en <http://renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

TAVARES, Lourival Augusto. Administración moderna de mantenimiento. Brasil: Nuevo polo publicaciones. 2000. 11-29, 44-52 p.

TORRES, Leandro. Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda edición. Argentina: Universitas. 2009. 23-24, 123-139 p.

W3C. Guía breve de CSS. [En línea]. (Recuperado en 18 de Agosto del 2017). Disponible en <https://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/HojasEstilo>