

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA  
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES  
RECOLECTORES DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA (EMAB  
S.A. E.S.P)**

**JHONNATAN MARTÍNEZ SABOYÁ  
STEVEN JULIÁN PRADA RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2016**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA  
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES  
RECOLECTORES DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA (EMAB  
S.A. E.S.P)**

**JHONNATAN MARTÍNEZ SABOYÁ  
STEVEN JULIÁN PRADA RODRÍGUEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Director  
PEDRO JOSE DÍAZ GUERRERO  
Ingeniero Mecánico M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2016**

## DEDICATORIA

*A Dios por brindarme la sabiduría y el entendimiento necesario para  
alcanzar esta nueva meta.*

*A mis padres Ramiro Martínez Castellanos y Alcira Saboyá Garzón quienes  
jamás se han apartado de mi lado en el camino, quienes con su apoyo,  
consejos e infinita paciencia han hecho posible todos los proyectos en los que  
me he enfocado. Esto es para ustedes, a quienes les debo absolutamente todo.*

*A mis hermanas Karenth y Lina, quienes han sido un gran apoyo y compañía  
indispensable en todo este proceso.*

*A todos los que de una u otra forma han contribuido en el logro de este  
objetivo tan importante en mi vida.*

***JHONNATAN MARTÍNEZ SABOYÁ***

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Lelio Prada, Liliana Rodríguez, mis hermanos, Diego Andrés, Zuly Saday, Brandon Josep, Juan Felipe, mi madrastra Elsa Luque y en especial a mi hermano Sebastián Prada Rodríguez (Q.E.P.D), gracias por su apoyo incondicional, por estar presentes en todos los momentos importantes de mi vida, y por ser parte de este gran logro.*

*A mi novia Lina Gómez, siempre fue un gran apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por ser parte fundamental en mi desarrollo profesional, social, económico y moral. TE AMO.*

**STEVEN JULIÁN PRADA RODRÍGUEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Brindamos nuestros más sinceros agradecimientos a Dios y a nuestras familias por apoyar la culminación de nuestros estudios y la realización de nuestro proyecto de grado.*

*A la Empresa de Aseo de Bucaramanga en especial al ingeniero Abelardo Duran y al Jefe de mantenimiento Jaime Hernández por su tiempo y dedicación.*

*A la Escuela de Ingeniería Mecánica. la Universidad Industrial de Santander y a todos sus profesores por la formación académica brindada.*

**JHONNATAN MARTÍNEZ SABOYÁ**  
**STEVEN JULIÁN PRADA RODRÍGUEZ**

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
INTRODUCCIÓN .....	23
1. MARCO ORGANIZACIONAL.....	24
1.1 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P. ....	24
1.1.1 Historia.....	24
1.1.2 Misión.....	24
1.1.3 Visión.. ..	25
1.1.4 Políticas de calidad.. ..	25
1.1.5 Objetivos de calidad.....	25
1.1.6 Diagrama de procesos.....	26
1.1.7 Organigrama .....	27
1.1.8 Ubicación e imagen corporativa.....	28
1.1.9 Vehículos.. ..	29
1.1.10 Disponibilidad.....	30
1.1.11 Servicios ofrecidos. ....	31
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	33
2.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA .....	34
2.3 OBJETIVOS.....	35
2.3.1 Objetivo general.....	35

2.3.2 Objetivos específicos .....	35
3. MARCO TEÓRICO .....	36
3.1 FASES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	36
3.2 PLATAFORMA DE DESARROLLO. ....	38
4. GENERALIDADES DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES DE ASEO .....	40
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRINCIPALES DE UN VEHÍCULO COMPACTADOR.....	42
4.1.1 Sistema motriz.. ....	42
4.1.2 Sistema de transmisión.....	42
4.1.3 Sistema hidráulico caja compactadora.. ....	45
4.1.4 Sistema de chasis, carrocería y recolección .....	47
4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOCARRO AYCO AY250ZH.....	48
5. DIAGNÓSTICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO .....	50
5.1 MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA EMAB S.A. E.S.P.....	50
5.1.1 Descripción general del mantenimiento en la empresa .....	50
5.1.2 Documentación técnica y costos de mantenimiento.. ....	52
5.1.3 Estructura interna del mantenimiento. ....	53
5.1.4 Área de mantenimiento ( <i>Layout</i> ).....	55
5.1.5 Análisis de Pareto. ....	55
5.1.6 Análisis Weibull.....	57
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS WEIBULL .....	69
6. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO .....	71
6.1 FASES DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO .....	72

6.1.1 Fase 1. Definición de indicadores claves (nivel gerencial, ingeniería y mantenimiento balance scorecard (BSC))..	73
6.1.2 Fase 2. Jerarquización de equipos (método de análisis de criticidad (CTR)).....	73
6.1.3 Fase 3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto (análisis causa raíz (RCA)).....	73
6.1.4 Fase 4. Revisión, mejoras y diseño de planes de operación y mantenimiento (plan de mantenimiento preventivo).....	74
6.1.5 Fase 5. Técnicas de optimización para la mejora de los programas de mantenimiento (confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad)..	74
6.1.6 Fase 6 y 7. Control y supervisión de las operaciones de mantenimiento y análisis de costos (análisis de costos).....	74
6.1.7 Fase 8. Técnicas para la mejora del mantenimiento continuo..	74
7. CRITICIDAD DE LOS CAMIONES RECOLECTORES.....	76
7.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	76
7.1.1 Modelo de criticidad semicuantitativo CTR (Criticidad Total por Riesgo).....	76
7.2 CRITERIOS .....	77
7.3 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CRITICIDAD.....	78
7.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	89
8. ANÁLISIS DE PUNTOS DÉBILES EN EQUIPOS.....	90
8.1 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS CAUSA RAIZ.....	91
8.2 NIVELES DE ANÁLISIS CAUSA RAÍZ .....	91
8.3 MÉTODO DE MEDICIÓN DE FALLA A LOS VEHÍCULOS COMPACTADORES.....	93
8.3.1 Identificar y definir los sistemas a cuantificar.....	93
8.3.2 Preparación de datos.....	93

8.3.3 Calcular las contribuciones parciales, totales de cada elemento.....	93
8.4 IDENTIFICACIÓN DEL MAL ACTOR .....	93
8.5 CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL LÓGICO DE FALLAS PARA EL MAL ACTOR (FALLA EN LOS MOTORES) IDENTIFICADO EN LOS VEHÍCULOS COMPACTADORES.....	97
8.5.1 Eventos presentados en los motores de los vehículos compactadores.....	97
8.5.2 Modos de falla.....	97
8.5.3 Planteamiento de hipótesis.....	98
8.5.4 Verificación y descarte de hipótesis.....	99
8.5.5 Causas físicas.....	99
8.5.6 Causas humanas.....	100
8.5.7 Causas latentes.....	101
8.6 MAL ACTOR (FALLA EN EL SISTEMA HIDRÁULICO).....	101
9. REVISIÓN, MEJORAS Y DISEÑO DE PLANES DE MANTENIMIENTO .....	103
9.1 MANTENIMIENTO DEL CAMIÓN.....	103
9.2 MANTENIMIENTO DE LA CAJA COMPACTADORA.....	108
9.2.1 Puntos de lubricación de la caja compactadora.....	110
9.2.2 Requerimientos del aceite hidráulico.....	110
9.3 RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS MOTOCARROS.....	112
9.4 CODIFICACIÓN GENERADA PARA EL ALMACÉN DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA.....	114
9.4.1 Codificación de inventario según su sección .....	115
9.5 MEJORAS EN FORMATOS DE INGRESO DE INFORMACIÓN.....	116

10. ESTRUCTURA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN IMPLEMENTADO EN LA EMAB.....	117
10.1 INGRESO AL SISTEMA .....	117
10.2 MÓDULO INICIO .....	119
10.3 MÓDULO ADMINISTRACIÓN .....	120
10.4 MÓDULO ORDEN DE TRABAJO.....	125
10.5 MÓDULO COSTOS .....	129
10.6 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN .....	130
10.7 MÓDULO ALARMAS .....	135
10.8 MÓDULO REPORTES .....	138
11. ANALISIS DE COSTOS.....	139
11.1 COSTOS PROYECTADOS .....	139
12. CONCLUSIONES .....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	145
ANEXOS.....	147

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa de procesos .....	26
Figura 2. Organigrama de EMAB S.A. E.S.P. ....	27
Figura 3. Ubicación Empresa de Aseo de Bucaramanga .....	28
Figura 4. Imagen corporativa .....	28
Figura 5. Vehículo compactador Kenworth T370 .....	30
Figura 6. Motocarro AYCO Force con cabina .....	30
Figura 7. Volqueta Chevrolet FVR .....	30
Figura 8. Etapas de diseño del sistema de información.....	37
Figura 9. Estructura del sistema de información .....	39
Figura 10. Porcentajes de vehículos en la empresa .....	41
Figura 11. Transmisión tipo tándem.....	43
Figura 12. Controles externos traseros y delanteros .....	45
Figura 13. Carrocería camión kenworth 370 .....	47
Figura 14. Caja compactadora, pala expulsora del eyector, deslizador y cuchara .....	47
Figura 15. Orden de trabajo motocarro .....	51
Figura 16. Orden de trabajo utilizada actualmente en el mantenimiento .....	53
Figura 18. Organigrama de la división del mantenimiento .....	54
Figura 17. Área de mantenimiento ( <i>Layout</i> ).....	55
Figura 19. Diagrama de Pareto vehículos compactadores .....	56
Figura 20. Distribución Weibull compactador 01 .....	59
Figura 21. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 01 .....	60
Figura 22. Distribución Weibull compactador 02.....	62
Figura 23. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 02.....	62
Figura 24. Distribución Weibull compactador 03.....	64

Figura 25. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 03.....	64
Figura 26. Distribución Weibull compactador 04.....	66
Figura 27. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 04.....	66
Figura 28. Distribución Weibull compactador 09.....	68
Figura 29. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 09.....	68
Figura 30. Curva de la Bañera .....	69
Figura 31. Modelo del proceso de gestión de mantenimiento.....	72
Figura 32. Matriz de criticidad.....	78
Figura 33. Porcentajes de criticidad compactador 01 .....	80
Figura 34. Porcentajes de criticidad compactador 02 .....	82
Figura 35. Porcentajes de criticidad compactador 03 .....	84
Figura 36. Porcentajes de criticidad compactador 04 .....	86
Figura 37. Porcentajes de criticidad compactador 09 .....	88
Figura 38. Árbol lógico de fallas.....	92
Figura 39. Árbol de levas, bomba de agua, compresor de aire.....	95
Figura 40. Válvulas de admisión y escape.....	96
Figura 41. Pistones.....	96
Figura 42. Motor reparado .....	96
Figura 43. Árbol lógico de Fallas (falla en los motores). .....	102
Figura 44. Puntos de lubricación.....	110
Figura 45. Formato antiguo de los repuestos del almacén .....	115
Figura 46. Inicio de sesión .....	118
Figura 47. Diagrama de flujo del ingreso al sistema .....	118
Figura 48. Banner principal.....	119
Figura 49. Diagrama de flujo modulo inicio.....	119
Figura 50. Módulo inicio.....	120
Figura 51. Diagrama de flujo modulo administración.....	121
Figura 52. Diagrama de flujo para los submódulos de administración.....	122
Figura 53. Submódulo Vehículo.....	122
Figura 54. Submódulo Almacén.....	123

Figura 55. Submódulo ficha técnica.....	123
Figura 56. Submódulo Usuario .....	124
Figura 57. Submódulo empleados .....	124
Figura 58. Submódulo Hoja de vida.....	125
Figura 59. Diagrama de flujo orden de trabajo.....	126
Figura 60. Submódulo orden de trabajo.....	127
Figura 61. Submódulo repuestos .....	127
Figura 62. Submódulo hoja de vida - Orden de trabajo .....	128
Figura 63. Submódulo consulta hoja de vida .....	128
Figura 64. Diagrama de flujo modulo costos.....	129
Figura 65. Modulo costos.....	130
Figura 66. Diagrama de flujo modulo indicadores de gestión .....	131
Figura 67. Diagrama de flujo cálculos indicadores.....	132
Figura 68. Submódulo confiabilidad.....	133
Figura 69. Submódulo disponibilidad .....	133
Figura 70. Submódulo mantenibilidad.....	134
Figura 71. Submódulo cumplimiento.....	134
Figura 72. Submódulo crear alarma.....	135
Figura 73. Diagrama de flujo modulo alarmas .....	136
Figura 74. Continuación diagrama de flujo rutinas.....	136
Figura 75. Submódulo alertas de alarma .....	137
Figura 76. Submódulo rutinas de mantenimiento.....	137
Figura 77. Submódulo reportes.....	138

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Vehículos Empresa de Aseo de Bucaramanga.....	29
Tabla 2. Clasificación vehículos recolectores .....	40
Tabla 3. Tipos de sistemas de transmisión .....	43
Tabla 4. Especificaciones motores de los compactadores .....	44
Tabla 5. Funciones del sistema hidráulico .....	46
Tabla 6. Motocarro Ayco AY 250 ZH Force con cabina .....	48
Tabla 7. Registro de costos de mantenimiento y operación para el vehículo 01 ..	52
Tabla 8. Análisis de Pareto .....	56
Tabla 9. Datos Weibull compactador 01 .....	58
Tabla 10. Datos Weibull compactador 02 .....	60
Tabla 11. Datos Weibull compactador 03 .....	63
Tabla 12. Datos Weibull compactador 04 .....	65
Tabla 13. Datos Weibull compactador 09 .....	67
Tabla 14. Fase 1 Balance ScoreCard.....	75
Tabla 15. Criterios del análisis de criticidad.....	77
Tabla 16. Criticidad compactador 01 .....	79
Tabla 17. Criticidad compactador 02 .....	81
Tabla 18. Criticidad compactador 03 .....	83
Tabla 19. Criticidad compactador 04 .....	85
Tabla 20. Criticidad compactador 09 .....	87
Tabla 21. Costos anuales sistema motriz .....	94
Tabla 22. Rutina de mantenimiento preventivo camión .....	103
Tabla 23. Revisión diaria del vehículo .....	106
Tabla 24. Rutina de mantenimiento de la caja compactadora. ....	108

Tabla 25. Carta de lubricación caja compactadora .....	111
Tabla 26. Especificación aceite hidráulico .....	112
Tabla 27. Rutina de mantenimiento motocarro .....	112
Tabla 28. Indicadores de gestión .....	131
Tabla 29. Costos de repuestos .....	140
Tabla 30. Costos de insumo .....	140
Tabla 31. Costos de mano de obra .....	141
Tabla 32. Costo total proyectado .....	141
Tabla 33. Comparación costo total del año 2014.....	142

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
ANEXO A. Sistema hidráulico vehículos compactadores .....	148
ANEXO B. Fallas comunes y acciones correctivas en la caja compactadora .....	149
ANEXO C. Carta de lubricación camión .....	154
ANEXO D. Comprobante salida del almacén .....	157
ANEXO E. Fallas comunes y acciones correctivas en los motocarros .....	158
ANEXO F. Ficha técnica de vehículos recolectores.....	162
ANEXO G. Hoja de vida.....	163
ANEXO H. Orden de trabajo.....	164
ANEXO I. Programación anual de mantenimiento preventivo .....	165

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES RECOLECTORES DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA (EMAB S.A. E.S.P.)\*

**AUTORES:** JHONNATAN MARTINEZ SABOYÁ  
STEVEN JULÍAN PRADA RODRÍGUEZ.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Sistema de información, EMAB, mantenimiento, análisis de Pareto, análisis Weibull, análisis de costos, análisis causa raíz.

### DESCRIPCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar e implementar un sistema de información para la gestión del mantenimiento de la flota de vehículos recolectores de la empresa de aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P.

Para empezar se realiza la identificación de todos los vehículos estableciendo así cada uno de sus sistemas funcionales, luego se prioriza el estudio según la importancia de cada equipo en la prestación del servicio y en los costos debido al mantenimiento. Se realiza una auditoria de la situación actual con el fin de verificar el estado de la división de mantenimiento de la empresa, incluyendo un análisis de Pareto para conocer los vehículos más críticos en función de sus costos de mantenimiento anuales y un análisis Weibull para determinar la confiabilidad de los vehículos críticos.

Se utiliza el método de criticidad total por riesgo para definir los sistemas más críticos para así establecer rutinas de mantenimiento adecuadas. De acuerdo a lo anterior, se desarrolla una metodología de análisis causa-raíz (RCA) con el fin de identificar posibles factores causales de falla en los principales sistemas de los vehículos compactadores. Por último, se procede a diseñar e implementar un sistema de información que supla las necesidades y requerimientos supliendo las falencias en la gerencia de mantenimiento que tiene la empresa.

Se realiza un análisis de costos que da una perspectiva financiera de la implementación de las rutinas y el sistema de información. Con este sistema de información, la EMAB adquiere una herramienta versátil y de fácil manejo que almacena datos de la flota recolectora y personal técnico de manera ordenada, facilitando la realización de operaciones e informando de las diferentes alarmas de mantenimiento que se puedan presentar en cada uno de los vehículos recolectores.

---

\* Trabajo de grado

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

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INFORMATION MAINTENANCE SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF THE FLEET OF GARBAGE TRUCKS OF EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA (EMAB S.A. E.S.P.).\*

**AUTHORS:** JHONNATAN MARTÍNEZ SABOYÁ  
STEVEN JULÍAN PRADA RODRÍGUEZ\*\*

**KEY WORDS:** Information system, EMAB, garbage truck, maintenance, Pareto analysis, Weibull analysis, cost analysis, root cause analysis.

### DESCRIPTION

The current project aims to design and implement an information maintenance system for the management of the fleet of garbage trucks of Empresa de Aseo de Bucaramanga (EMAB S.A. E.S.P.)

First, identification of all the vehicles is done establishing each of their functional systems, then the study is prioritized according to the importance of each equipment in the service and maintenance costs due. it's performs a audit of real situation in order to check the status of the maintenance division of the Company, including the Pareto analysis to meet the most critical vehicles based on their annual maintenance costs and a Weibull analysis to determine reliability of critical vehicles.

Analysis Total Risk Criticality it use to define most critical systems to establish appropriate maintenance routines, so, according with this analysis a methodology Root- Cause Analysis (RCA) is developed in order to identify possible causal factors of failure of the main systems of the garbage truck. Finally, design and implement the system that meets the needs and requirements supplementing shortcomings in maintenance management that the company has.

A cost analysis is done giving a financial perspective for the a Implementation of an information system and routines of maintenance, with this software, the EMAB acquires a versatile and easy to use tool that stores information about the fleet of garbage truck and technical staff orderly manner, thereby facilitating operations and reporting of maintenance different alarms that may occur in each of the vehicles.

---

\* Degree Work

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering. Director: Eng. Pedro José Díaz Guerrero

## INTRODUCCIÓN

El sistema de recolección de aseo en la ciudad se realiza por medio de vehículos recolectores, siendo indispensable la buena operación y la prestación integral del servicio. Por esta razón, es necesario aplicar modelos de gestión de activos de una forma simple y bien estructurada para reducir gastos y mejorar la disponibilidad de los vehículos.

Un buen manejo de la información es parte importante en el desempeño de cualquier labor, de esta manera se garantiza un acceso fácil y rápido al estado de los procesos y demás datos que se deben tener en el momento oportuno para tomar decisiones. En la división de mantenimiento, una adecuada gestión requiere el uso de herramientas tecnológicas que brinden la facilidad en la comunicación y que permitan planear, dirigir y controlar las funciones del mantenimiento.

Con la implementación de un sistema de información se busca disminuir los costos y el tiempo de las reparaciones, reemplazar papeleo innecesario y manejar eficientemente los recursos para generar indicadores de gestión que entregue informes claros y tangibles de la situación día a día del mantenimiento.

Esta herramienta será útil en el desarrollo de las actividades de la empresa, siendo de fácil acceso para el personal encargado del mantenimiento, en la cual se llevará un historial de repuestos, equipos, ordenes de trabajo, costos y demás funciones que ayuden a resolver las necesidades del mantenimiento.

El alcance de este proyecto de grado le brinda a la Empresa de Aseo de Bucaramanga una aplicación tecnológica que disponga de la información en un medio digital organizado y de fácil manejo.

## 1. MARCO ORGANIZACIONAL

### 1.1 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.

**1.1.1 Historia.** La Empresa de Aseo de Bucaramanga S.A. E.S.P., surge del proceso de escisión societaria de las Empresas Públicas de Bucaramanga, su vida jurídica se materializa mediante Escritura Pública N°. 3408 de 1998, como sociedad por acciones, de economía mixta del orden municipal, regida por la Ley 142 de 1994 y vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

La EMAB S.A. E.S.P, es una sociedad anónima, de nacionalidad Colombiana, regulada por las normas consagradas en el libro segundo del código de comercio para las sociedades mercantiles en general y para las sociedades anónimas en particular y por el título VII llamado "de las Sociedades de economía mixta", de esta manera se constituyó como tal la Empresa de Aseo de Bucaramanga, cuyo objeto social es la prestación integral y regulación del servicio público domiciliario de aseo en la ciudad de Bucaramanga y la realización de actividades complementarias a dicho servicio.

**1.1.2 Misión.** EMAB S.A. E.S.P, es una empresa que presta el servicio público domiciliario de aseo (barrido, recolección, transporte y tratamiento de residuos) mediante la gestión integral de residuos sólidos, satisfaciendo las necesidades de la comunidad en cumplimiento de la normatividad legal, con tecnología e infraestructura adecuada y personal competente, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

**1.1.3 Visión.** Ser en el 2016, la empresa prestadora del servicio de aseo del área metropolitana, posicionada como una de las más competitivas y rentables de la región con reconocimiento en la prestación del servicio público domiciliario de aseo y la gestión adecuada e integral de residuos sólidos, con estándares de calidad y acciones de mitigación a los impactos ambientales generados de la operación misional y su actividad económica.

**1.1.4 Políticas de calidad.** Satisfacer las necesidades de nuestros usuarios, mediante la prestación de un servicio público domiciliario de aseo de manera eficaz, eficiente y efectivo apoyados en nuestro talento humano competente e idóneo en el desarrollo de sus funciones, con una adecuada infraestructura y tecnología que garanticen el cumplimiento de la normatividad legal, reglamentaria y filosofía institucional al igual que el mejoramiento continuo en todos nuestros procesos para generar compromiso social, minimizando la afectación a las condiciones del entorno y la comunidad.

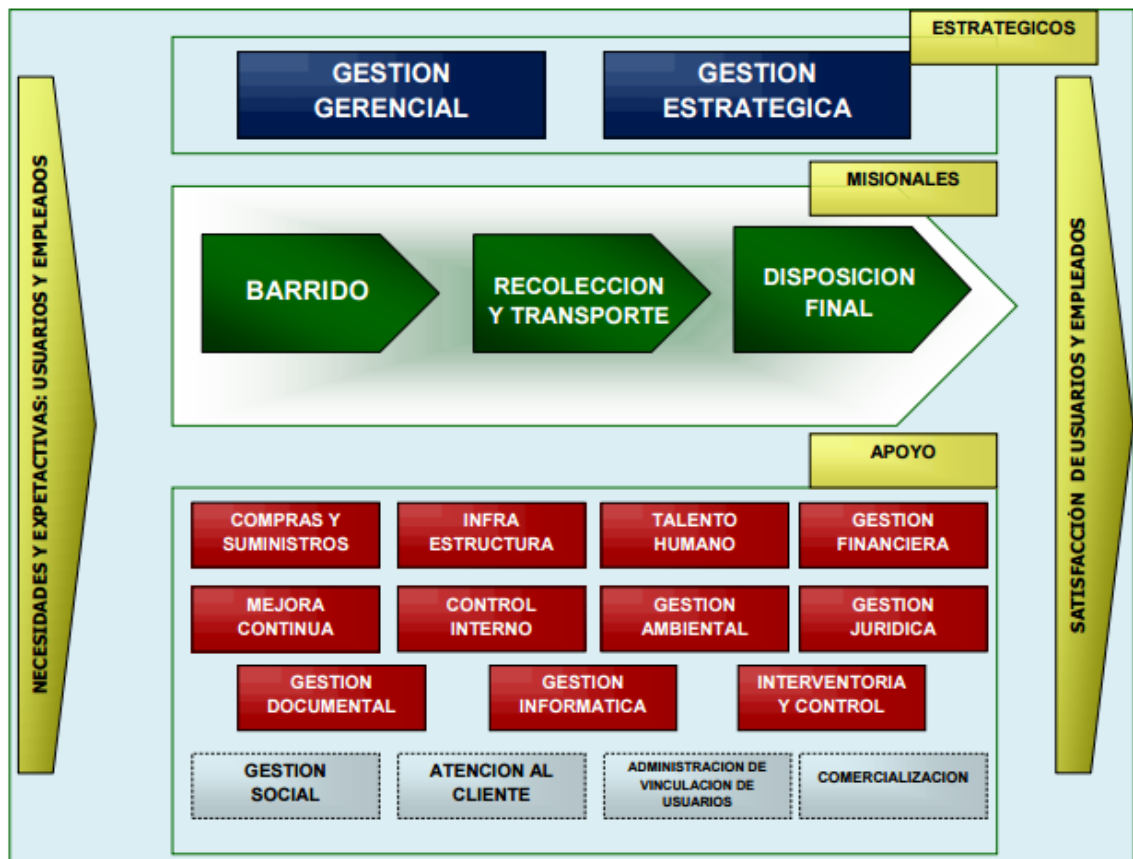
#### **1.1.5 Objetivos de calidad**

- Mejorar continuamente el nivel de satisfacción de los clientes por nuestros servicios, buscando la oportuna atención y respuesta a sus necesidades.
- Fortalecer la competencia e idoneidad del personal que labora en la EMAB, la mejora de la infraestructura y tecnología para lograr el cumplimiento de las expectativas de los usuarios y la empresa.
- Desarrollar alternativas de ampliación de cobertura que permitan satisfacer la demanda de la población actual y futura de nuestros clientes.
- Incrementar la eficacia y eficiencia de los procesos generando mejoramiento continuo en los mismos.

- Implementar planes y programas efectivos que contribuyan a la conservación y preservación del medio ambiente que fortalezcan la educación ciudadana y el compromiso social.

### 1.1.6 Diagrama de procesos

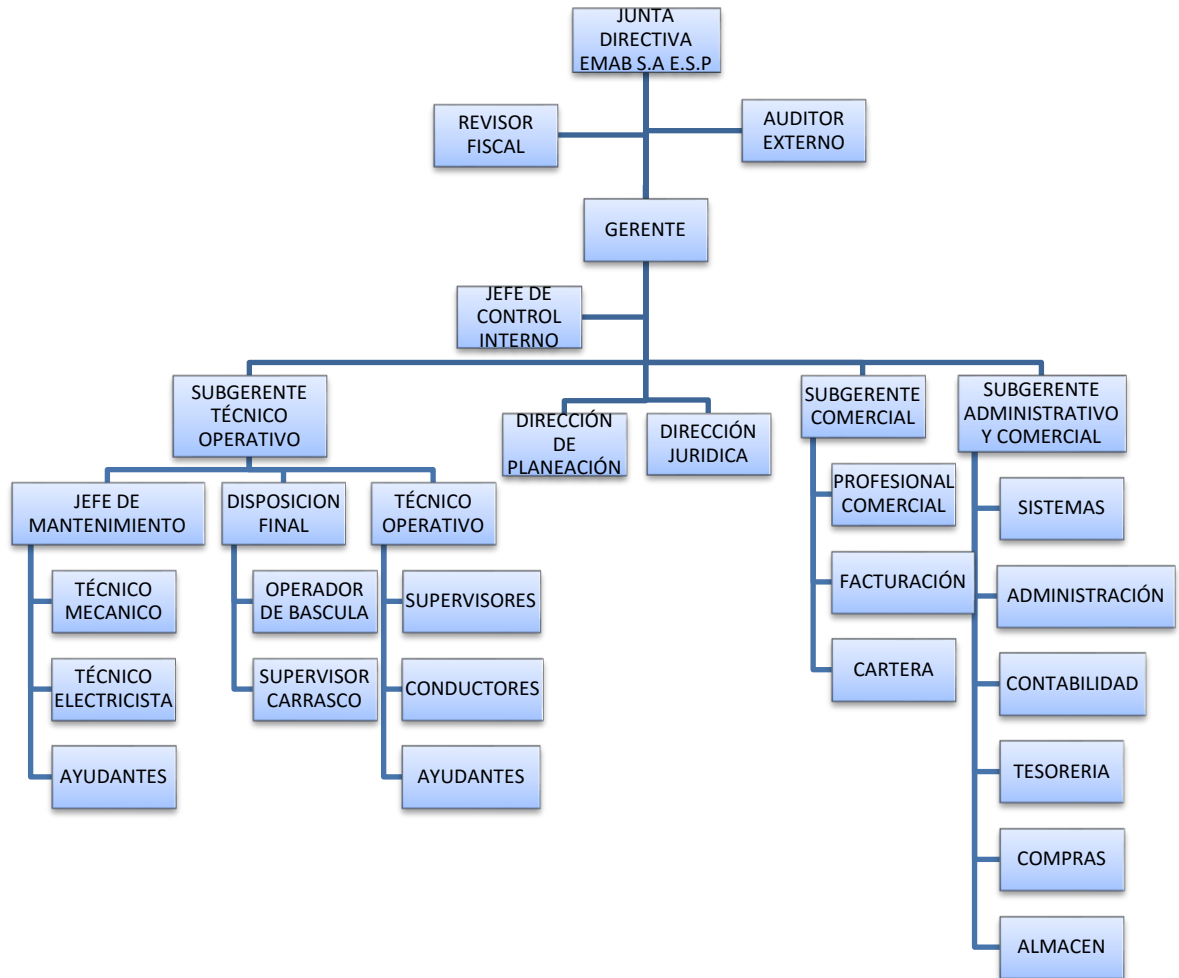
Figura 1. Mapa de procesos



Fuente: <http://emabesp.com.co/>

## 1.1.7 Organigrama

Figura 2. Organigrama de EMAB S.A. E.S.P.



Fuente: <http://emabesp.com.co/>

**1.1.8 Ubicación e imagen corporativa.** EMAB S.A. E.S.P, se encuentra ubicada en el kilómetro 4 vía a Girón en el edificio de la Dirección de Transito de Bucaramanga, y su área de mantenimiento, parqueadero y sitio de disposición final el Carrasco está ubicado en el kilómetro 6 vía a Girón.

**Figura 3. Ubicación Empresa de Aseo de Bucaramanga**



**Figura 4. Imagen corporativa**



Fuente: <http://emabesp.com.co/>

**1.1.9 Vehículos.** La EMAB S.A. E.S.P, cuenta con los siguientes vehículos para su operación.

**Tabla 1. Vehículos Empresa de Aseo de Bucaramanga**

<b>No. INTERNO</b>	<b>PLACA</b>	<b>MARCA</b>	<b>TIPO</b>	<b>MODELO</b>
01	CCK815	CHEVROLET KODIAK TANDEM	COMPACTADOR	2006
02	CCK817	CHEVROLET KODIAK TANDEM	COMPACTADOR	2006
03	CWM559	CHEVROLET KODIAK TANDEM	COMPACTADOR	2009
04	CWM558	CHEVROLET KODIAK TANDEM	COMPACTADOR	2009
05	MTP750	KENWORTH	COMPACTADOR	2013
06	MTT447	KENWORTH	COMPACTADOR	2013
07	HDL843	KENWORTH	COMPACTADOR	2013
08	OJX284	KENWORTH	COMPACTADOR	2014
09	OSA404	CHEVROLET BRIGADIER	COMPACTADOR	1994
10	OSA405	CHEVROLET BRIGADIER	COMPACTADOR	1995
11	OSA406	CHEVROLET BRIGADIER	COMPACTADOR	1994
19	BUO352	CHEVROLET KODIAK SENCILLO	COMPACTADOR	1996
104	CWN449	CHEVROLET FVR	VOLQUETA	2010
106	DLK593	CHEVROLET FVR	VOLQUETA	2011
107	OSB107	CHEVROLET FVR	VOLQUETA	2013
922	DLM922	CHEVROLET DIMAX	CAMIONETA	2012
725	BUZ725	TOYOTA HILUX 4X2	CAMIONETA	1999
361	BVA 361	DAIHATSU TERIOS	CAMPERO	2000
303	CAT930	CATERPILLAR 930	CARGADOR	1987
M1	ABK294	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M2	ABK295	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M3	ABK296	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M4	ABK297	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M5	ABK298	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M6	ABK299	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M7	ABK302	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M8	ABK303	AYCO FORCE	MOTOCARRO	2013
M9	ABK305	AYCO FORCE DOBLE	MOTOCARRO	2015
M10	ABK306	AYCO FORCE DOBLE	MOTOCARRO	2015
M11	ABK307	AYCO FORCE DOBLE	MOTOCARRO	2015
M12	ABK308	AYCO FORCE DOBLE	MOTOCARRO	2015

**Figura 5. Vehículo compactador Kenworth T370**



Fuente: <http://emabesp.com.co/>

**Figura 6. Motocarro AYCO Force con cabina**



Fuente: <http://emabesp.com.co/>

**Figura 7. Volqueta Chevrolet FVR**



Fuente: <http://emabesp.com.co/>

**1.1.10 Disponibilidad requerida de equipos y frecuencias de trabajo.** La frecuencia de trabajo en la Empresa de Aseo de Bucaramanga es de aproximadamente 8 horas por turno, los horarios de recolección son desde las 6:00 am hasta las 2:00 pm y de 5:00 pm a 12:00 am de lunes a sábado.

#### **1.1.11 Servicios ofrecidos.**

- **Barrido de áreas públicas**

Bucaramanga es diariamente barrida con más de 180 escobas quienes se encargan de recoger los residuos en las vías.

- **Recolección y transporte**

Servicio de recolección y transporte de los residuos, este servicio es realizado en un 100% de manera directa en toda la ciudad, la empresa actualmente cuenta con un parque automotor propio, aunque también con algunos vehículos contratados para poder ajustarse a las necesidades de la ciudad, representado en vehículos recolectores-compactadores, motocarros, sistema de báscula y volquetas.

- **Grandes generadores de residuos**

Hospitales, colegios, supermercados, restaurantes y hoteles, entre otros, disfrutan de un servicio de recolección diaria, debido a sus condiciones especiales de volumen, composición o manejo de sus residuos, este servicio es ejecutado por vehículos y tripulación independientes, ajustando los horarios de recolección a las necesidades del usuario.

- **Mobiliario urbano**

Nuestros usuarios cuentan con un programa especial de amueblamiento que les permite ubicar instrumentos de recolección como canecas, contenedores y puntos limpios.

- **Recolección y podas**

La EMAB presta los servicios de recolección de residuos verdes generados por la poda de árboles, mantenimiento de áreas verdes, jardines y parques de conjuntos residenciales y áreas públicas de la ciudad.

- **Vivero**

Ficus, acacias negras, galanes de la noche, jazmines y guayacanes, son las especies maderables y aromáticas que conforman el vivero del Carrasco.

Los usuarios han recibido en calidad de donación 45.000 plantas ornamentales y más de 2.500 bultos de abono, los cuales son utilizados para embellecer las zonas verdes de sus lugares de residencia.

- **Abono orgánico**

Los residuos orgánicos que se generan en las plazas de mercado son recuperados y se procesan en la planta de producción de abono que funciona en el Carrasco, el abono se dona a los usuarios, para beneficio colectivo, y se utiliza para recuperar las zonas verdes del municipio.

- **Ruta de reciclaje**

La EMAB proporciona la separación de los residuos en los hogares y puso en marcha la ruta de reciclaje en Bucaramanga, así se ofrecen beneficios sociales y económicos como la generación de empleo, se dignifica en trabajo de los recicladores y se amplía la vida útil del Carrasco.

- **Recolección de escombros**

Cuando nuestros usuarios remodelan su vivienda o lugar de trabajo, la EMAB les recoge hasta un metro cúbico de escombros sin costo alguno.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa de aseo de Bucaramanga (EMAB S.A. E.S.P.) presta el servicio público domiciliario de aseo (barrido, recolección, transporte y tratamiento de residuos), su planta física y el sitio de disposición final El Carrasco está ubicada en el kilometro 5 vía a Girón; la empresa cuenta con una flota de vehículos recolectores, 12 de los cuales son camiones compactadores, 3 volquetas, 2 camionetas, y 10 motocarros, encargados de la recolección y el transporte de los residuos.

EMAB S.A. E.S.P. busca alcanzar la mayor disponibilidad posible en sus vehículos para mejorar la prestación del servicio de recolección. Sin embargo, la empresa no cuenta con un sistema de información adecuado para administrar el mantenimiento de los equipos, la ejecución de tareas de mantenimiento se hacen sobre un formato de órdenes de trabajo ambiguo. Debido a esto el servicio no se presta como la empresa requiere.

Actualmente el mantenimiento realizado a los vehículos recolectores no es el adecuado, el jefe de mantenimiento genera una documentación básica de cada acción realizada, con el fin de conocer el presupuesto mensual de cada camión, pero no se tiene en cuenta para mejorar la gestión del mantenimiento. Esta clase de registro no es el apropiado para alcanzar la disponibilidad requerida por la empresa y cumplir sus labores programadas.

Debido a estas situaciones es conveniente la implementación de un sistema de información que cumpla con las necesidades del mantenimiento, y ayude a la

calidad del servicio de recolección. Este sistema se basa en la organización, programación y control de las labores, para mantener un equilibrio en los tiempos de mantenimiento y los costos producto de las reparaciones, mejorando la inversión de los recursos e incrementando el rendimiento de la empresa.

## **2.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA**

Con la creación de un sistema de información para el mantenimiento de los equipos de la Empresa de Aseo de Bucaramanga se busca un adecuado control sobre los tiempos de mantenimiento de los vehículos, evitar paradas innecesarias por fallas que se pueden prevenir y reducir los costos de reparación aumentando la vida útil de los recolectores.

Esta herramienta será de fácil acceso para el personal y permitirá gestionar toda la documentación necesaria y útil en la división de mantenimiento, para efectuar planes de operación más precisos ahorrando tiempo y costos.

Es de gran importancia identificar y separar las actividades comerciales del mantenimiento, viendo esto como una inversión más y no como un gasto necesario pero incómodo. Las operaciones de mantenimiento no deben ser registradas como facturas de repuestos o servicios, si no como órdenes de trabajo, retroalimentando el sistema de información y ayudando a optimizar la calidad en la prestación del servicio.

Estos beneficios ayudarán al crecimiento y la plena cobertura del servicio en todo el municipio, al cumplimiento de las actividades programadas y al buen desempeño de la división de mantenimiento.

## **2.3 OBJETIVOS**

**2.3.1 Objetivo general.** Diseñar e implementar un sistema de información para la gestión del mantenimiento de la flota de camiones recolectores de la empresa de aseo de Bucaramanga, contribuyendo con la misión de la Universidad Industrial de Santander y la Escuela de Ingeniería Mecánica al desarrollo de la industria, por medio de actividades que permitan una mayor disponibilidad y confiabilidad de los vehículos en pro de la mejora continua.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Desarrollar una metodología que permita gestionar el mantenimiento de los vehículos recolectores y los factores involucrados en el desarrollo de las funciones del mantenimiento.
- Desarrollar una metodología de análisis de criticidad, capaz de establecer los sistemas y equipos más críticos.
- Evaluar el historial de fallas y considerar éste en el plan de mantenimiento preventivo a implementar.
- Diseñar e implementar el sistema de información para la gestión del mantenimiento.
- Realizar un análisis de costos del plan de mantenimiento a implementar.

### 3. MARCO TEÓRICO

El objetivo de la administración del mantenimiento es maximizar el tiempo de operación en la forma más eficiente en términos monetarios y vida útil de la máquina; Para lograrlo es necesario tener claras las siguientes estrategias:

- Técnicas de mantenimiento acordes con las condiciones e historia del equipo.
- Métodos adecuados para planear y programar las órdenes de trabajo y la utilización de los recursos existentes.
- Supervisión de las actividades de mantenimiento, recopilación de datos e informes del desempeño para apoyar la mejora continua.

La cantidad de información que se recopila, procesa y utiliza para toma de decisiones es demasiada, por lo que se requiere un enfoque organizacional para la gestión de la información obtenida; Por lo tanto la complejidad presente en el proceso del mantenimiento requiere el apoyo de un sistema de información, un soporte apropiado sistematizado que proporcione los medios para una respuesta eficiente, rápida y oportuna.

#### 3.1 FASES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

- **Etapas de especificación de requerimientos**

Tiene como objetivos establecer y mantener un acuerdo con los usuarios para entender los requisitos del sistema, definir los límites del sistema, la interfaz de usuario y realizar con mayor certeza una estimación del tiempo de construcción; Para el desarrollo de esta etapa se debe definir y aprobar: los contenidos, el diseño, la y las funcionalidades que debe contener la aplicación. En la figura 8 se puede apreciar las diferentes etapas del diseño del sistema de información.

**Figura 8. Etapas de diseño del sistema de información**



- **Etapa de análisis y diseño.**

Durante esta etapa se transforman los requerimientos en modelos de diseño y se desarrolla la arquitectura del sistema, acorde con los requerimientos aprobados del sistema. Esta etapa es realizada por el arquitecto de software.

- **Etapa de Desarrollo**

Aquí se inicia la construcción del software en términos de programación, al finalizar esta etapa se tendrá una versión inicial de la aplicación tanto de sus funcionalidades individuales como de las interfaces definidas.

- **Etapa de Pruebas**

Esta es una etapa en la cual se validará que el desarrollo terminado, cumpla con los requisitos especificados en términos de funcionalidad, diseño e integración.

- **Etapa de instalación**

Disponer de los servidores para la instalación del sistema. Se hará entrega de un paquete de instalación con su respectivo manual, así como el código fuente del sistema.

- **Etapa de Capacitación**

El objetivo de esta etapa es el de capacitar al equipo de personas que tendrán el rol de administrador del sistema para hacer entrega del diseño, arquitectura y código fuente

### **3.2 PLATAFORMA DE DESARROLLO.**

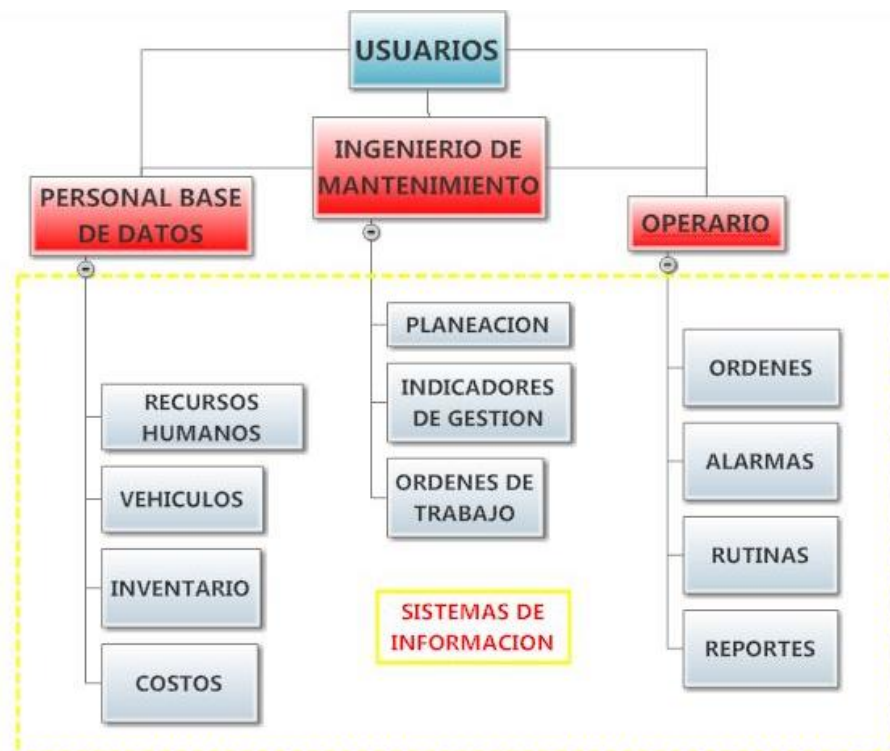
Para el desarrollo del sistema de información se decidió realizar una aplicación de escritorio, ya que el software se va a manejar desde la división de mantenimiento de la empresa, en esta aplicación se usa como lenguaje de programación JavaScript, el cual es adecuado para formar la interfaz y módulos requeridos. También se utiliza Netbeans como entorno de programación principal, debido a que está diseñado para cualquier lenguaje de programación, principalmente Java y es un software de uso libre.

La base de datos es administrada por medio de *MySQL*, que es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario donde se crean las tablas y columnas necesarias, se hacen modificaciones y se cargan en el servidor; esta base de datos permite crear relaciones entre los datos que están guardados en las tablas, usando *SQL* como lenguaje intérprete o declarativo, este lenguaje se usa específicamente para almacenar, manipular y recuperar datos guardados.

Es un sistema cliente/servidor, permitiendo trabajar como servidor multiusuario y de subprocesamiento múltiple, es decir, cada vez que se establece una conexión con el servidor, el programa servidor crea un subproceso para manejar la solicitud del cliente, controlando el acceso simultáneo de un gran número de usuarios a los datos y asegurando el acceso solo a usuarios autorizados.

Además se utiliza Apache server; el cual se encarga de convertir el computador en el servidor donde se van a cargar las bases de datos y todas las modificaciones que se realicen. Por último, como facilidad se usó XAMPP, el cual es un servidor independiente de plataforma, este contiene todas las aplicaciones descritas anteriormente y se usa como administrador de las mismas, evitando así demoras en la ejecución del sistema de información ejecutando aplicación por aplicación.

Figura 9. Estructura del sistema de información



#### 4. GENERALIDADES DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES DE ASEO

En la recolección existen 3 tipos de vehículos, compactador, volqueta y motocarro.

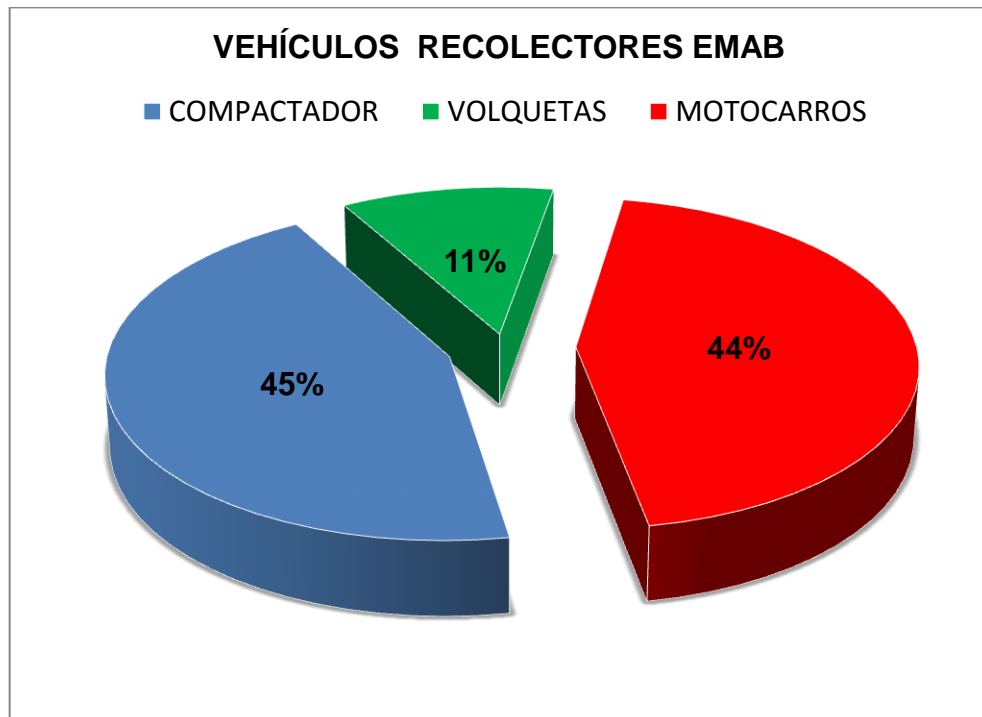
**Tabla 2. Clasificación vehículos recolectores**

ID	PLACA	MARCA	MODELO	UNIDADES
<b>COMPACTADOR</b>				
1	CCK815	 KODIAK TANDEM	2006	4
2	CCK817		2006	
3	CWM559		2009	
4	CWM558		2009	
5	MTP750	 T370	2013	4
6	MTT447		2013	
7	HDL843		2013	
8	DJX284		2014	
9	OSA404	 BRIGADIER	1994	3
10	OSA405		1994	
11	OSA406		1994	
19	BUO352	KODIAK SENCILLO	1996	1
<b>VOLQUETA</b>				
104	CWN449	 FVR	2010	3
106	DLK593		2011	
107	OSB107		2013	
<b>MOTOCARRO</b>				
M1	ABK294	 FORCE	2013	8
M2	ABK295		2013	
M3	ABK296		2013	
M4	ABK297		2013	
M5	ABK298		2013	
M6	ABK299		2013	
M7	ABK302		2013	
M8	ABK303		2013	
M9	ABK305	 FORCE DOBLE	2015	4
M10	ABK306		2015	
M11	ABK307		2015	
M12	ABK308		2015	

El estudio de este proyecto de grado se centra en el 45% de la flota perteneciente a los compactadores, los cuales son los equipos más indispensables, con más horas de trabajo y los cuales requieren más costos de mantenimiento y operación.

Cabe resaltar que los motocarros prestan un servicio de recolección dentro de los barrios con difícil acceso para luego entregar los desechos a los vehículos compactadores, así mismo, las volquetas prestan un servicio especial de recolección de residuos sólidos (escombros, corte de arboles, entre otros).

**Figura 10. Porcentajes de vehículos en la empresa**



## 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRINCIPALES DE UN VEHÍCULO COMPACTADOR

Un vehículo compactador está compuesto por un camión y por una caja compactadora, en este capítulo se describirá algunos de los sistemas y componentes de estos vehículos y de su caja compactadora de 25 [Yd<sup>3</sup>], el vehículo cuenta con los siguientes sistemas:

- Sistema motriz.
- Sistema de transmisión.
- Sistema de frenado.
- Sistema de suspensión.
- Sistema de dirección.
- Sistema eléctrico.
- Sistema hidráulico caja compactadora.
- Chasis, carrocería y recolección.

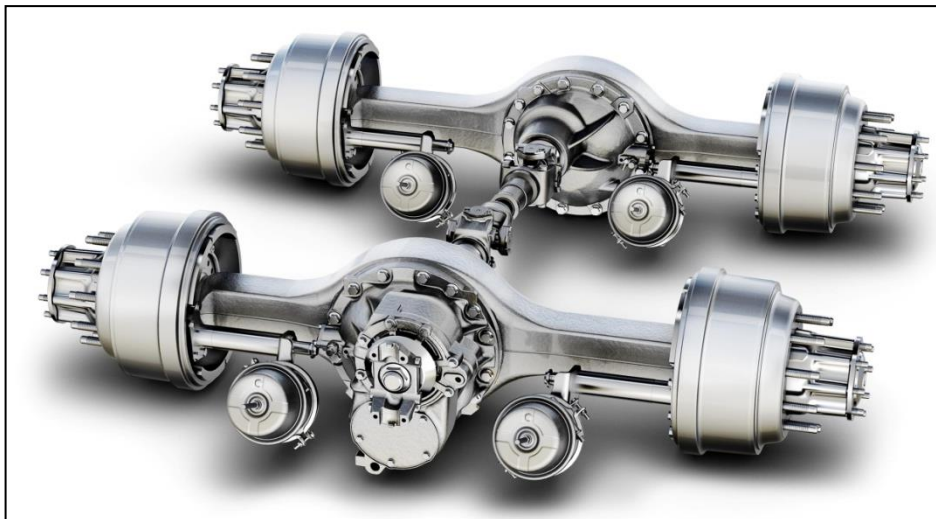
**4.1.1 Sistema motriz.** El sistema motriz está conformado por varios subsistemas (lubricación, enfriamiento, admisión y escape, combustible y el motor) y es el sistema que genera la potencia necesaria tanto para la marcha del vehículo como para el funcionamiento de la caja compactadora, en la tabla 4 se puede ver los diferentes sistemas motrices que tiene actualmente la flota compactadora.

**4.1.2 Sistema de transmisión.** Dentro del sistema de transmisión de la flota de vehículos compactadores encontramos 2 tipos de transmisión, tipo tándem o doble tracción y tipo sencillo.

**Tabla 3. Tipos de sistemas de transmisión**

TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN		
	CHEVROLET KODIAK TANDEM	KENWORTH T370
CAJA DE VELOCIDADES	Fuller FS-5205-A 5 velocidades	Fuller RT09B 9 velocidades
EMBRAGUE	Eaton valeo 13" de monodisco seco	Fuller 14" baja inercia
EJE TRASERO	Eje doble con reducción planetaria 46000 lbs	Meritor RS 23- 160 sencillo 23000 lbs
EJE DELANTERO	Dana Spicer 14 klb	Dana Spicer 12klb

**Figura 11. Transmisión tipo tándem**



Fuente: Catalogo guía de especificaciones Roadranger 2012

**Tabla 4. Especificaciones motores de los compactadores**

	CHEVROLET KODIAK TANDEM	KENWORT T370	CHEVROLET BRIGADIER	CHEVROLET KODIAK SENCILLO
MOTOR	Caterpillar 3126	Cummins ISC 240	Volvo VE D12-385	Caterpillar 3116
Disposición	6 cilindros en línea	6 cilindros en línea	6 cilindros en línea	6 cilindros en línea
Cilindrada	7,2 litros	8,3 litros	12,3 litros	6,6 litros
Potencia (HP/RPM)	300/2600	240/2200	385/2000	187/2600
Relación de compresión	18:01	17:01	17.5:01	18:01
Aspiración	Turbo intercooler	Turbo cargado	Turbo cargado enfriado aire-aire	Turbo intercooler
SISTEMA DE ALIMENTACION	Filtro combustible primario	Filtro de combustible primario	Filtro de combustible principal	Filtro de combustible primario
	Filtro combustible secundario	Filtro de combustible secundario	Filtro separador Agua-combustible	Filtro de combustible secundario
	Inyección directa (ECM)	Inyección de alta presión common rail	Bomba de vacío con inyección directa	Bomba a vacío con inyección directa
SISTEMA DE REFRIGERACION	Sistema presurizado, bomba de agua y refrigerante	Sistema presurizado, bomba de agua y refrigerante	Sistema de Flujo rápido con ventilador fan Cluth	Sistema presurizado
	15.1 Litros	11.1 Litros	30.1 Litros	15.1 Litros
SISTEMA DE LUBRICACION	Filtro de aceite parcial	Filtro de aceite dual	Filtro de aceite parcial	Filtro de aceite parcial
	Filtro de aceite completo		Filtro de aceite completo	Filtro de aceite completo
	20.5 litros	23.8 litros	28.2 litros	20.5 litros

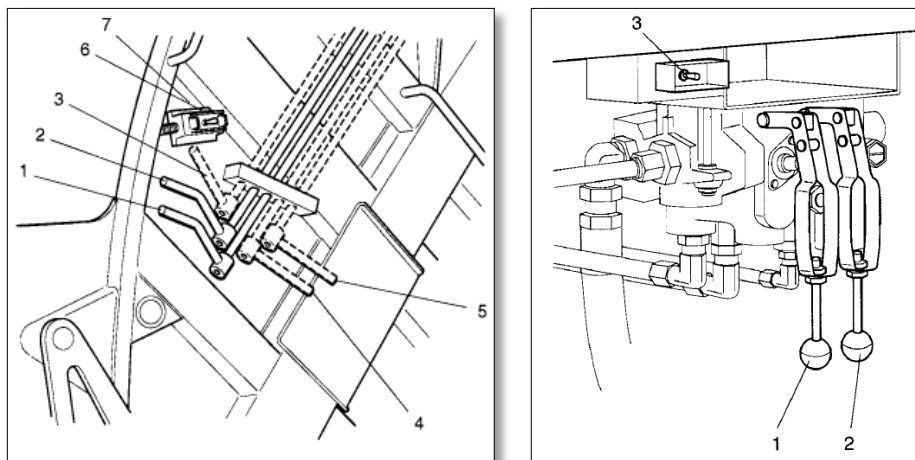
**4.1.3 Sistema hidráulico caja compactadora.** Esta caja compactadora es de fabricación mexicana (McNeilus) la cual lleva los camiones kenworth, también existen cajas de fabricación colombiana (Fanalca) y (Tauro) con especificaciones y componentes similares, en el anexo A se puede ver el esquema de funcionamiento del sistema hidráulico.

- **Controles**

Los controles externos traseros se encuentran al lado derecho de la compuerta de la caja compactadora, y manejan las válvulas direccionales para los movimientos de barrido, deslizado, avance de aceleración, torno y la chicharra de cabina.

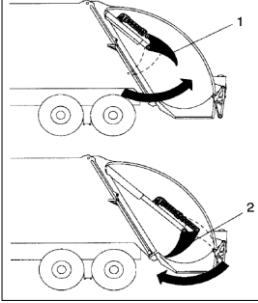
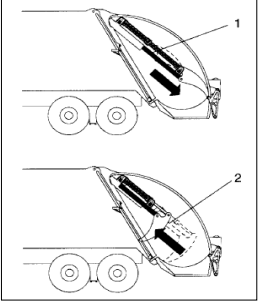
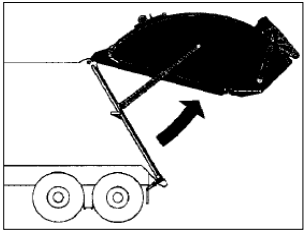
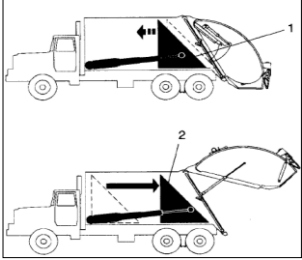
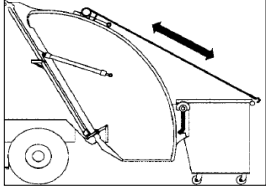
Los controles externos delanteros están cerca de la cabina del lado del conductor del vehículo debajo de la puerta de acceso lateral, son para el eyector principal, la compuerta de cola y el avance de aceleración. En la tabla 5 se muestra las funciones del sistema hidráulico de la caja compactadora.

**Figura 12. Controles externos traseros y delanteros**



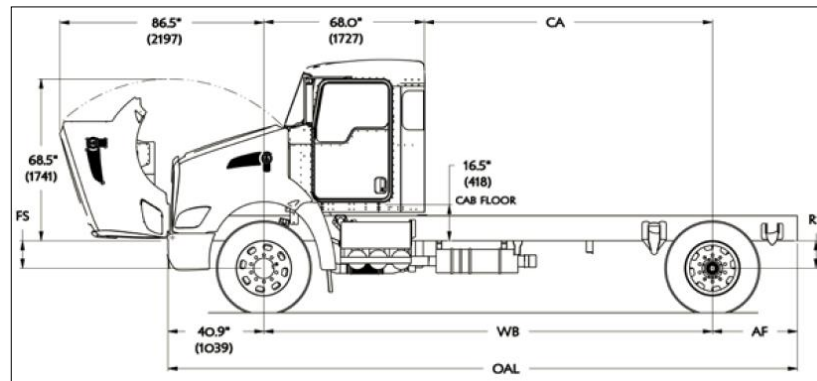
Fuente: manual del operador sistema de recolección de basura McNeilus

**Tabla 5. Funciones del sistema hidráulico**

SISTEMA HIDRAULICO		
FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRAFICA
Barrido	1. Posición superior del panel de barrido totalmente abierta	
	2. Posición inferior del panel de barrido totalmente cerrada	
Deslizado	1. posición extendida del panel de deslizado	
	2. Posición retraída del panel de deslizado	
Compuerta de cola	Abre la compuerta de cola para permitir la acción del eyector y sacar los desechos (soltar el torniquete antes)	
Eyector	1. Función de compactación	
	2. Función expulsar carga	
Torno	Es opcional en los vehículos y lo tiene los kenworth T370 permite vaciar contenedores grandes.	

**4.1.4 Sistema de chasis, carrocería y recolección.** Dentro del chasis encontramos los componentes estructurales del camión.

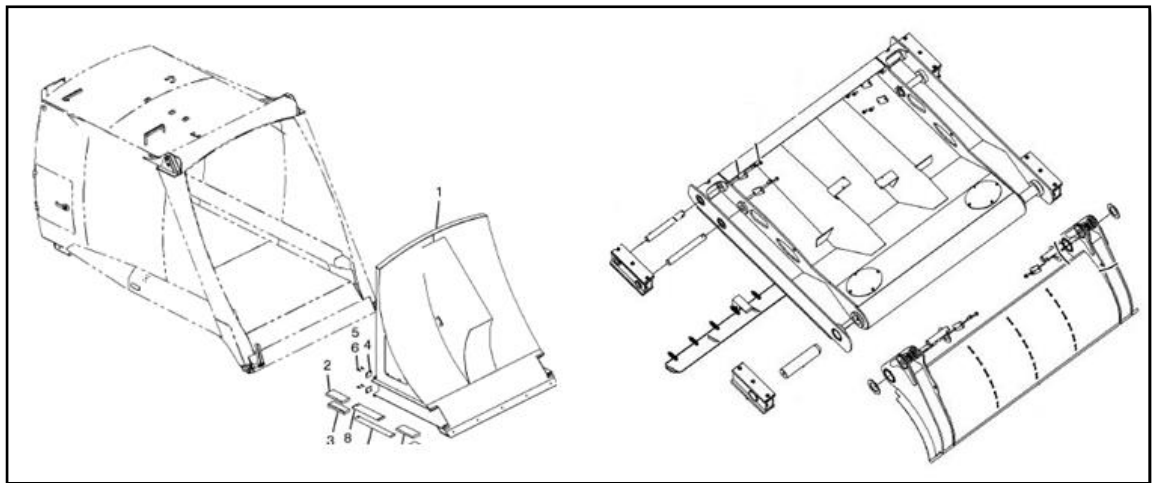
**Figura 13. Carrocería camión kenworth 370**



Fuente: *Body builders manual kenworth 2011.*

Dentro del sistema de recolección encontramos la caja compactadora, la pala expulsora, el deslizador y la cuchara, su capacidad de llenado es de 25 [Yd<sup>3</sup>],

**Figura 14. Caja compactadora, pala expulsora del ejetor, deslizador y cuchara**



Fuente: *McNeilus parts manual 2012*

## 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOCARRO AYCO AY250ZH

Tabla 6. Motocarro Ayco AY 250 ZH Force con cabina

CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES AY 250 ZH	
<b>Desempeño</b>	
Velocidad máxima	50 k/h
Autonomía	130 km/gal
<b>Características del motor</b>	
Numero de cilindros	Cilindro único
Tipo	4 tiempos OHV
Refrigeración	Agua a presión
Lubricación	Carter húmedo, forzada
Diámetro del cilindro	70 mm
Carrera	65 mm
Cilindrada	246.3 cc
Relación de compresión	10:01
Revolución en mínima velocidad	1500 +/- 100
Carburador	Tipo vm 30 mm
Filtro de aire	Elemento poliuretano
Sistema de arranque	Eléctrico y de patada
Lectura de potencia	15.42 hp @ 6500 rpm
Máxima potencia	16.09 hp @ 7000 rpm
Torque máximo	19.5 N.m @ 5000 rpm
<b>Transmisión</b>	
Embrague	Mecánico, multidisco húmedo
Caja de cambios	5 velocidades adelante y reversa
Accionamiento de la caja	Sistema rotativo
Reducción primaria	3.318 (73/22)
Reducción final	3.181 (35/11)
Tipo de transmisión	Cardan

**Tabla 6. (Continuación)**

<b>Chasis</b>	
Capacidad de carga	350 kg
Tipo	Doble viga (cuna)
Suspensión delantera	Resorte helicoidal y aceite hidráulico
Suspensión trasera	Tipo ballesta con amortiguador hidráulico
Freno delantero y trasero	Tambor o campana
Tipo de accionamiento	Mano delantero. Pie trasero
Ruedas delantera y trasera	4.50/12 8 lonas mixta
Presión de aire	36 psi
Radio dinámico de la llanta	265 mm
<b>Elementos eléctricos</b>	
Tipo de encendido	Encendido por descarga de capacitores
Bujía	D8TC (LG) D8EA (NGK)
Batería	12V 9A
Alternador	Generador trifásico
Fusible	20 A

## **5. DIAGNÓSTICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO**

En la fase de diagnóstico se busca realizar un estudio detallado con el fin de determinar la situación actual del proceso de mantenimiento dentro de la empresa, identificando los principales problemas y fallas, para establecer métodos de solución, efectuar planes de acción y mejoramiento, contribuyendo así a la optimización y la calidad de la prestación del servicio.

Las partes objeto de este estudio son las que influyen directamente en el mantenimiento de los vehículos como son inventarios de repuestos, estado actual de los vehículos, documentación técnica, programación de rutinas y flujo de información.

### **5.1 MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA EMAB S.A. E.S.P.**

**5.1.1 Descripción general del mantenimiento en la empresa.** EMAB S.A. E.S.P. es consciente del déficit general que existe actualmente en la división de mantenimiento pues la mayoría de las funciones realizadas son netamente correctivas y no cuentan con un sistema de información idóneo para gestionar el mantenimiento. Sin embargo, se han logrado avances significativos en la administración ya que disminuyó en un 20% los costos de mantenimiento según el jefe de mantenimiento Jaime Hernández.

Actualmente se mejoró el sistema de control de la gasolina, las llantas y los repuestos fácilmente intercambiables, evitando así la corrupción por parte de algunos operarios, también por simple inspección se pudieron programar algunas

labores como cambio de aceite, o inspecciones básicas, si no se cuenta con el repuesto disponible para realizar una reparación, esta se contrata con algún servicio externo.

El centro de acopio de los motocarros está ubicado en el centro de Bucaramanga sobre la calle 33 con carrera 11, estos vehículos trabajan en este sector y en los barrios aledaños de difícil acceso para los camiones compactadores, el mantenimiento se realiza directamente con el fabricante AYCO, en donde se genera una orden de trabajo, con el diagnóstico de la posible falla, el costo de los repuestos a utilizar y la mano de obra del servicio (ver figura 15).

Figura 15. Orden de trabajo motocarro

AYCO MOTOCICLETAS		ORDEN DE SERVICIO	
Distribuidor autorizado		Nº 8547	
Carrera 27 N. 34 - 49 Tel: 6456374 Carrera 27 N. 48 - 48 Tel: 6430152			
FECHA:	HORA SOLICITUD SERVICIO:		
DATOS DEL PROPIETARIO			
NOMBRE	EMPRESA:		
CEDULA	E-MAIL:		
DIRECCIÓN	CIUDAD		
TELÉFONO	CELULAR		
DATOS DEL VEHICULO			
Referencia	Motor		
Placa	Color		
Chasis	Kilometraje:		
Fecha compra	Otros:		
Modelo			
Documentos: Soat	Tecnomecánica	Tarjeta de Propiedad	
MANO DE OBRA			
OPERACION		CODIGO TEMPARIO	PRECIO
REPUESTO	CÓDIGO REPUESTO	CANTIDAD	VLR. UNITARIO

**5.1.2 Documentación técnica y costos de mantenimiento.** En el archivo generado actualmente se cuenta con un histórico de reparaciones de cada vehículo de acuerdo a un reporte de costos mensual (ver tabla 7) en donde se estipula las cantidades totales usadas de repuestos, gasolina, aceite y servicios contratados, esto se hace con simplemente para saber el presupuesto utilizado.


Se cuenta con un formato para orden de trabajo que se genera cuando hay un daño en algún vehículo, con el fin de tener alguna información del daño y el posible diagnóstico del operario del vehículo o de su conductor (ver figura 16).

El departamento posee pocos manuales técnicos frente a la variedad de equipos que tiene, siendo estos manuales importantes debido a las recomendaciones de operación y mantenimiento, por tal motivo se hace indispensable tener disponibles los manuales faltantes dentro del sistema de información.

**Tabla 7. Registro de costos de mantenimiento y operación para el vehículo 01**

<b>COSTO MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN AÑO 2014</b>					
<b>MES DE NOVIEMBRE</b>					
<b>VEHÍCULO NUMERO 01</b>			<b>PLACA CCK-815</b>		
<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>VALOR UNIT</b>	<b>VALOR TOTAL</b>	<b>RESPONSABLE</b>
2-nov-2014	Kit Aislante y Bujes	1	55.000	55.000	J. HERNANDEZ
14-nov-2014	Mecanismo Acelerador	1	2.150.000	2.150.000	J. HERNANDEZ
28-nov-2014	Filtro AP 2863	1	29.999	29.999	J. HERNANDEZ
<b>TOTAL DE REPUESTOS</b>		<b>GALONES</b>		<b>LUBRICANTES</b>	
<b>2.235.000</b>		<b>529,33 [Gal]</b>		<b>397.958</b>	
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		<b>COMBUSTIBLE</b>			
<b>600.000</b>		<b>4.380.509</b>			
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>7.638.466</b>	

Figura 16. Orden de trabajo utilizada actualmente en el mantenimiento

		REPORTE DE FALLAS FORMATO		CODIGO: IN-FR-02 VERSION: 01	
INFORMACION DEL VEHICULO		NUMERO VEHICULO 06	PLACA MAT 447		
REPORTE DE FALLAS Y DIAGNOSTICO		FECHA -26/03/2014-	HORA 11:40 AM		
Descripción de la falla: <i>cambio de manguera la que va del tanque a la Bomba</i>					
Firma conductor <i>Nelson Portales</i>		Guarda de Seguridad			
Observaciones Diagnostico: <i>cambiar manguera la que va del tanque del Hidraulico a la Bomba</i>			Repuestos Requeridos: <i>manguera</i>		
Mecánico Asignado		Firma Técnico asignado		Firma jefe de mantenimiento	
ENTREGA DEL VEHICULO		FECHA	HORA		
Observaciones Reparación:			Observaciones Conductor:		
Mecánico reparador		Firma del mecánico	Firma conductor recibido a satisfacción		
Observaciones Jefe de Patios:					
Observaciones Jefe de Mantenimiento			FIRMA JEFE DE MANTENIMIENTO		
Descripción de la falla:					
REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS:					

### 5.1.3 Estructura interna del mantenimiento.

- **Jefe de mantenimiento**

Persona encargada de dirigir el área de mantenimiento y coordinar las labores diarias de las reparaciones, cuenta con un presupuesto mensual autorizado para realizar compras de repuestos y servicios necesarios.

- **Técnicos**

Los técnicos son las personas encargadas de ejecutar las tareas y actividades propias del mantenimiento.

- **Ayudantes**

Personas encargadas de las labores diarias operativas en el taller, alistar las herramientas, lavado de equipos, disponibilidad de insumos, etc.

- **Jefe de almacén**

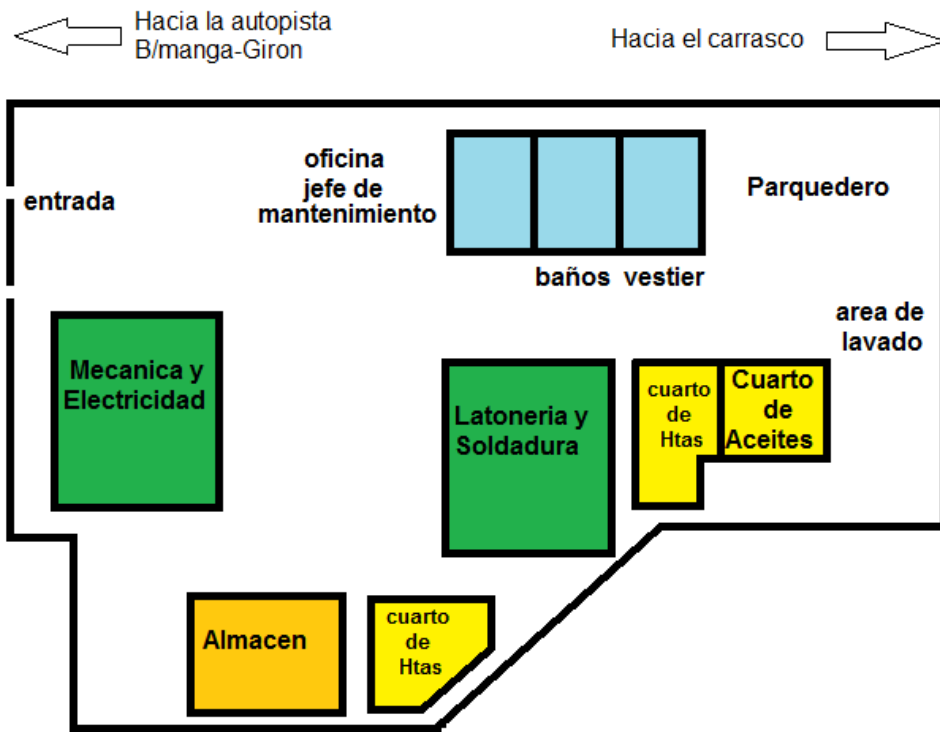
Es la persona encargada de todo el stock de herramientas, repuestos, y materia prima dentro del área de mantenimiento, lleva un control escrito de los repuestos solicitados por el jefe de mantenimiento.

**Figura 17. Organigrama de la división del mantenimiento**



**5.1.4 Área de mantenimiento (Layout).** Los técnicos cuentan con un área establecida para realizar reparaciones a los vehículos, allí se encuentra un almacén para los repuestos disponibles, dos secciones, una donde se hacen reparaciones de latonería y soldadura, en la otra se realizan labores de mecánica y electricidad, un cuarto destinado para los tambores de aceite, una oficina para el jefe de mantenimiento, y zonas de parqueo y lavado.

**Figura 18. Área de mantenimiento (Layout).**

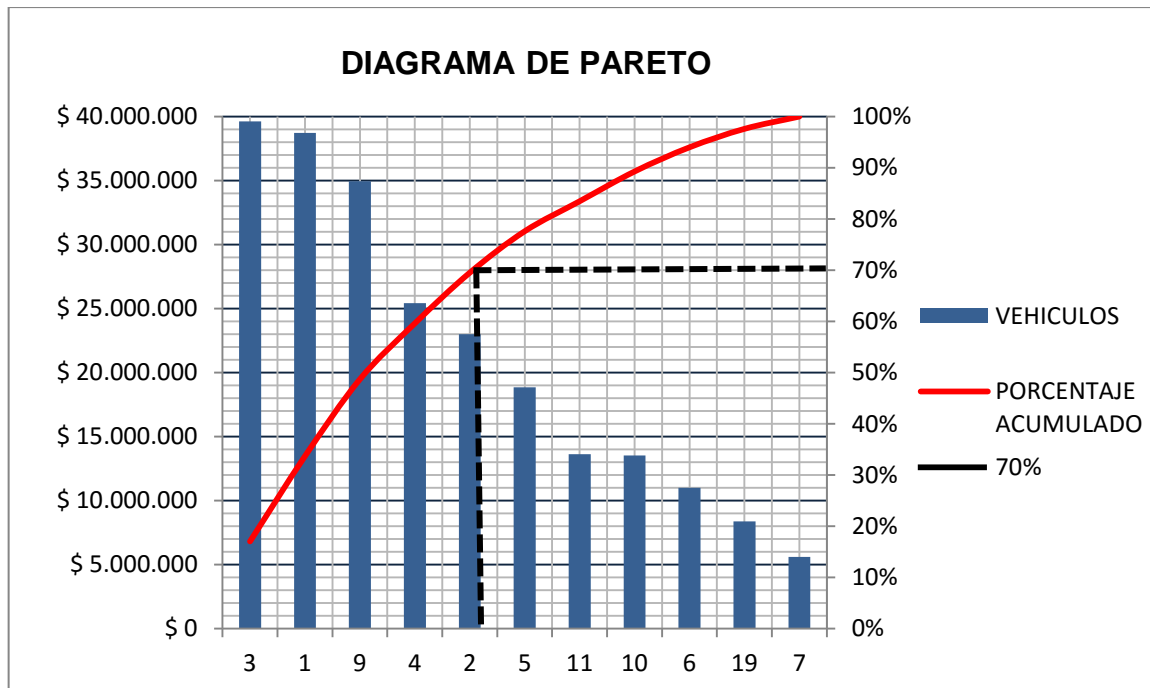


**5.1.5 Análisis de Pareto.** Mediante un análisis de Pareto se identifican los vehículos que generan altos costos en mantenimiento correctivo, de acuerdo a los datos obtenidos por el registro de mantenimiento y operación para el año 2014.

Tabla 8. Análisis de Pareto

VEHICULOS	COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO AÑO 2014	%	PORCENTAJE ACUMULADO
3	\$ 39.613.300	17,03	17,03
1	\$ 38.725.320	16,64	33,67
9	\$ 34.949.350	15,02	48,69
4	\$ 25.414.100	10,92	59,62
2	\$ 23.007.094	9,89	69,50
5	\$ 18.844.830	8,10	77,60
11	\$ 13.630.600	5,86	83,46
10	\$ 13.531.800	5,82	89,28
6	\$ 10.989.650	4,72	94,00
19	\$ 8.378.200	3,60	97,60
7	\$ 5.590.750	2,40	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 232.674.994</b>		

Figura 19. Diagrama de Pareto vehículos compactadores



Se puede apreciar en la figura 19 que no siempre la regla de Pareto se cumple pues el 80% de los costos no es generado por el 20% de la flota sin embargo se evidencia que los 5 primeros compactadores generan más del 70% de los costos y de las fallas producto del mantenimiento correctivo, este análisis ayuda a identificar los vehículos más críticos.

**5.1.6 Análisis Weibull.** Para tener una visión más objetiva del mantenimiento, se requiere calcular la confiabilidad de los compactadores críticos de la empresa. Es por esto, que se hace necesario la realización de un análisis Weibull con datos recopilados en el registro mensual de mantenimiento y operación de cada vehículo para el año 2014, en el cual se registró el día de la falla, pero no su tiempo de duración, a continuación se describe paso a paso los procesos realizados para el análisis Weibull:

- 1 Para este primer paso se deben tener los tiempos entre fallas en horas ( $T_i$ ) y ordenarlos de menor a mayor, con estos tiempos se calcula la función de rango medio,  $F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4}$  donde  $n$  es el número total de fallas presentadas. Después se calcula  $X_i = \ln(T_i)$  y  $Y_i = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(T_i)}\right)\right)$ .
- 2 Luego se procede a realizar la gráfica de los datos  $X_i$  (ordenadas) contra  $Y_i$  (abscisas), la cual da como resultado la distribución Weibull.
- 3 Se obtiene  $\beta$  y  $\eta$

Donde:

$\beta$  = La pendiente de la recta

$b$  = La intersección con el eje Y

$\eta = e^{\frac{-b}{\beta}}$  Es el tiempo promedio para fallar MTTF (*Mean Time To Failure*)

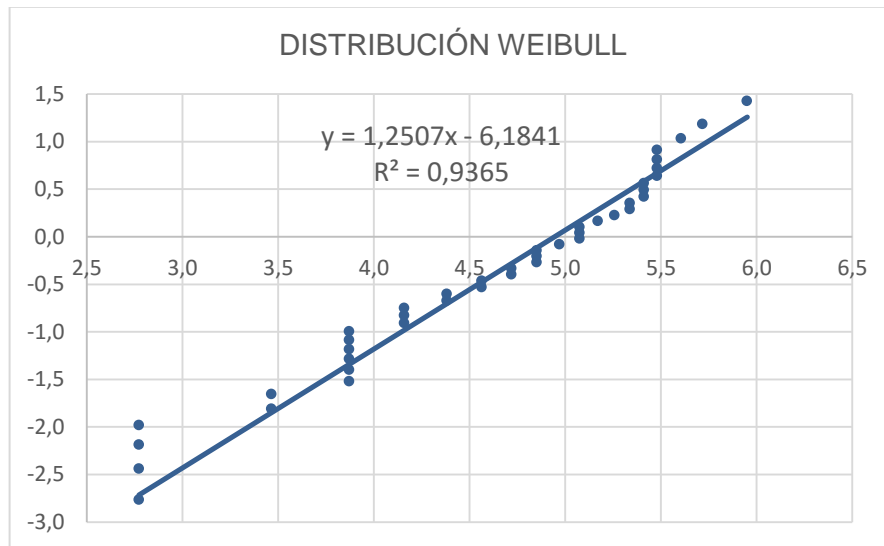
A continuación se muestra la tabulación de los datos obtenidos su análisis y el comportamiento de la confiabilidad y la probabilidad de falla para cada uno de los compactadores críticos (01, 02, 03, 04, 09),

**Tabla 9. Datos Weibull compactador 01**

# FALLA $i$	TIEMPO ENTRE FALLAS $t_i$ [h]	RANGO MEDIO $F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$	$X_i:$ $\ln(t_i)$	$Y_i:$ $\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)\right)$	CONFIABILIDAD $R(t_i)$	PROB. DE FALLA $f(t_i)$
1	16	1,58%	2,77	-4,14	93,60%	6,40%
2	16	3,83%	2,77	-3,24	93,60%	6,40%
3	16	6,08%	2,77	-2,77	93,60%	6,40%
4	16	8,33%	2,77	-2,44	93,60%	6,40%
5	16	10,59%	2,77	-2,19	93,60%	6,40%
6	16	12,84%	2,77	-1,98	93,60%	6,40%
7	32	15,09%	3,47	-1,81	85,44%	14,56%
8	32	17,34%	3,47	-1,66	85,44%	14,56%
9	48	19,59%	3,87	-1,52	77,01%	22,99%
10	48	21,85%	3,87	-1,40	77,01%	22,99%
11	48	24,10%	3,87	-1,29	77,01%	22,99%
12	48	26,35%	3,87	-1,18	77,01%	22,99%
13	48	28,60%	3,87	-1,09	77,01%	22,99%
14	48	30,86%	3,87	-1,00	77,01%	22,99%
15	64	33,11%	4,16	-0,91	68,78%	31,22%
16	64	35,36%	4,16	-0,83	68,78%	31,22%
17	64	37,61%	4,16	-0,75	68,78%	31,22%
18	80	39,86%	4,38	-0,68	60,97%	39,03%
19	80	42,12%	4,38	-0,60	60,97%	39,03%
20	96	44,37%	4,56	-0,53	53,71%	46,29%
21	96	46,62%	4,56	-0,47	53,71%	46,29%
22	112	48,87%	4,72	-0,40	47,06%	52,94%
23	112	51,13%	4,72	-0,33	47,06%	52,94%
24	128	53,38%	4,85	-0,27	41,04%	58,96%
25	128	55,63%	4,85	-0,21	41,04%	58,96%
26	128	57,88%	4,85	-0,15	41,04%	58,96%
27	144	60,14%	4,97	-0,08	35,63%	64,37%

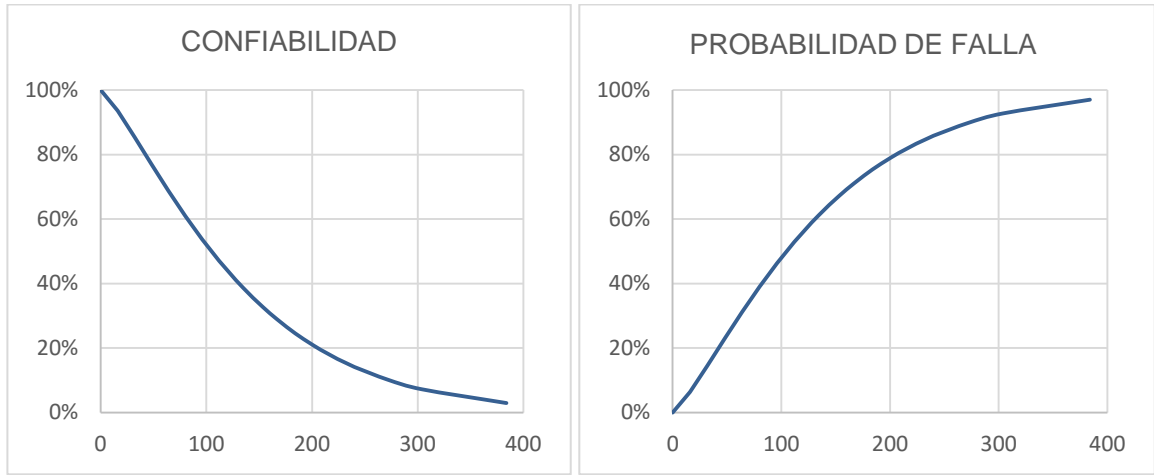
28	160	62,39%	5,08	-0,02	30,81%	69,19%
29	160	64,64%	5,08	0,04	30,81%	69,19%
30	160	66,89%	5,08	0,10	30,81%	69,19%
31	176	69,14%	5,17	0,16	26,54%	73,46%
32	192	71,40%	5,26	0,22	22,79%	77,21%
33	208	73,65%	5,34	0,29	19,50%	80,50%
34	208	75,90%	5,34	0,35	19,50%	80,50%
35	224	78,15%	5,41	0,42	16,64%	83,36%
36	224	80,41%	5,41	0,49	16,64%	83,36%
37	224	82,66%	5,41	0,56	16,64%	83,36%
38	240	84,91%	5,48	0,64	14,16%	85,84%
39	240	87,16%	5,48	0,72	14,16%	85,84%
40	240	89,41%	5,48	0,81	14,16%	85,84%
41	240	91,67%	5,48	0,91	14,16%	85,84%
42	272	93,92%	5,61	1,03	10,16%	89,84%
43	304	96,17%	5,72	1,18	7,23%	92,77%
44	384	98,42%	5,95	1,42	2,96%	97,04%

Figura 20. Distribución Weibull compactador 01



$\beta$ :	1,2507
$\eta$ :	140

**Figura 21. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 01**

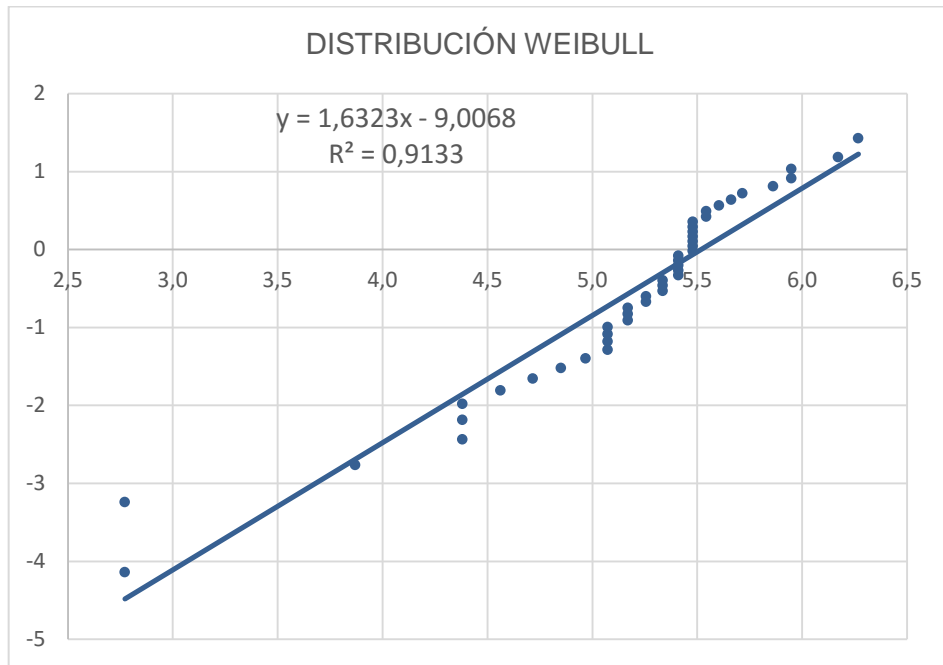


**Tabla 10. Datos Weibull compactador 02**

# FALLA <i>i</i>	TIEMPO ENTRE FALLAS [H] <i>t<sub>i</sub></i>	RANGO MEDIO $F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$	<i>X<sub>i</sub></i> : <i>Ln(t<sub>i</sub>)</i>	<i>Y<sub>i</sub></i> : $Ln\left(Ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)\right)$	CONFIABILIDAD <i>R(t<sub>i</sub>)</i>	PROB. DE FALLA <i>f(t<sub>i</sub>)</i>
1	16	1,58%	2,77	-4,14	98,87%	1,13%
2	16	3,83%	2,77	-3,24	98,87%	1,13%
3	48	6,08%	3,87	-2,77	93,42%	6,58%
4	80	8,33%	4,38	-2,44	85,51%	14,49%
5	80	10,59%	4,38	-2,19	85,51%	14,49%
6	80	12,84%	4,38	-1,98	85,51%	14,49%
7	96	15,09%	4,56	-1,81	80,99%	19,01%
8	112	17,34%	4,72	-1,66	76,25%	23,75%
9	128	19,59%	4,85	-1,52	71,37%	28,63%
10	144	21,85%	4,97	-1,40	66,45%	33,55%
11	160	24,10%	5,08	-1,29	61,54%	38,46%
12	160	26,35%	5,08	-1,18	61,54%	38,46%
13	160	28,60%	5,08	-1,09	61,54%	38,46%
14	160	30,86%	5,08	-1,00	61,54%	38,46%
15	176	33,11%	5,17	-0,91	56,71%	43,29%
16	176	35,36%	5,17	-0,83	56,71%	43,29%
17	176	37,61%	5,17	-0,75	56,71%	43,29%
18	192	39,86%	5,26	-0,68	52,01%	47,99%
19	192	42,12%	5,26	-0,60	52,01%	47,99%

20	208	44,37%	5,34	-0,53	47,48%	52,52%
21	208	46,62%	5,34	-0,47	47,48%	52,52%
22	208	48,87%	5,34	-0,40	47,48%	52,52%
23	224	51,13%	5,41	-0,33	43,14%	56,86%
24	224	53,38%	5,41	-0,27	43,14%	56,86%
25	224	55,63%	5,41	-0,21	43,14%	56,86%
26	224	57,88%	5,41	-0,15	43,14%	56,86%
27	224	60,14%	5,41	-0,08	43,14%	56,86%
28	240	62,39%	5,48	-0,02	39,03%	60,97%
29	240	64,64%	5,48	0,04	39,03%	60,97%
30	240	66,89%	5,48	0,10	39,03%	60,97%
31	240	69,14%	5,48	0,16	39,03%	60,97%
32	240	71,40%	5,48	0,22	39,03%	60,97%
33	240	73,65%	5,48	0,29	39,03%	60,97%
34	240	75,90%	5,48	0,35	39,03%	60,97%
35	256	78,15%	5,55	0,42	35,15%	64,85%
36	256	80,41%	5,55	0,49	35,15%	64,85%
37	272	82,66%	5,61	0,56	31,53%	68,47%
38	288	84,91%	5,66	0,64	28,17%	71,83%
39	304	87,16%	5,72	0,72	25,06%	74,94%
40	352	89,41%	5,86	0,81	17,24%	82,76%
41	384	91,67%	5,95	0,91	13,18%	86,82%
42	384	93,92%	5,95	1,03	13,18%	86,82%
43	480	96,17%	6,17	1,18	5,41%	94,59%
44	528	98,42%	6,27	1,42	3,31%	96,69%

**Figura 22. Distribución Weibull compactador 02**



$\beta$ :	1,63227
$\eta$ :	249

**Figura 23. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 02**

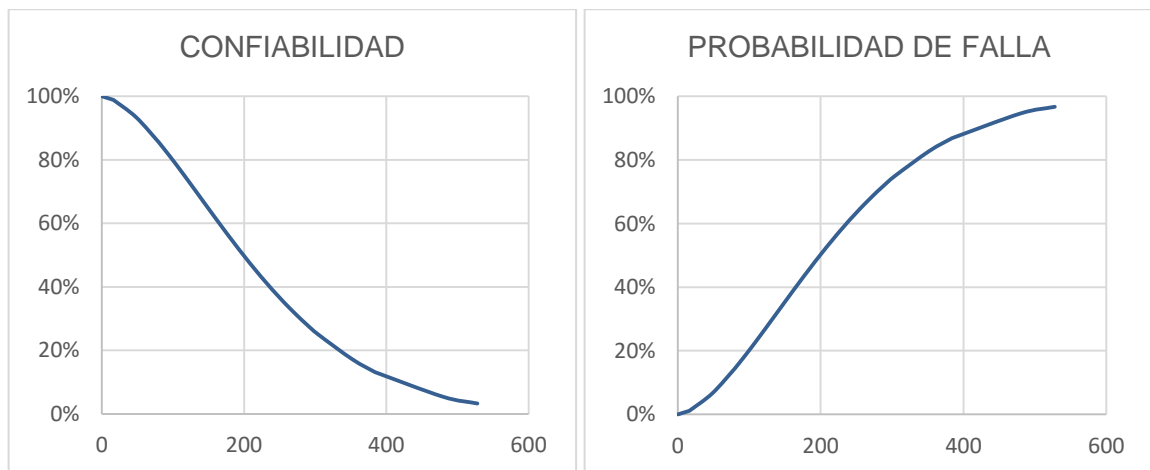
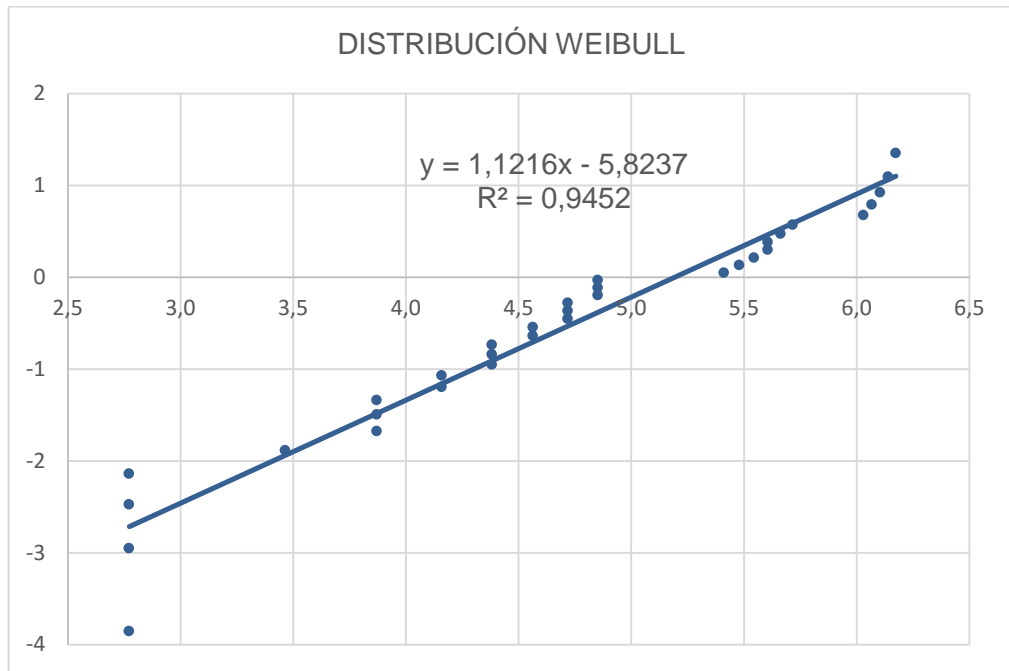


Tabla 11. Datos Weibull compactador 03

# FALLA <i>i</i>	TIEMPO ENTRE FALLAS [H] <i>t<sub>i</sub></i>	RANGO MEDIO $F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$	<i>X<sub>i</sub></i> : <i>Ln(t<sub>i</sub>)</i>	<i>Y<sub>i</sub></i> : $Ln\left(Ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)\right)$	CONFIABILIDAD <i>R(t<sub>i</sub>)</i>	PROB. DE FALLA <i>f(t<sub>i</sub>)</i>
1	16	2,10%	2,77	-3,85	93,59%	6,41%
2	16	5,09%	2,77	-2,95	93,59%	6,41%
3	16	8,08%	2,77	-2,47	93,59%	6,41%
4	16	11,08%	2,77	-2,14	93,59%	6,41%
5	32	14,07%	3,47	-1,89	86,57%	13,43%
6	48	17,07%	3,87	-1,68	79,67%	20,33%
7	48	20,06%	3,87	-1,50	79,67%	20,33%
8	48	23,05%	3,87	-1,34	79,67%	20,33%
9	64	26,05%	4,16	-1,20	73,07%	26,93%
10	64	29,04%	4,16	-1,07	73,07%	26,93%
11	80	32,04%	4,38	-0,95	66,83%	33,17%
12	80	35,03%	4,38	-0,84	66,83%	33,17%
13	80	38,02%	4,38	-0,74	66,83%	33,17%
14	96	41,02%	4,56	-0,64	60,99%	39,01%
15	96	44,01%	4,56	-0,54	60,99%	39,01%
16	112	47,01%	4,72	-0,45	55,55%	44,45%
17	112	50,00%	4,72	-0,37	55,55%	44,45%
18	112	52,99%	4,72	-0,28	55,55%	44,45%
19	128	55,99%	4,85	-0,20	50,52%	49,48%
20	128	58,98%	4,85	-0,12	50,52%	49,48%
21	128	61,98%	4,85	-0,03	50,52%	49,48%
22	224	64,97%	5,41	0,05	27,83%	72,17%
23	240	67,96%	5,48	0,13	25,11%	74,89%
24	256	70,96%	5,55	0,21	22,63%	77,37%
25	272	73,95%	5,61	0,30	20,39%	79,61%
26	272	76,95%	5,61	0,38	20,39%	79,61%
27	288	79,94%	5,66	0,47	18,35%	81,65%
28	304	82,93%	5,72	0,57	16,50%	83,50%
29	416	85,93%	6,03	0,67	7,72%	92,28%
30	432	88,92%	6,07	0,79	6,91%	93,09%
31	448	91,92%	6,10	0,92	6,18%	93,82%
32	464	94,91%	6,14	1,09	5,53%	94,47%
33	480	97,90%	6,17	1,35	4,94%	95,06%

**Figura 24. Distribución Weibull compactador 03**



$\beta$	1,1216
$\eta$	180

**Figura 25. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 03**

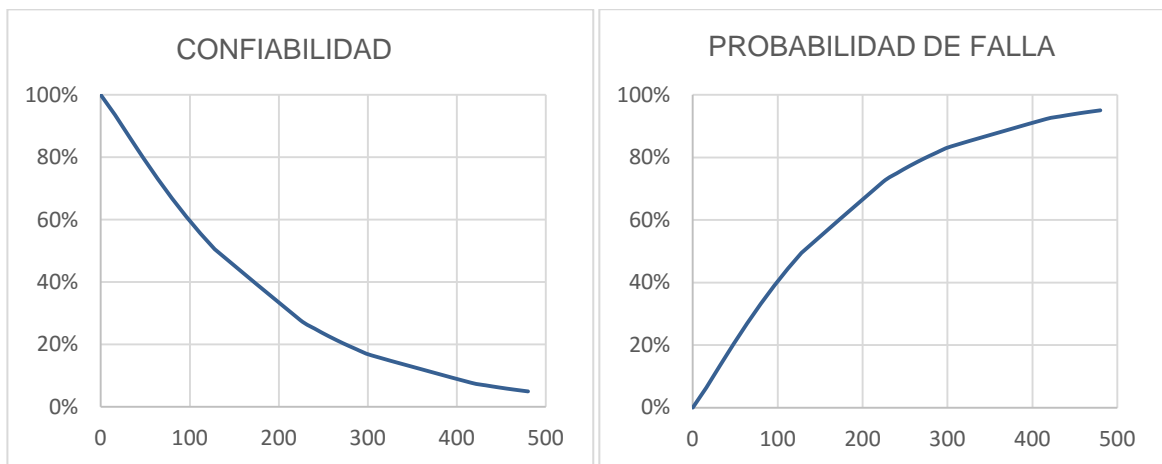
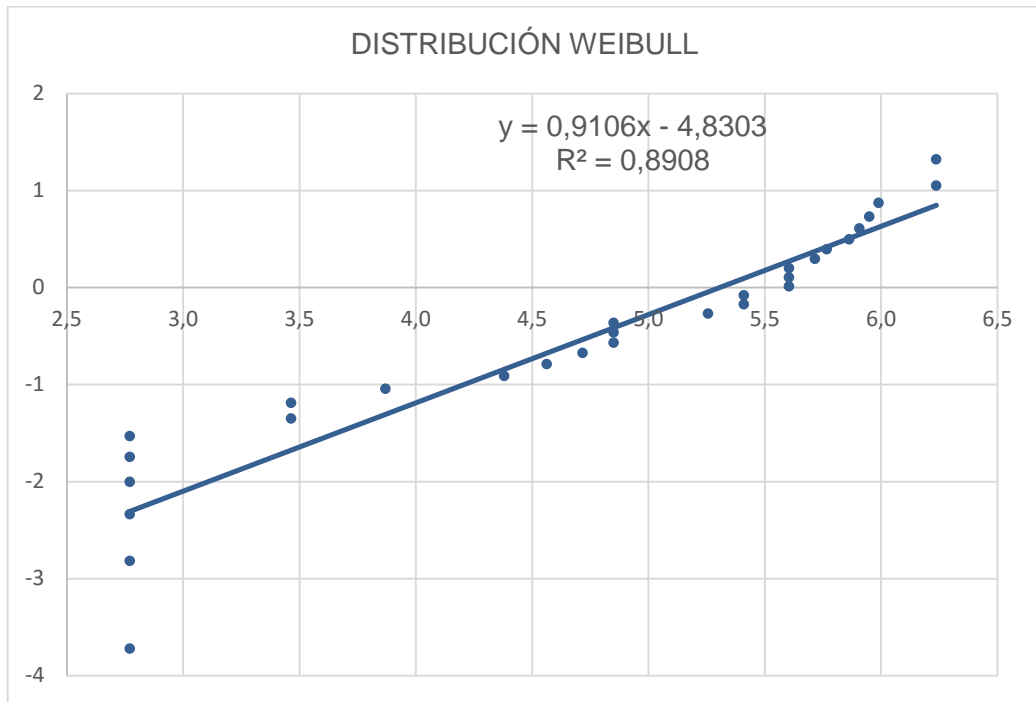


Tabla 12. Datos Weibull compactador 04

# FALLA <i>i</i>	TIEMPO ENTRE FALLAS [H] <i>t<sub>i</sub></i>	RANGO MEDIO $F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$	<i>X<sub>i</sub></i> : <i>Ln(t<sub>i</sub>)</i>	<i>Y<sub>i</sub></i> : $Ln\left(Ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)\right)$	CONFIABILIDAD <i>R(t<sub>i</sub>)</i>	PROB. DE FALLA <i>f(t<sub>i</sub>)</i>
1	16	2,38%	2,77	-3,73	90,51%	9,49%
2	16	5,78%	2,77	-2,82	90,51%	9,49%
3	16	9,18%	2,77	-2,34	90,51%	9,49%
4	16	12,59%	2,77	-2,01	90,51%	9,49%
5	16	15,99%	2,77	-1,75	90,51%	9,49%
6	16	19,39%	2,77	-1,53	90,51%	9,49%
7	32	22,79%	3,47	-1,35	82,91%	17,09%
8	32	26,19%	3,47	-1,19	82,91%	17,09%
9	48	29,59%	3,87	-1,05	76,25%	23,75%
10	80	32,99%	4,38	-0,92	64,94%	35,06%
11	96	36,39%	4,56	-0,79	60,07%	39,93%
12	112	39,80%	4,72	-0,68	55,62%	44,38%
13	128	43,20%	4,85	-0,57	51,56%	48,44%
14	128	46,60%	4,85	-0,47	51,56%	48,44%
15	128	50,00%	4,85	-0,37	51,56%	48,44%
16	192	53,40%	5,26	-0,27	38,36%	61,64%
17	224	56,80%	5,41	-0,18	33,20%	66,80%
18	224	60,20%	5,41	-0,08	33,20%	66,80%
19	272	63,61%	5,61	0,01	26,82%	73,18%
20	272	67,01%	5,61	0,10	26,82%	73,18%
21	272	70,41%	5,61	0,20	26,82%	73,18%
22	304	73,81%	5,72	0,29	23,31%	76,69%
23	320	77,21%	5,77	0,39	21,75%	78,25%
24	352	80,61%	5,86	0,50	18,94%	81,06%
25	368	84,01%	5,91	0,61	17,68%	82,32%
26	384	87,41%	5,95	0,73	16,51%	83,49%
27	400	90,82%	5,99	0,87	15,42%	84,58%
28	512	94,22%	6,24	1,05	9,63%	90,37%
29	512	97,62%	6,24	1,32	9,63%	90,37%

**Figura 26. Distribución Weibull compactador 04**



$\beta$	0,9106
$\eta$	201

**Figura 27. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 04**

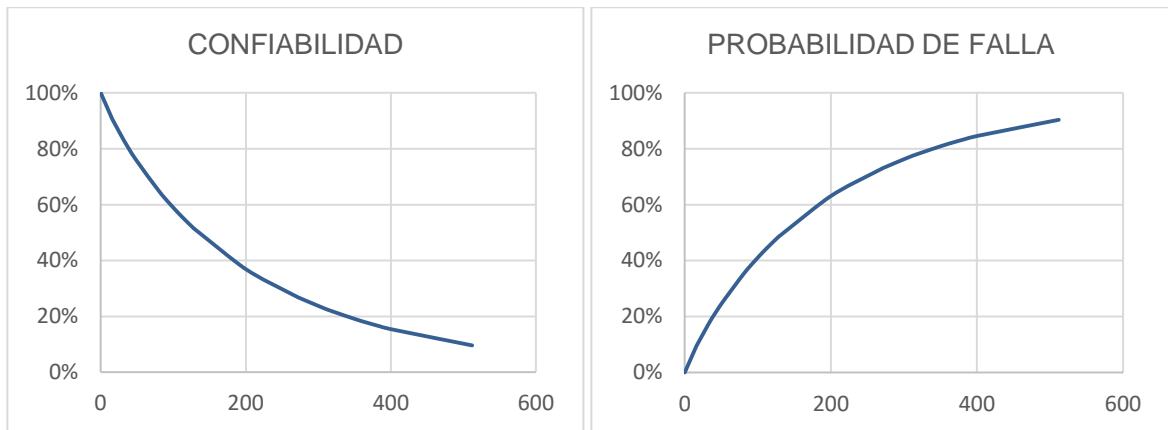
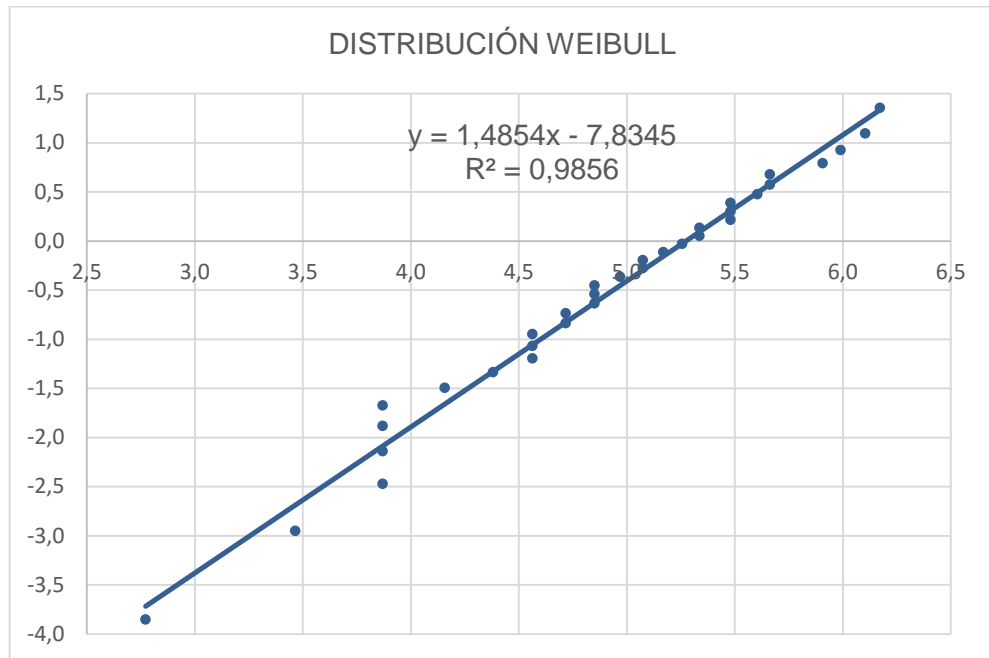


Tabla 13. Datos Weibull compactador 09

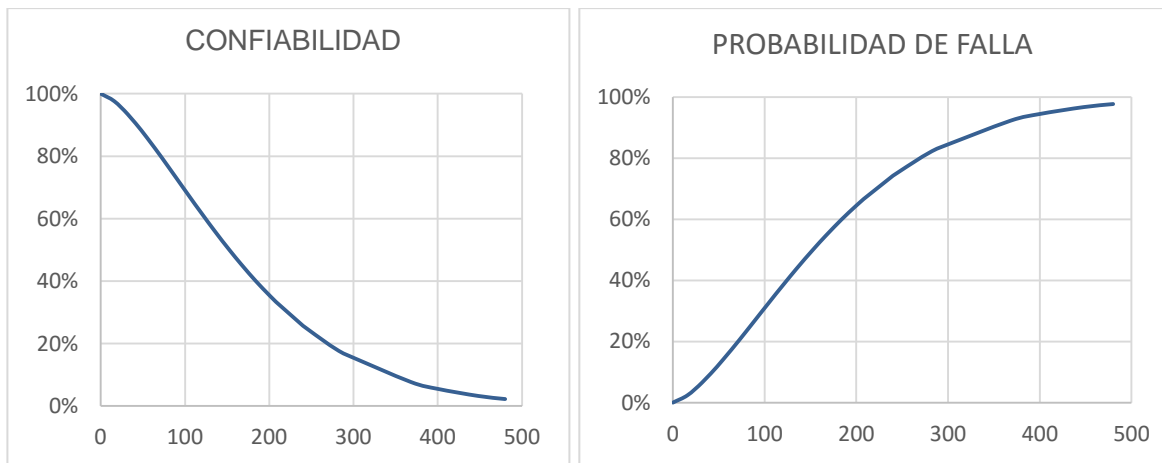
# FALLA $i$	TIEMPO ENTRE FALLAS [H] $t_i$	RANGO MEDIO $F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$	$X_i:$ $Ln(t_i)$	$Y_i:$ $Ln\left(Ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)\right)$	CONFIABILIDAD $R(t_i)$	PROB. DE FALLA $f(t_i)$
1	16	2,10%	2,77	-3,85	97,60%	2,40%
2	32	5,09%	3,47	-2,95	93,41%	6,59%
3	48	8,08%	3,87	-2,47	88,30%	11,70%
4	48	11,08%	3,87	-2,14	88,30%	11,70%
5	48	14,07%	3,87	-1,89	88,30%	11,70%
6	48	17,07%	3,87	-1,68	88,30%	11,70%
7	64	20,06%	4,16	-1,50	82,63%	17,37%
8	80	23,05%	4,38	-1,34	76,67%	23,33%
9	96	26,05%	4,56	-1,20	70,58%	29,42%
10	96	29,04%	4,56	-1,07	70,58%	29,42%
11	96	32,04%	4,56	-0,95	70,58%	29,42%
12	112	35,03%	4,72	-0,84	64,53%	35,47%
13	112	38,02%	4,72	-0,74	64,53%	35,47%
14	128	41,02%	4,85	-0,64	58,62%	41,38%
15	128	44,01%	4,85	-0,54	58,62%	41,38%
16	128	47,01%	4,85	-0,45	58,62%	41,38%
17	144	50,00%	4,97	-0,37	52,93%	47,07%
18	160	52,99%	5,08	-0,28	47,52%	52,48%
19	160	55,99%	5,08	-0,20	47,52%	52,48%
20	176	58,98%	5,17	-0,12	42,44%	57,56%
21	192	61,98%	5,26	-0,03	37,70%	62,30%
22	208	64,97%	5,34	0,05	33,34%	66,66%
23	208	67,96%	5,34	0,13	33,34%	66,66%
24	240	70,96%	5,48	0,21	25,70%	74,30%
25	240	73,95%	5,48	0,30	25,70%	74,30%
26	240	76,95%	5,48	0,38	25,70%	74,30%
27	272	79,94%	5,61	0,47	19,47%	80,53%
28	288	82,93%	5,66	0,57	16,84%	83,16%
29	288	85,93%	5,66	0,67	16,84%	83,16%
30	368	88,92%	5,91	0,79	7,70%	92,30%
31	400	91,92%	5,99	0,92	5,49%	94,51%
32	448	94,91%	6,10	1,09	3,23%	96,77%
33	480	97,90%	6,17	1,35	2,23%	97,77%

**Figura 28. Distribución Weibull compactador 09**



$\beta$ :	1,4854
$\eta$ :	195

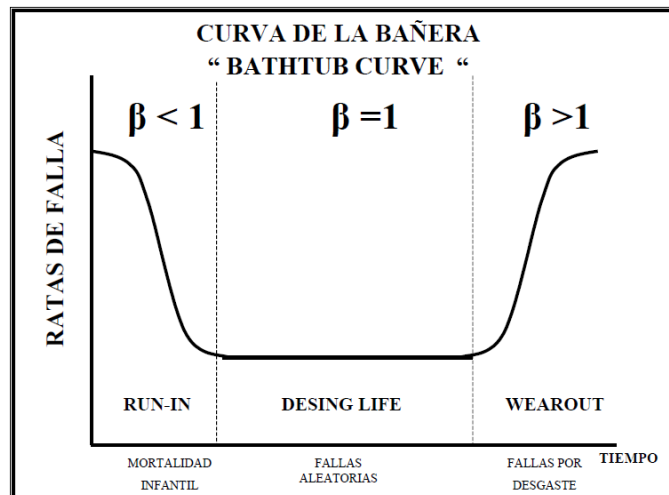
**Figura 29. Confiabilidad y probabilidad de falla compactador 09**



## 5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS WEIBULL

Se realiza una serie de anotaciones para cada uno de los compactadores a partir del análisis de Weibull desarrollado para los vehículos críticos encontrados en el análisis de Pareto.

Figura 30. Curva de la Bañera



Fuente: <http://www.rcmingeneria.com/>

- **Compactadores 01, 02 y 03:** Estos compactadores tienen como resultado un  $\beta > 1$ , teniendo en cuenta la curva de la bañera se observa que se encuentran en la zona de desgaste progresivo, la cual normalmente se presenta en equipos al final de su vida útil, estos compactadores son modelo 2006 y 2009 (entre 7 y 10 años de servicio) aún se consideran en vida útil. Se evidencia, que estos vehículos están sufriendo un deterioro temprano debido principalmente a los agentes químicos presentes en las basuras y los lixiviados.

- **Compactador 04:** Este compactador tiene como resultado del análisis Weibull un  $\beta < 1$ . Ubicándose en la curva de la bañera se puede observar que se encuentra en la zona de mortalidad infantil, la cual normalmente se presenta en equipos empezando su vida útil. Esta condición se puede presentar por el uso de repuestos de baja calidad, over-hauls mal ejecutados y problemas de ensamble.
- **Compactador 09:** De este compactador se obtiene como resultado del análisis Weibull un  $\beta > 1$ . Ubicando este resultado en la curva de la bañera se puede observar que se encuentra en la zona de desgaste progresivo, la cual normalmente se presenta en equipos al final de su vida útil. Para este caso el desgaste progresivo se debe al alto tiempo de servicio del equipo (22 años); a esta edad el equipo se considera fuera de su rango de vida útil. Sin embargo, sigue en uso, por lo cual se evidencia un aumento en la densidad de fallas conforme transcurre el tiempo.

## 6. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

La gestión del mantenimiento debe conseguir alinear las actividades de mantenimiento de acuerdo con la estrategia definida y esto se debe hacer en los tres niveles de actividad en la empresa: dirección, táctico y operativo. Después de haber transformado estas prioridades del negocio en prioridades de mantenimiento, se construirán estrategias a corto-medio plazo para atacar potenciales puntos débiles en el mantenimiento de los equipos, de esta forma se obtiene un plan de mantenimiento genérico para la empresa, el desarrollo de este plan supondrá, como punto fundamental, concretar una serie de políticas a llevar a cabo para los activos considerados críticos.<sup>1</sup>

Una estrategia de mantenimiento preventivo se basa en la elaboración de rutinas, mediante la inspección, detección y prevención de fallas, programando intervalos de monitoreo y reparación a los equipos con base en los manuales de operación, en las recomendaciones del fabricante, y en el estudio de criticidad efectuado en los vehículos.

A continuación se desarrolla la estrategia de mantenimiento a implementar en la EMAB S.A. E.S.P. con base en los requerimientos dados por la empresa, los objetivos planteados en este proyecto y las necesidades de la división de mantenimiento.

---

<sup>1</sup> PARRA, Carlos. CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla. Editorial Ingeman. 2012. P. 3.

**Figura 31. Modelo del proceso de gestión de mantenimiento**



Fuente: Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos

## 6.1 FASES DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

El modelo de gestión del mantenimiento propuesto está compuesto por ocho bloques que detallan y describen acción concretas a seguir en los diferentes pasos del proceso, es un modelo dinámico secuencial y en bucle cerrado que intenta caracterizar de forma precisas el curso de acciones a llevar a cabo en este proceso de gestión para asegurar la eficiencia, eficacia y mejora continua.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> PARRA, Carlos. CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla. Editorial Ingeman. 2012. P. 4.

**6.1.1 Fase 1. Definición de indicadores claves (nivel gerencial, ingeniería y mantenimiento balance scorecard (BSC)).** Dentro de esta fase se busca definir la estrategia de gestión de mantenimiento, basado en los objetivos, misión y visión de la empresa, esto con el fin de conocer los niveles gerenciales de ingeniería y de mantenimiento de la empresa, con el cuadro de mando integral BSC por sus siglas en inglés (*Balance Scorecard*) se crean indicadores claves de rendimiento para medir el desempeño de la gestión de mantenimiento los cuales deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización, ver tabla 14.

**6.1.2 Fase 2. Jerarquización de equipos (método de análisis de criticidad (CTR)).** Cuando los objetivos están bien definidos, se realiza el modelo de criticidad semicuantitativo CTR (Criticidad Total por Riesgo). Definido en el capítulo 7.

**6.1.3 Fase 3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto (análisis causa raíz (RCA)).** Antes de realizar los planes de mantenimiento es conveniente analizar posibles fallos repetitivos, cuya frecuencia pueda ser excesiva, el análisis de causa raíz (RCA) es un modelo cualitativo de análisis de falla que utiliza la lógica sistemática para lograr identificar las causas responsables de una falla. También permite identificar la mejor solución para corregir la causa identificada y como realizar su seguimiento, esta metodología se basa en el árbol lógico de falla, la deducción y verificación de los hechos para encontrar el origen de una falla, permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> BORRAS PINILLA. Carlos Ph.D., M.Sc. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industria de Santander. Bucaramanga. 2013 Pág. 138-140.

**6.1.4 Fase 4. Revisión, mejoras y diseño de planes de operación y mantenimiento (plan de mantenimiento preventivo).** En esta fase se crea un plan de mantenimiento preventivo efectivo, se plantean mejoras, dentro de la división de mantenimiento, este diseño requiere la identificación de tareas y el cumplimiento eficiente de estas, todo conectado con un correcto sistema que sea dinámico y efectivo en el manejo de la información.

**6.1.5 Fase 5. Técnicas de optimización para la mejora de los programas de mantenimiento (confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad).** Estas técnicas de optimización para los activos de la empresa, se realizan con el objetivo de mejorar la eficacia y eficiencia de la planeación de mantenimiento, estos indicadores se vinculan dentro del sistema de información para tener una información objetiva de la gestión del mantenimiento.

**6.1.6 Fase 6 y 7. Control y supervisión de las operaciones de mantenimiento y análisis de costos (análisis de costos).** Una vez diseñadas, planificadas y programadas las actividades de mantenimiento tienen que ser evaluadas, y los posibles errores identificados y corregidos, dentro de esta evaluación es muy importante el análisis de costos. El cual, calcula una proyección estimada de acuerdo a los planes de mantenimiento creados, este análisis incluye costos de planificación, operación, mantenimiento y retirada del vehículo.

**6.1.7 Fase 8. Técnicas para la mejora del mantenimiento continuo.** En esta fase más que un estudio e implementación de técnicas de mejoramiento lo que se quiere es realizar algunas recomendaciones para mejorar el mantenimiento a futuro de la mano de nuevas tecnologías y otros tipos de mantenimiento más avanzados.

**Tabla 14. Fase 1 Balance ScoreCard.**

	OBJETIVO ESTRATEGICO	INDICADORES	METAS	PLAN DE ACCION	PERSPECTIVA
	Identificar las fallas, frecuencias mensuales y puntos débiles en equipos de alto impacto.	Índice de criticidad.	Disminuir los equipos críticos.	Estudio criticidad total por riesgo y análisis causa raíz (CTR- RCA).	subgerencia operativa, jefe de mantenimiento
IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE INFORMACION PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO	Mejorar los costes de mantenimiento.	Coste de mantenimiento por cada vehículo mensual (%).	Disminuir el presupuesto de mantenimiento	Estudio (costo-riesgo-beneficio).	Subgerencia operativa, subgerencia financiera.
	Mejorar el tiempo para reparar y la calidad del mantenimiento.	Fallos repetitivos, indicadores de gestión, MTTR.	Reducir el número de fallos y el tiempo de reparaciones.	Análisis de los indicadores de gestión (disponibilidad).	Jefe de mantenimiento.
	Implementar y ejecutar la estrategia de mantenimiento preventivo.	Confiabilidad, disponibilidad.	Capacitar al personal sobre la nueva metodología de mantenimiento.	Diseño del plan de mantenimiento teniendo en cuenta los equipos críticos.	Jefe de mantenimiento, mecánicos.
	Mejorar el manejo de información, la base de datos y el inventario del almacén.	Bajo stock de repuestos, ordenes de trabajo, fichas técnicas, y rutinas.	Flujo rápido y eficaz de la información, información veraz y completa.	Capacitación para manejar el sistema de información	Jefe de mantenimiento, mecánicos, almacén.
	Asegurar niveles adecuados de entrenamiento y formación para cumplir la misión.	Niveles de entrenamiento para operarios, de acuerdo al mantenimiento.	Conocimientos técnicos de los mecánicos y operarios.	Capacitaciones sobre el mantenimiento específico de los vehículos, (no empírico).	Mecánicos, conductores, operarios.
	Mejora del proceso de operación de los vehículos recolectores.	Cumplir normas establecidas, seguir lineamientos del fabricante.	Certificaciones de calidad.	Realizar modificaciones con el fin de cumplir los lineamientos de los entes de control.	Gerencia, subgerencia técnica-operativa.

## 7. CRITICIDAD DE LOS CAMIONES RECOLECTORES

El propósito de realizar un análisis de criticidad es desarrollar una metodología que pueda servir como una herramienta vital en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas, subsistemas, equipos y componentes de una planta de procesos o instalación industrial.

El análisis de criticidad es un procedimiento fundamental a la hora de establecer una estrategia de mantenimiento, debido a que se determinaran los sistemas, subsistemas o componentes de los recolectores más críticos para el buen funcionamiento de los mismos partiendo del análisis de fallos y sus respectivas consecuencias en la finalidad de la empresa (Recolección y transporte de basura).

### 7.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

**7.1.1 Modelo de criticidad semicuantitativo CTR (Criticidad Total por Riesgo).** El modelo de criticidad total por riesgo (CTR) presentando a continuación, es un proceso de análisis semicuantitativo, bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo, la Criticidad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CTR = FF \times C$$

Donde:

CTR: Criticidad total por riesgo.

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/años)).

C: Consecuencias de los eventos de fallos.

## 7.2 CRITERIOS

Tabla 15. Criterios del análisis de criticidad

<b>TABLA DE CRITERIOS</b>		
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>		<b>OPCIONES</b>
Pobre	Mayor a 4 fallas/año	4
Promedio	2 - 4 fallas/año	3
Buena	1 - 2 fallas/año	2
Excelente	menores a 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>		<b>OPCIONES</b>
Perdida de toda la operación		10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas		7
Impacto en niveles de inventario o calidad		4
No genera ningún efecto significativo sobre la operación		1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>OPCIONES</b>
No existe opción de operación y no hay función de repuestos		4
Hay opción de repuesto compartido/almacén		2
Función de repuesto disponible		1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>OPCIONES</b>
Costo de mantenimiento anual mayor o igual al 5% del costo del equipo		2
Costo de mantenimiento anual menor al 5% del costo del equipo		1
<b>IMPACTO DE SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (S.A.H.)</b>		<b>OPCIONES</b>
Afecta la seguridad humana tanto interna como externa y requiere la notificación a entes externos de la organización		8
Afecta el ambiente/instalaciones		7
Afecta las instalaciones causando daños severos		5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)		3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente		1

### 7.3 CÁLCULO DELÍNDICE DE CRITICIDAD

Para el cálculo del índice de criticidad se tiene en cuenta la puntuación definida por el método (Criticidad total por riesgo). Este método establece un posible rango de valores en los que se encuentre el sistema, subsistema o componente a evaluar, obteniendo así un valor numérico por cada criterio; cada valor numérico es utilizado en la matriz de riesgo, se debe utilizar la frecuencia de fallas de cada componente y la ecuación de consecuencia.

$$Consecuencia = (IO * FO) + CM + SHA$$

Realizar la matriz de criticidad, para establecer los componentes más críticos de cada recolector con sus respectivos sistemas:

Figura 32. Matriz de criticidad.

FRECUENCIA DE FALLA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Tabla 16. Criticidad compactador 01

COMPONENTE	CRITERIOS					CRITICIDAD	FALLAS/AÑO
	FF	IO	FO	CM	SAH		
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>							
Bomba de agua	2	7	4	1	1	60	2
Camisa de motor	2	10	4	1	1	84	1
Correa de distribución	2	10	1	1	1	24	1
Correa 2	2	4	1	1	1	12	1
Empaque inferior motor	2	7	2	1	3	36	1
Enfriador aceite	2	7	4	1	1	60	1
Manguera de presión aceite	2	7	1	1	1	18	1
Manguera radiador	2	7	1	1	1	18	1
Mecanismo de control acelerador	2	7	4	1	3	64	2
Pera de presión de aceite	2	4	1	1	1	12	1
Pera indicadora de aire	2	1	1	1	1	6	1
Pistón	2	10	4	1	1	84	2
Soporte motor	2	10	4	1	3	88	2
termostato	2	4	1	1	1	12	1
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>							
Actuadores	2	7	2	1	1	32	2
Bomba hidráulica	4	10	4	1	1	168	5
Gato hidráulico	3	10	4	1	1	126	3
Manguera	4	4	1	1	3	32	7
Racores	3	4	2	1	1	30	4
Válvula alivio	2	10	2	1	3	48	1
Varilla impulsadora	2	1	2	1	1	8	1
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
Bocina	2	1	1	1	1	6	1
Borne batería	2	1	1	1	1	6	1
Botón start pito	2	1	2	1	1	8	1
Fusible	2	4	1	1	1	12	1
Kit de arranque	2	7	4	1	1	60	1
Regulador de planta	2	4	2	1	1	20	1
Relay 12 V	2	7	2	1	1	32	1
Sensor velocímetro	2	4	2	1	1	20	1
Stop	2	1	2	1	1	8	1

Tabla 16. (Continuación)

SISTEMA DE TRANSMISIÓN							
Kit tándem	2	7	2	1	1	32	1
Sillín tándem	2	7	2	1	1	32	2
SISTEMA DE SUSPENSIÓN							
Muelle	2	4	4	1	3	40	2
SISTEMA DE FRENADO							
Diafragma cámara de freno	3	7	2	1	3	54	4
Rache de freno	3	4	1	1	1	18	4
SISTEMA DE DIRECCIÓN							
Tornillo de botella	2	7	2	1	3	36	1
Ramal de dirección	2	7	2	1	3	36	1
SISTEMA DE CHASIS, CARROCERÍA Y RECOLECCIÓN							
Compuerta de caja compactadora	2	7	2	1	7	44	1
Manguera tubo lixiviados	2	1	1	1	7	10	1
Pala de recolección	2	4	4	1	7	36	1
Careta	2	1	4	1	1	12	1
Laminas carrocería	2	1	2	1	7	8	1

Figura 33. Porcentajes de criticidad compactador 01

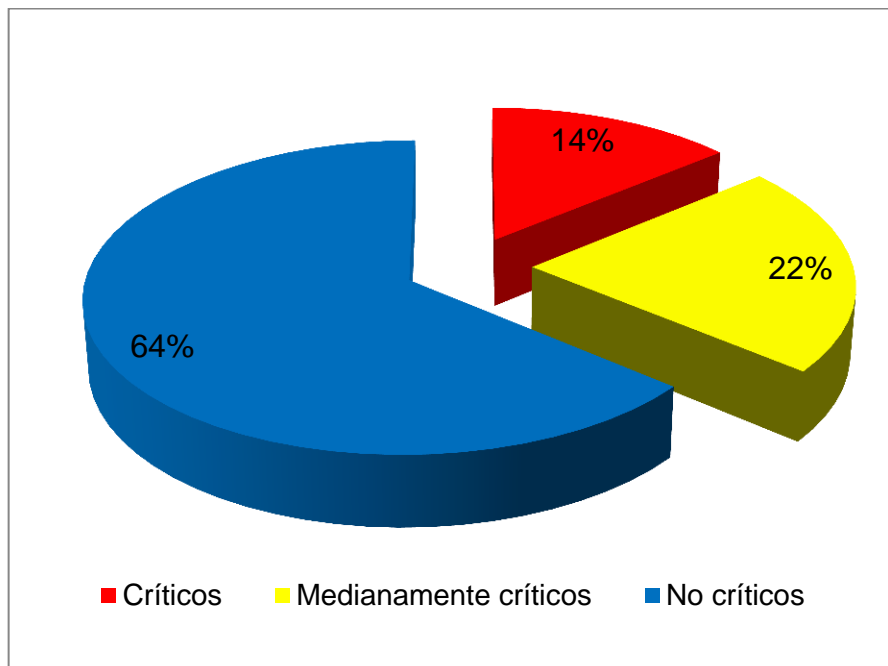


Tabla 17. Criticidad compactador 02

COMPONENTE	CRITERIOS					CRITICIDAD	FALLAS/AÑO
	FF	IO	FO	CM	S.A.H.		
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>							
Bomba de agua	2	7	4	1	1	60	2
Empaque inferior motor	2	4	2	1	3	24	1
Enfriador aceite	2	7	4	1	1	60	1
Manguera radiador	2	7	1	1	1	18	1
Mecanismo de control acelerador	2	7	4	1	3	64	1
Pera de presión de aceite	2	4	1	1	1	12	1
Pistón	2	10	4	1	1	84	1
Soporte motor	2	10	4	1	3	88	1
Tapa radiador	2	4	1	1	1	12	1
Turbo cargador	2	10	4	1	1	84	1
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>							
Bomba hidráulica	2	10	4	1	1	84	1
Codo	2	1	1	1	1	6	1
Control hidráulico	2	4	4	1	1	36	1
Empaque gato hidráulico	2	4	1	1	3	16	2
Empaques	2	4	1	1	3	16	1
Gato hidráulico	2	10	4	1	1	84	1
Manguera	2	4	1	1	3	16	2
Racores	2	4	2	1	1	20	2
Retenedor bomba hidráulica	2	7	2	1	1	32	1
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
Licudora	2	1	1	1	1	6	1
Sensor velocímetro	2	4	2	1	1	20	1
<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>							
Horquilla de embrague	2	7	4	1	1	60	1
Prensa	2	10	2	1	1	44	1
Rodamiento	2	7	2	1	1	32	1
Sillín tándem	2	7	2	1	1	32	1
<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>							
Buje muelle	2	4	2	1	1	20	1
Manguera muelle	2	7	1	1	1	18	1
Muelle	2	4	4	1	3	40	2

Tabla 17. (Continuación)

SISTEMA DE FRENADÓ							
Bomba de freno	2	10	4	1	5	92	1
Bombona de freno	2	7	2	1	3	36	1
bandas de freno	2	7	2	1	3	36	1
Diafragma cámara de freno	3	7	2	1	3	54	4
Rache de freno	2	4	1	1	1	12	2
SISTEMA DE DIRECCIÓN							
Ramal de dirección	2	7	2	1	3	36	1
SISTEMA DE CHASIS, CARROCERIA Y RECOLECCIÓN							
Laminas caja compactadora	2	4	2	1	7	32	1
Manguera tubo lixiviados	2	1	1	1	7	18	1
válvula de bola	2	1	2	1	7	20	1

Figura 34. Porcentajes de criticidad compactador 02

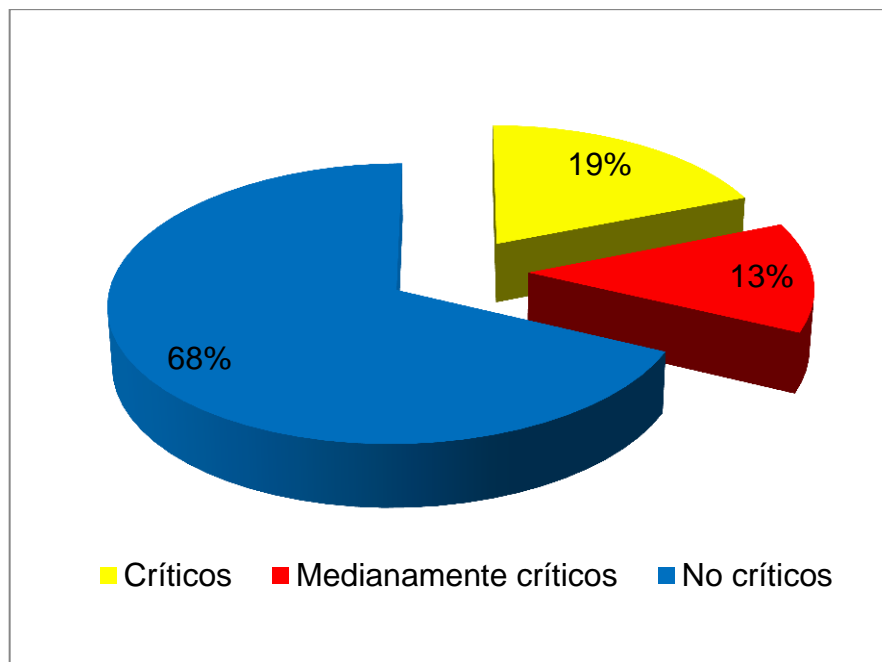


Tabla 18. Criticidad compactador 03

COMPONENTE	CRITERIOS					CRITICIDAD	FALLAS/AÑO
	FF	IO	FO	CM	SAH		
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>							
Bomba de agua	2	7	4	1	1	60	1
Empaque inferior motor	2	7	2	1	3	36	1
Inyectores	2	10	4	1	1	84	1
Soporte motor	2	10	4	1	3	88	1
Válvula de escape	2	7	2	1	3	36	1
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>							
Bomba hidráulica	2	10	4	1	1	84	1
Empaque gato hidráulico	3	4	1	1	3	24	3
Gato hidráulico	3	10	4	1	1	126	3
Manguera	2	4	1	1	3	16	1
Racores	3	4	2	1	1	30	3
Válvula alivio	2	10	2	1	3	48	1
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
Batería	2	7	2	1	1	32	1
Borne batería	2	1	1	1	1	6	1
<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>							
Cruceta cardan	2	10	4	1	3	88	1
Eje estriado	2	7	4	1	3	64	1
Eje fuller	2	7	4	1	3	64	2
Embrague	3	7	2	1	1	48	3
Patín de embrague	2	7	2	1	1	32	1
Prensa	2	10	2	1	1	44	1
Sillín tándem	2	7	2	1	1	32	1
<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>							
Buje muelle	2	4	2	1	1	20	1
Muelle	2	4	4	1	3	40	2
<b>SISTEMA DE FRENADO</b>							
Bombona de freno	2	7	2	1	3	36	2
bandas de freno	2	7	2	1	3	36	1
Diafragma cámara de freno	3	7	2	1	3	54	3
Rache de freno	3	4	1	1	1	18	3

Tabla 18. (Continuación)

SISTEMA DE DIRECCIÓN							
Bomba hidráulica de dirección	2	7	4	1	3	64	1
Rache volante	2	7	2	1	3	36	1
Perilla volante	2	1	1	1	3	10	2
Tornillo de botella	2	7	2	1	3	36	1
Ramal de dirección	2	7	2	1	3	36	1
SISTEMA DE CHASIS, CARROCERIA Y RECOLECCIÓN							
vidrio de cabina	2	1	4	1	1	12	1
Laminas caja compactadora	2	4	2	1	7	32	2
Gancho mousing	2	1	2	1	1	8	1
Tubo eje	2	4	2	1	3	24	1
Válvula de bola	2	1	2	1	7	20	1

Figura 35. Porcentajes de criticidad compactador 03

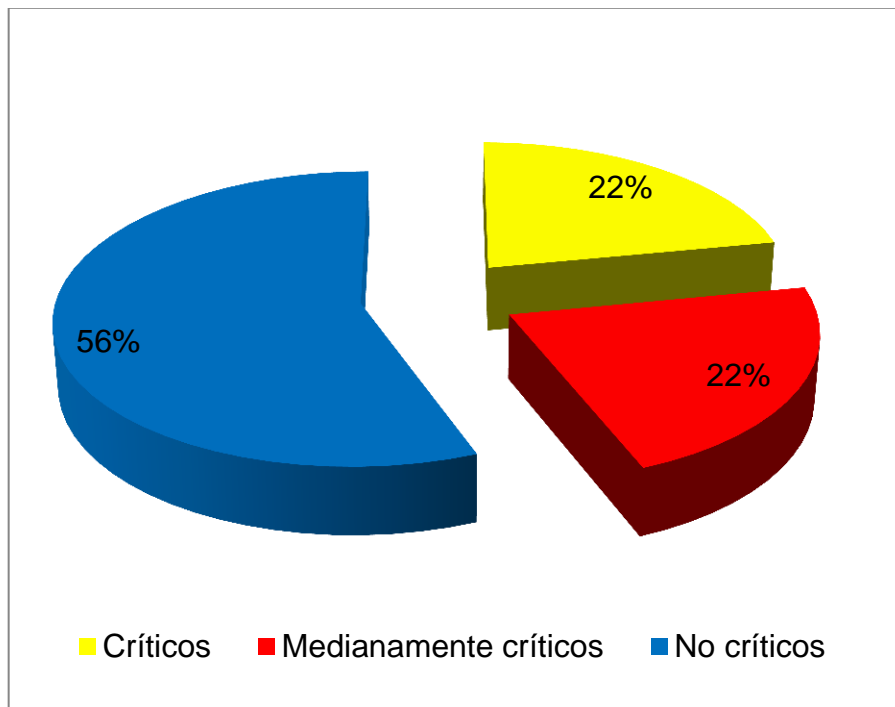


Tabla 19. Criticidad compactador 04

COMPONENTE	CRITERIOS					CRITICIDAD	FALLAS/AÑO
	FF	IO	FO	CM	SAH		
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>							
Tapa radiador	2	4	1	1	1	12	1
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>							
Bomba hidráulica	3	10	4	1	1	126	3
Bridas	2	4	2	1	1	20	1
Codo	2	1	1	1	1	6	1
Empaque gato	2	7	1	1	3	22	2
Racores	2	4	2	1	1	20	1
Retenedor bomba hidráulica	2	7	2	1	1	32	1
Válvula alivio	2	10	2	1	3	48	2
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
Batería	2	7	2	1	1	32	1
Bocina	2	1	1	1	1	6	1
Kit de arranque	2	7	4	1	1	60	1
Motor de arranque delco remyn	2	7	4	1	1	60	1
Porta escobilla de planta	2	1	1	1	1	6	1
Stop	2	1	2	1	1	8	1
<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>							
Cruceta cardan	2	10	4	1	3	88	2
Embrague	2	7	2	1	1	32	1
bocín	2	7	2	1	1	32	2
Prensa	2	10	2	1	1	44	1
Sillín tándem	3	7	2	1	1	48	3
Toma fuerza caja	2	4	2	1	1	20	1
<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>							
Barra estabilizadora	2	7	1	1	3	22	1
Muelle	2	4	4	1	3	40	2

Tabla 19. (Continuación)

SISTEMA DE FRENADO							
Bombona de freno	2	7	2	1	3	36	2
Campana de freno	2	7	2	1	3	36	2
bandas de freno	2	7	2	1	3	36	2
Diafragma cámara de freno	2	7	2	1	3	36	2
Rache de freno	3	4	1	1	1	18	3
Válvula alivio freno	2	7	2	1	3	36	1
SISTEMA DE DIRECCIÓN							
Herradura dirección	2	4	2	1	3	24	1
rache volante	2	4	2	1	3	24	1
buje eje	2	4	2	1	3	24	1
Tornillo de botella	2	7	2	1	3	36	1
SISTEMA CHASIS, CARROCERIA Y RECOLECCIÓN							
Laminas caja compactadora	2	4	2	1	3	32	2
Manguera tubo lixiviados	2	1	1	1	3	18	1
Pala de recolección	2	4	4	1	1	48	1

Figura 36. Porcentajes de criticidad compactador 04

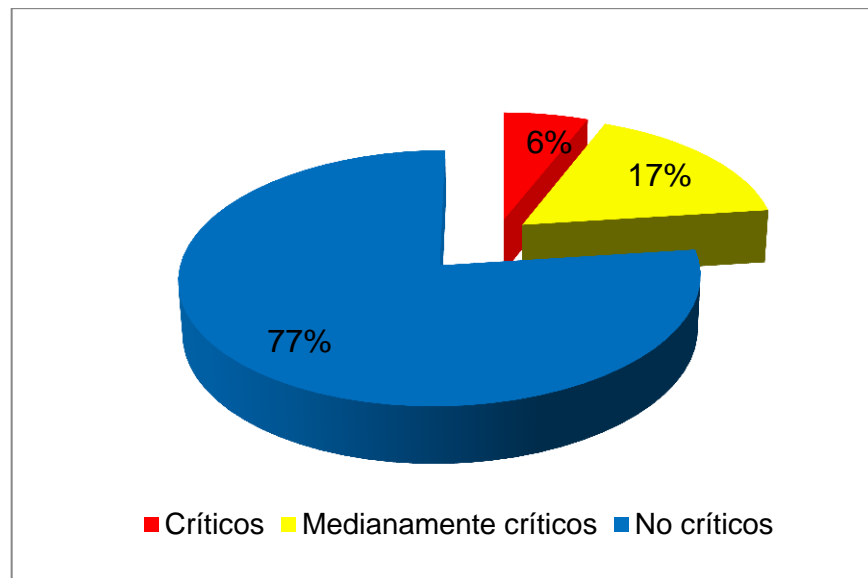


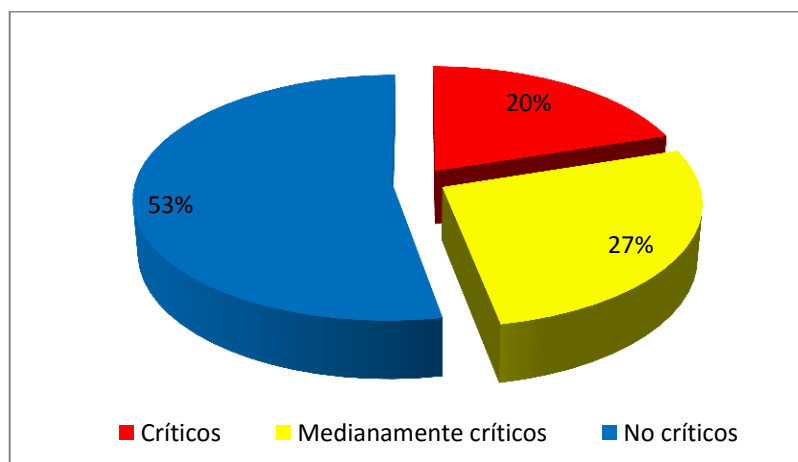
Tabla 20. Criticidad compactador 09

COMPONENTE	CRITERIOS					CRITICIDAD	FALLAS/AÑO
	FF	IO	FO	CM	SAH		
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>							
Bomba de aceite motor	2	10	4	1	1	84	2
Bomba de agua	2	7	4	1	1	60	1
Carcasa de motor	2	7	2	1	1	32	2
Correa de distribución	4	10	1	1	1	48	7
Correa 2	3	4	1	1	1	18	4
Empaque inferior motor	2	4	2	1	3	24	2
Inyectores	2	10	4	1	1	84	2
Motor	2	10	4	1	1	84	2
Pistón	2	10	4	1	1	84	1
Polea de cigüeñal	2	7	2	1	1	32	2
Polea ventilador	2	4	2	1	1	20	2
Soporte motor	3	10	4	1	3	132	3
Tapa radiador	2	4	1	1	1	12	1
Válvula de admisión	2	7	4	1	1	60	1
Válvula de presión de aceite	2	7	4	1	1	60	1
Válvula de escape	2	7	2	1	1	32	1
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>							
Bomba hidráulica	2	10	4	1	1	84	2
Codo	2	1	1	1	1	6	2
Empaque bomba	2	1	1	1	3	10	1
Empaque gato hidráulico	2	1	1	1	3	10	2
Manguera	3	4	1	1	3	24	3
Varilla impulsadora	2	1	2	1	1	8	1
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
Batería	3	7	2	1	1	48	3
Bobinas	2	1	1	1	1	6	1
Borne batería	2	1	1	1	1	6	2
Kit de arranque	2	7	4	1	1	60	2
Lámpara	3	1	1	1	1	9	3
Motor de arranque delco remyn	2	7	4	1	1	60	2
Porta escobilla de planta	2	1	1	1	1	6	2
Regulador de planta	2	4	2	1	1	20	1

Tabla 20. (Continuación)

Relay 12 V	3	7	2	1	1	48	3
Stop	2	1	2	1	1	8	2
Switch star	2	7	2	1	1	32	2
Terminal d 010 1/4	2	1	1	1	1	6	1
Terminal d 010 5/16	2	1	1	1	1	6	2
<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>							
Cruceta cardan	2	10	4	1	3	88	1
Eje estriado	2	7	4	1	3	64	2
Eje lateral trasero	2	7	4	1	3	64	2
Piñón	2	7	2	1	1	32	1
rodillo	3	4	2	1	1	30	3
Sillín tándem	2	7	2	1	1	32	1
Toma fuerza caja	2	4	2	1	1	20	1
<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>							
Buje muelle	3	4	2	1	1	30	3
Soporte muelle	2	4	4	1	1	36	1
<b>SISTEMA DE FRENADO</b>							
Compresor	2	10	4	1	5	92	1
Diafragma cámara de freno	3	7	2	1	3	54	4
Resorte de freno	2	4	1	1	1	12	2
Válvula alivio freno	2	7	2	1	3	36	2
<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>							
Ramal de dirección	2	7	2	1	3	36	1
<b>SISTEMA DE CHASIS, CARROCERIA Y RECOLECCIÓN</b>							
Cojines y tapizado	2	1	4	1	1	12	1
Manguera tubo lixiviados	2	1	1	1	7	18	2

Figura 37. Porcentajes de criticidad compactador 09



## 7.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Compactador 01 y 02:** estos compactadores tienen un porcentaje de componentes críticos de 14 y 19% respectivamente sobre el total de fallas de cada vehículo, pertenecientes al sistema motriz y al sistema hidráulico; el sistema motriz no tienen alta frecuencia de fallas pero el impacto operacional de estos componentes es suficientemente alto para hacerlos críticos.

El sistema hidráulico tiene el mayor nivel de componentes críticos, los cuales fueron la bomba y gato eyector, estos componentes tienen una alta frecuencia de fallas por año, lo cual combinado con un alto impacto operacional conlleva a un alto estado de criticidad.

- **Compactador 03:** Adicional al mismo comportamiento de fallas de los compactadores 01 y 02 se evidencia que las fallas del sistema de transmisión (cruceca cardan, embrague y eje de transmisión estriado) forman parte fundamental del 22% de los componentes críticos.
- **Compactador 04:** En este compactador se pudo observar que el porcentaje de componentes críticos es muy bajo para ser considerado como un vehículo crítico; sin embargo las fallas que se presentan en este vehículo tuvieron costos altos, por lo cual el vehículo entró en el grupo de los vehículos que generan el 70% de los costos en mantenimiento de la flota.
- **Compactador 09:** El 90% de las fallas críticas se encuentran en el sistema motriz y de transmisión (cruceca cardan y ejes de transmisión).

## 8. ANÁLISIS DE PUNTOS DÉBILES EN EQUIPOS

Para cumplir con los objetivos propuestos en la estrategia a desarrollar se utilizó la metodología Causa Raíz (RCA). Esta técnica ayuda a dar soluciones de una forma analítica a las tareas del mantenimiento, la cual utilizada con los métodos de medición de fallas cuantitativas, se transforma en una herramienta capaz de detectar los malos actores para evitar las fallas repetitivas, de esta forma se lograra obtener una mayor confiabilidad integral para todos los procesos dentro de la empresa, optimizando los costos producto del mantenimiento.

El análisis causa raíz (RCA) es un método cualitativo de análisis de falla que utiliza la lógica sistemática para lograr identificar las causas responsables de una falla, también permite identificar la mejor solución para corregir la causa identificada y como realizar su seguimiento, esta metodología se basa en el árbol lógico de falla (ver figura 38), la deducción y la verificación de los hechos para encontrar el origen de una falla, permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas.<sup>4</sup>

El objetivo de este estudio es identificar el origen de las causas físicas, humanas y latentes; con qué frecuencia aparecen y su impacto en la operación, por esta razón es fundamental reconocer si una falla necesita o no un análisis causa raíz, conociendo su consecuencia en la integridad de los activos, personas, infraestructura y prestación del servicio.

---

<sup>4</sup> VERA, Hernando. Aplicación de la metodología análisis causa raíz (RCA), para la eliminación de un mal actor en equipos críticos de la SOM-Ecopetrol S.A. Universidad industrial de Santander. 2011. P. 38.

## 8.1 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS CAUSA RAIZ

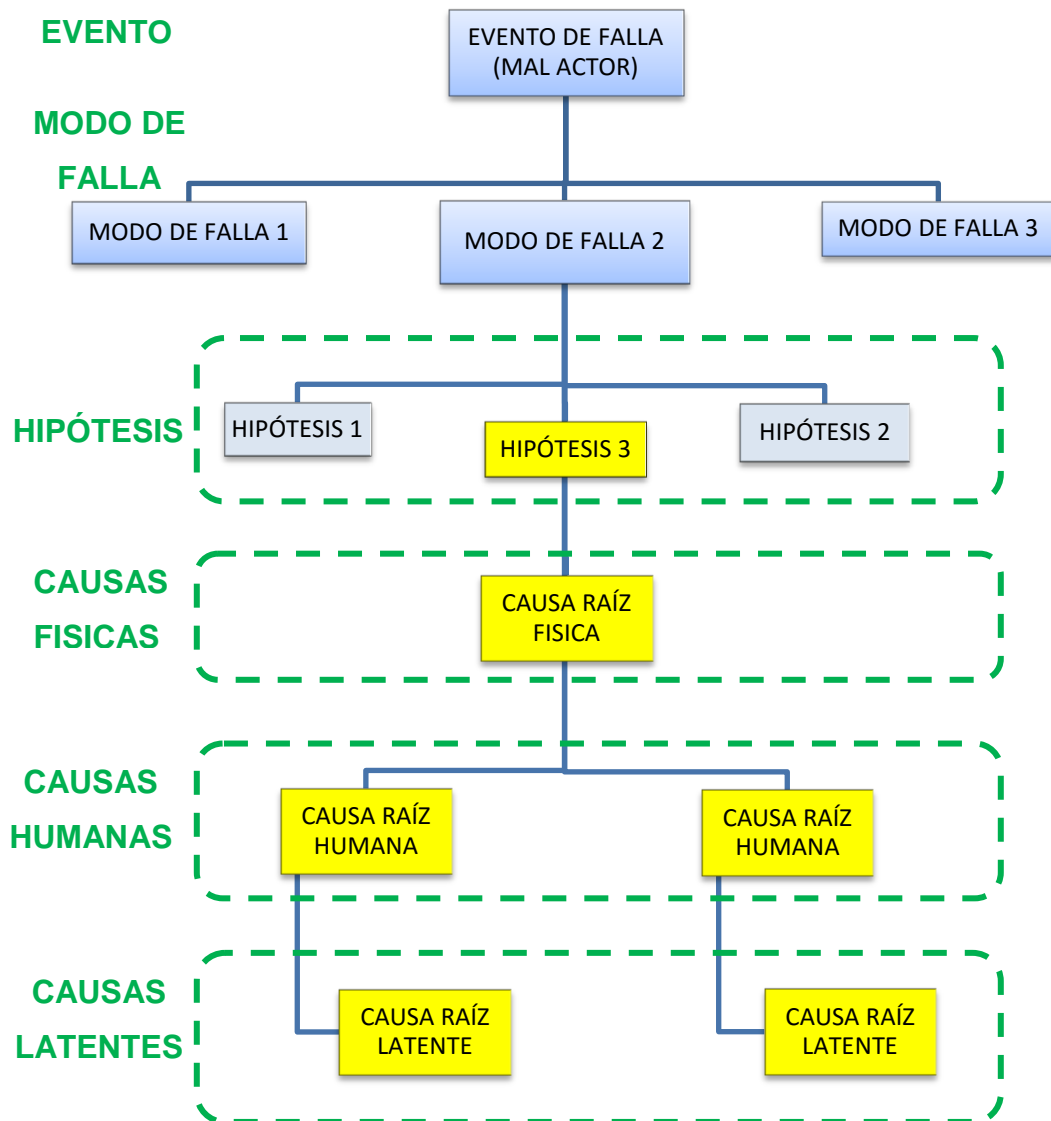
- *Evento (mal actor)*: Esta etapa consiste en identificar cual es el problema o situación que se desea solucionar, fallas repetitivas basadas en hechos reales y verificables.
- *Modo de falla*: es un análisis inicial donde se recolectan los datos de falla, como ocurrió el evento en el pasado, en este paso son las diferentes fallas que originaron el problema principal y su función es dividir el problema para hacerlo más manejable.
- *hipótesis*: son suposiciones que se hacen para llegar a identificar las razones del modo de falla.

## 8.2 NIVELES DE ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

Dentro de este análisis se analizan tres agentes importantes de posibles causas para llegar a la verdadera razón de falla.

- *Causa raíz física*: abarca los eventos de origen físico que afectan directamente la operación de los vehículos, en este nivel no se encuentra la causa raíz de la falla, sino un punto de partida para encontrarla.
- *Causa raíz humana*: identifica todos los eventos cometidos por el factor humano que incidan directa o indirectamente en la ocurrencia de la falla, aquí si se puede encontrar la causa raíz.
- *Causa raíz latente*: son eventos que puedan llegar a ocurrir aunque nunca hayan ocurrido.

Figura 38. Árbol lógico de fallas



### **8.3 MÉTODO DE MEDICIÓN DE FALLA A LOS VEHÍCULOS COMPACTADORES.**

**8.3.1 Identificar y definir los sistemas a cuantificar.** Consiste en identificar y definir los sistemas, equipos o elementos a analizar y su modo cuantificable, una manera de cuantificar y medir las fallas para el caso de los vehículos recolectores es el dinero invertido en la reparación los cuales fueron registrados para cada vehículo, el registro también muestra una lista completa del elemento o repuesto que falló los cuales ocasionaron alguna parada de tipo correctiva.

**8.3.2 Preparación de datos.** Es necesario recopilar todos los datos y garantizar que sean de calidad, para esto es indispensable verificar la fuente de información, decidir el tamaño de la muestra el cual fue registrado mes a mes para el año 2014 y que el seguimiento a las reparaciones se realice de manera precisa ya que esto evita errores en el desarrollo de este proyecto.

**8.3.3 Calcular las contribuciones parciales, totales de cada elemento.** Para cada elemento o repuesto que contribuye a las fallas, identificar la magnitud cuantificable que en este caso fue el costo del repuesto más el costo de mantenimiento por servicios contratados. Para los vehículos compactadores se ordeno por subsistemas de mayor a menor según la magnitud de su contribución.

### **8.4 IDENTIFICACIÓN DEL MAL ACTOR**

De acuerdo el análisis de criticidad del capítulo 7, el sistema identificado como mal actor es el sistema motriz por presentar la mayor cantidad de elementos críticos y de los costos de mantenimiento correctivo durante el año 2014, a las

fallas generadas en este sistema se le aplicará la metodología de análisis causa raíz (RCA) con la cual se busca eliminar las principales causas a los ítems identificados con mayor incidencia.

**Tabla 21. Costos anuales sistema motriz**

MODO DE FALLA	COSTOS POR AÑO
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>	
Bomba de aceite motor	\$ 6.516.500
Filtro de aceite completo	\$ 1.639.778
Filtro de aceite parcial	\$ 272.308
Enfriador aceite	\$ 337.450
Manguera de presión aceite	\$ 102.000
Pera de presión de aceite	\$ 272.000
Válvula de presión de aceite	\$ 559.000
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	
Bomba de agua	\$ 1.577.000
Filtro de agua	\$ 136.400
Radiador	\$ 380.000
Tapa radiador	\$ 277.300
Termostato	\$ 78.000
Manguera radiador	\$ 457.000
<b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE</b>	
Bomba de inyección	\$ 6.545.000
Inyectores	\$ 13.175.800
Filtro combustible secundario	\$ 686.204
Filtro combustible trampa primario	\$ 1.649.994
<b>ELEMENTOS FIJOS</b>	
Empaque inferior motor	\$ 4.016.800
Camisa de motor	\$ 2.700.000
Carcasa de motor	\$ 1.376.500
Motor (bloque, culata, tapas)	\$ 6.498.400
<b>ELEMENTOS MÓVILES</b>	
Buje biela	\$ 454.000
Correa de distribución	\$ 2.016.000

**Tabla 21. (Continuación)**

Correa bomba de agua	\$ 734.500
Pistón	\$ 3.288.000
Polea de cigüeñal	\$ 1.498.000
Polea ventilador	\$ 1.592.000
Guaya acelerador	\$ 118.500
Mecanismo de control acelerador	\$ 6.450.000
<b>SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE</b>	
Pera indicadora de aire	\$ 124.000
Regulador de Aire	\$ 98.000
Filtro de aire externo	\$ 2.289.526
Filtro de aire interno	\$ 806.200
Turbo cargador	\$ 1.150.000
Válvula de admisión	\$ 582.500
Válvula de escape	\$ 828.000

En las siguientes imágenes se puede apreciar las reparaciones realizadas al sistema motriz de los vehículos compactadores.

**Figura 39. Árbol de levas, bomba de agua, compresor de aire.**



**Figura 40. Válvulas de admisión y escape.**



**Figura 41. Pistones.**



**Figura 42. Motor reparado**



## **8.5 CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL LÓGICO DE FALLAS PARA EL MAL ACTOR (FALLA EN LOS MOTORES) IDENTIFICADO EN LOS VEHÍCULOS COMPACTADORES.**

### **8.5.1 Eventos presentados en los motores de los vehículos compactadores.**

Las reparaciones más representativas fueron en el sistema de lubricación (bomba de aceite), sistema de combustible (bomba de inyección e inyectores) y el mecanismo de control del acelerador. Estas reparaciones además de tener un alto costo también representan un gran número de horas de mantenimiento correctivo.

**8.5.2 Modos de falla.** Con el fin de definir los problemas se identifica una serie de modos de falla el cual muestra una descripción detallada de la forma en que ocurrió el evento, esta descripción debe estar soportada en hechos reales.

- **Presencia de combustible en el aceite lubricante**

Cuando se realiza el cambio de aceite se evidencia combustible en el lubricante.

- **Presión baja o pérdida del aceite lubricante**

El indicador de presión de aceite no muestra la presión adecuada, o al medir el nivel del aceite no se encuentra en un nivel óptimo.

- **El freno del motor no opera**

Se identifico que al desacelerar el freno del motor no opera y se recurrió a usar los frenos hidráulicos, el mecanismo de control del acelerador es parte del ensamble del pedal del acelerador colocado en la cabina y desactivará los frenos del motor cuando sea oprimido.

La cantidad de combustible a inyectar en los cilindros es determinada en todo momento por la unidad de control para ello utiliza la información que recibe del sensor y envía ordenes en forma de señales eléctricas al servomotor que mueve la corredera de regulación de la bomba de inyección. No existe unión entre el pedal del acelerador y la bomba de inyección.

**8.5.3 Planteamiento de hipótesis.** El planteamiento de las hipótesis, se basa en cómo pudo suceder el modo de falla con el fin de esclarecer el problema, estas hipótesis son conjeturas de acuerdo a la experiencia de los técnicos y a las indicaciones del manual del motor.

**Hipótesis para presencia de combustible en el aceite del lubricante.**

- **Fallas en la bomba de inyección.**
- Falla en el funcionamiento del inyector.
- Deposito contaminado.
- Anillos de los inyectores dañados.

**Hipótesis para la presión baja o perdida del aceite lubricante.**

- El aceite lubricante no tiene las características ideales.
- El interruptor o sensor del aceite esta defectuoso.
- **Falla en el funcionamiento de la bomba de aceite.**

**Hipótesis para el freno del motor no opera.**

- Interruptor del freno del motor apagado.
- Falla en la lectura del pedal del embrague.
- Falla en el interruptor del pedal del freno.
- **Falla en el mecanismo de control del acelerador.**

#### **8.5.4 Verificación y descarte de hipótesis.**

- **Verificación de hipótesis para la presencia de combustible en el aceite del lubricante.**

Inspección visual: se reviso el depósito y no se encontró indicios de que estuviera ya contaminado de combustible, se procedió a verificar todas las conexiones desde la bomba de transferencia hasta los inyectores y se comprobó que no había flujo de combustible por la bomba de inyección.

- **Verificación de hipótesis por presión baja o perdida del aceite lubricante.**

Inspección visual: se revisó el indicador, la varilla medidora, y el tubo de succión los cuales estaban funcionando bien, por tal motivo se busco la falla directamente en la bomba de aceite.

- **Verificación de hipótesis por el freno del motor no opera.**

Inspección Eléctrica: Se comprobó mediante lectura del voltímetro que existiera una corriente de energía eléctrica al accionar el freno y el embrague por tal motivo se descartó alguna falla en estos elementos y se activo el interruptor del freno del motor, por tal razón el elemento que fallo fue el mecanismo de control del acelerador.

#### **8.5.5 Causas físicas**

**Bomba de inyección:** partículas dentro de la bomba de inyección generan atascamientos, esto se puede dar por el combustible en este caso ACPM, el cual por ser de baja calidad trae mucha suciedad o el cambio de filtros no está siendo el adecuado.

**Bomba de aceite:** Las causas físicas por las cuales una bomba de aceite deja de funcionar están ligadas al bajo nivel de aceite, a que la bomba no está siendo activada por el motor, fugas en la bomba, partículas metálicas en el cárter o filtros en mal estado.

**Control del mecanismo de acelerador:** Las causas físicas de la averías en el mecanismo del acelerador ocurrió debido a el cumplimiento de su vida útil, no se evidencio otra causa.

**8.5.6 Causas humanas.** Para el estudio de las causas humanas se tomo en cuenta el mantenimiento realizado a los vehículos y se evidenció una grave falencia en los intervalos de tiempo en el cual se realizaron cambio de filtros.

**Bomba de Inyección:** Las principales causas humanas son en el encendido, pues hay que hacer un pre-calentamiento del motor, en la pasada de los cambios, no prestarle atención a las rpm del motor y en el apagado del motor, pues cuando se parquea se apaga el motor esto es fatal para la bomba de inyección.

**Bomba de aceite:** Mal ensamblaje de la bomba por una reparación antigua, no cambiar a tiempo el aceite lubricante, no cambiar a tiempo el filtro de aceite de la bomba (no existen planes de mantenimiento).

**Control del mecanismo del acelerador:** acelerar y desacelerar rápido y en cortos lapsos de tiempo puede llegar a desajustar los sensores y dañar los componentes electrónicos.

**8.5.7 Causas latentes.** Para resolver estos problemas de fondo se deben identificar y atacar las causas latentes que se encuentren ya que estas causas son las que ocasionan la cadena de eventos que producen las fallas.

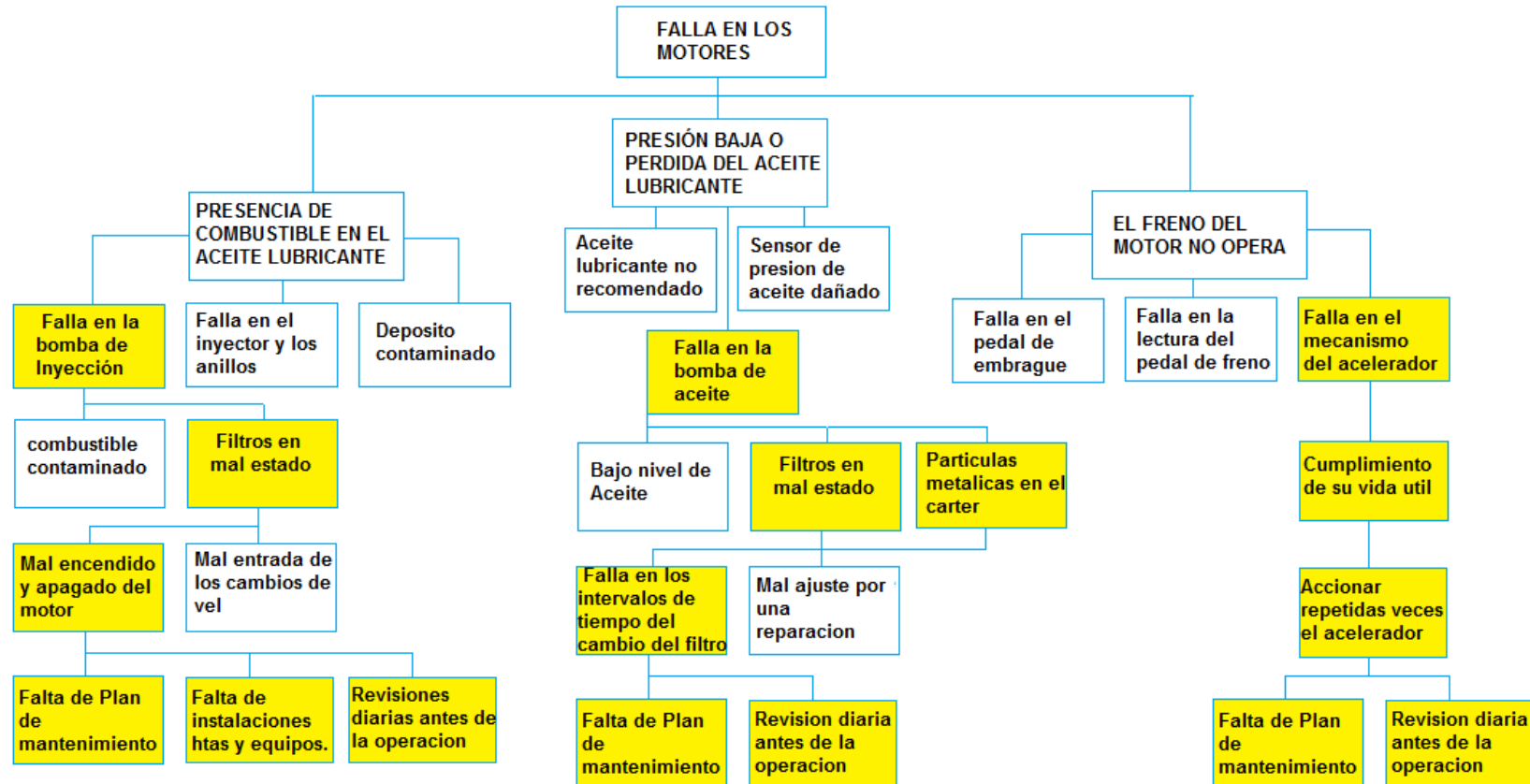
- La no existencia de un plan riguroso de mantenimiento, ni una correcta revisión diaria de los vehículos ocasiona que puedan llegar a presentarse fallas como estas.
- Es indispensable cumplir a cabalidad con las recomendaciones entregadas por el fabricante en el tiempo estipulado y en la forma en la cual se debe hacer estos cambios.
- Falta de instalaciones, herramientas y equipos adecuados para el reemplazo o mantenimiento de este tipo de elementos.

## **8.6 MAL ACTOR (FALLA EN EL SISTEMA HIDRÁULICO)**

De acuerdo a la evidencia encontrada en el análisis de criticidad el cual indica fallos repetitivos en el sistema hidráulico, específicamente en la bomba Parker P350 y en el gato eyector de los vehículos Chevrolet Kodiak tándem 01, 02, 03 y 04, se toma la decisión de entregar la causa de estas fallas al mal diseño, fabricación, selección y montaje de los componentes hidráulicos mencionados anteriormente.

Esta decisión se debe a referencias entregadas por el jefe de mantenimiento, las cuales datan de fallas cercanas a la compra de los vehículos y las cuales muestran las causas específicas de las fallas repetitivas en estos vehículos.

Figura 43. Árbol lógico de Fallas (falla en los motores).



## 9. REVISIÓN, MEJORAS Y DISEÑO DE PLANES DE MANTENIMIENTO

Para la elaboración de una rutina de mantenimiento adecuada y eficaz, se consultó los manuales de operación de usuario de los recolectores y las recomendaciones del personal técnico y operarios de dichos vehículos. Es importante mencionar que adicionalmente se tiene en cuenta el historial de fallas de los vehículos recolectores y los análisis de criticidad realizados anteriormente para los mismos, de esta manera crear una rutina que pueda mejorar la disponibilidad de la flota de los vehículos recolectores.

En la tabla 22 se muestra la rutina de mantenimiento preventivo para los vehículos recolectores:

### 9.1 MANTENIMIENTO DEL CAMIÓN

Tabla 22. Rutina de mantenimiento preventivo camión

OPERACIÓN/FRECUENCIA	INTERVALOS					
	DIARIO	12000 KM 45 DIAS	24000 KM 3 MESES	96000 KM 6 MESES	193000 KM ANUAL	386000 KM 2 AÑOS
Drenar separador de agua combustible						
Fricciones de las pastillas de freno						
correcto funcionamiento del ciclo de compactación						
Operación del freno del embrague						
Recorrido libre del pedal						
Revisar deposito hidráulico						
Revisar nivel de refrigerante						
Revisar niveles de aceite						


Vaciar el agua de los tanques de aire						
Bocinas eléctricas						
Cambiar aceite del motor						
Cambiar filtro de partículas de diesel						
Cambiar filtros de aceite del motor						
Cambiar filtros de combustible						
Inspección de llantas						
Revisar las barras de torsión y acoplamiento con la dirección						
Inspeccionar apagado de emergencia						
Inspeccionar ejes						
Inspeccionar transmisión						
Nivel del líquido de frenos						
Prueba de presión del refrigerante						
Revisar temperatura del refrigerante						
Mecanismo del acelerador						
Montaje del tanque de combustible						
Inspeccionar operación de los frenos de resorte						
Pastillas de frenos						
Revisar correa de tracción accesoria						
Revisar fisuras o quebraduras en el marco del chasis						
Revisar presión de la llanta						
Sistema de escape - Pernos de montaje y condición						
Válvula de retención del tanque de aire						
Ajustar frenos						
Ajuste y engrasado del embrague						
Cambiar filtro de agua						
Freno de estacionamiento						
Revisar brazos de dirección						
Revisar brazos de la barra de acoplamiento						

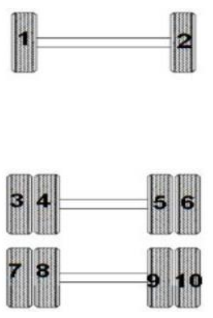
Revisar hojas de muelle							
Revisar el tren motriz							
Rotor del freno de disco							
Ensamble del ventilador y la polea intermedia							
Revisar montaje del radiador							
Revisar bomba de agua							
Revisar montaje del compresor de aire acondicionado							
Revisar condición del amortiguador de vibración							
Presión de aire del sistema de frenado							
Revisar fugas en mangueras y ductos							
Revisar suspensión (balancines, bujes, soportes de resortes hidráulicos, lubricación)							
Fugas en los conectores de aire de la suspensión							
Empaste de bandas -(reemplazar si es necesario)							
revisar tambor del freno							
Cambiar fluido y filtro de dirección hidráulica							
Sellos de seguridad de la bomba y gobernador en buenas condiciones							
Inspeccionar cojinete de las ruedas (ajuste del juego longitudinal)							
Cambiar filtro y lubricante de la transmisión							
cambio de lubricante del eje trasero							
cambio del lubricante del cubo delantero							
Revisar batería							
Sincronización del motor							
Reemplazar liquido de frenos							
Cambio de aceite de transmisión							
Cambio de aceite de diferenciales							

Adicional a esta secuencia de mantenimiento preventivo se realizan algunas consideraciones para la lubricación general del camión, ver anexo C.

La revisión diaria es realiza por un mecánico a disposición del jefe de patios, es una rutina rápida y concisa la cual busca que todos los elementos y componentes de los sistemas del vehículo funcionen correctamente y se realiza con la ayuda del conductor.

**Tabla 23. Revisión diaria del vehículo**

		REVISION DIARIA DEL VEHICULO								
NOMBRE DEL CONDUCTOR					CEDULA					
TELEFONO					APROBADO JF PATIO					
PLACA DEL VEHICULO										
DOCUMENTOS IMPORTANTES		DIA	MES	AÑO				DIA	MES	AÑO
SOAT					Póliza todo riesgo					
Revisión Técnico mecánica					Licencia de conducción					
Póliza de responsabilidad civil y extracontractual					Autorización sanitaria					
VEHICULO RECOLECTOR				LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Nivel del aceite del motor										
Nivel del refrigerante										
Nivel del agua										
Nivel Liquido de frenos										
Drenar separador de agua combustible										
Vaciar el agua de los tanques de aire										
Revisar Limpia parabrisas										
LUCES	Altas									
	Bajas									
	Direccionales									
	Parqueo									
	Freno									

	Reversa								
	Cabina								
	Cocuyos								
	Lámpara caja compactadora								
	Licuada								
<b>FUGAS</b>	Refrigerante								
	Aceite del motor								
	Dirección hidráulica								
	Combustible								
<b>BATERIA</b>	Revisar conexiones								
	Señales de sobre carga								
	Revisar sellos de terminales								
<b>LLANTAS</b>	Desgaste irregular								
	Presión de las llantas								
	Acoplamiento correcto								
	Dirección								
	1								
	2								
	Tracción								
	3 4								
	5 6								
	7 8								
9 10									
<b>PRUEBA DE CARRETEO</b>	Cambios								
	Frenos, indicadores de advertencia								
	Operación del motor (ruidos, sobretensión, humo negro)								
	Mecanismo acelerador								
	Freno del motor								
	Cinturones de seguridad								
	Cabina en general								
	Temperatura del motor								
	Presión de aceite								
	Bocina eléctricas y de aire								
<b>DEBAJO DEL VEHICULO</b>	Componentes de la dirección (varillas, brazos, juntas, soportes)								

	Sistema de suspensión (muelles, pernos en U, soportes y resortes hidráulicos)							
	Fugas de aire							
	Fisuras en el chasis							
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	Revisar controles conexiones y mangueras							
	Perdidas de presión							
	Nivel y fugas del aceite hidráulico							
	Inspeccionar el correcto funcionamiento del ciclo de compactación							

## 9.2 MANTENIMIENTO DE LA CAJA COMPACTADORA

En la Tabla 24 se muestra la rutina de mantenimiento que se debe aplicar a la caja compactadora basada en el manual de usuario del fabricante y en algunas fallas identificadas en el análisis de criticidad.

Tabla 24. Rutina de mantenimiento de la caja compactadora.

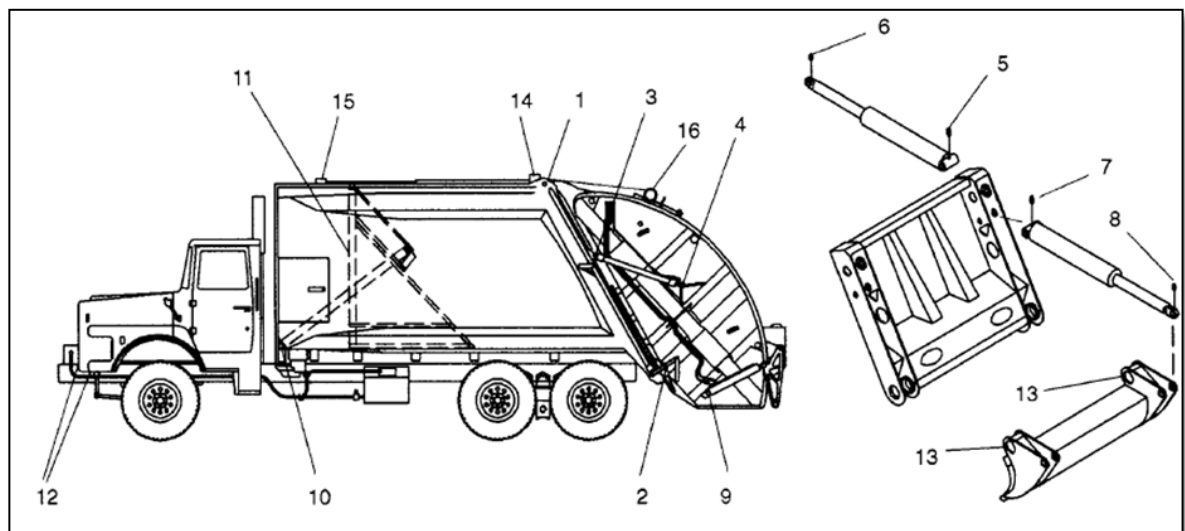
OPERACIÓN/FRECUENCIA	INTERVALOS			
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	6 MESES
Revisar el nivel de aceite en el depósito				
Revisar el funcionamiento de los controles del compactador				
Inspeccionar si el compactador tiene fugas hidráulicas				
Revisar si las mangueras, líneas de aire, y tuberías tienen abrasión, cortaduras, daños y los claros correctos				
Inspeccionar el sistema de luces del compactador				

Inspeccionar la carrocería del compactador buscando daños y atascamientos	Yellow			
Revisar cables, ganchos y componentes del torno buscando daños y atascamientos	Yellow			
Lubricar el compactador		Green		
Lubricar el eje PTO que acciona la bomba hidráulica		Green		
Inspeccionar las bisagras de la compuerta de cola y el mecanismo sujetador		Green		
Inspeccionar si la bomba hidráulica y las válvulas de carrete tienen fugas y daños		Green		
Inspeccionar el cableado eléctrico cerca de las áreas de la válvula de carrete		Green		
Revisar si las mangueras de aire y juntas tienen fugas, desgaste, abrasión, o daños		Green		
Inspeccionar los pasadores, pernos y sujetadores del cilindro en el compactador		Green		
Inspeccionar el ensamble del eyector y las guías sobre las cuales se mueve el eyector			Blue	
Revisar el nivel de aceite en la caja de engranes del torno			Blue	
Drenar y limpiar el depósito hidráulico				Red
Retirar el imán del fondo del depósito de aceite para las partículas metálicas				Red
Cambiar el filtro de la línea de retorno				Red
Cambiar el filtro del respirador del depósito				Red
Llenar el depósito hasta la parte superior de la mirilla de observación con todos los cilindros en modo retraído				Red
Revisar el nivel del aceite en la caja de engranes del torno				Red

**9.2.1 Puntos de lubricación de la caja compactadora.** Para el adecuado funcionamiento de la caja compactadora, se hace necesaria la correcta operación de todos y cada uno de sus componentes y extensiones, para lo cual se requiere una adecuada lubricación ya que son sometidos a movimientos y cargas dinámicas que conllevan fricción y desgaste. Una adecuada lubricación en óptimos intervalos de tiempo asegura una disminución significativa en los desgastes por fricción y un alargamiento en la vida útil de dichos componentes.

Se recomienda lubricar cada semana, o cada 40 horas de operación en todos los siguientes puntos con grasa de litio de alta calidad.

**Figura 44. Puntos de lubricación**



Fuente: McNeilus

**9.2.2 Requerimientos del aceite hidráulico.** El aceite hidráulico tiene ciertas especificaciones para su correcto desempeño, estos difieren de otros aceites ya que tienen aditivos para inhibir desgaste, el óxido y la formación de espuma.

**Tabla 25. Carta de lubricación caja compactadora**

<b>N° REF</b>	<b>UBICACIÓN DE LUBRICACION</b>	<b>PUNTOS DE LUBRICACION</b>
1	Compuerta de cola / Pasador de la bisagra	2 uniones
2	Torniquete	2 uniones
3	Lado de la base del cilindro de la compuerta de cola	2 uniones
4	Lado de la varilla del cilindro de la compuerta	2 uniones
5	Lado de la base del cilindro del deslizador	2 uniones
6	Lado de la varilla del cilindro del deslizador	2 uniones
7	Lado de la base del cilindro del barredor	2 uniones
8	Lado de la varilla del cilindro del barredor	2 uniones
9	Lado de la base del cilindro del volcador	2 uniones
10	Lado de la varilla del cilindro del eyector	2 uniones
11	Lado de la base del cilindro del eyector	2 uniones
12	Uniones en "U" del eje de toma de fuerza y garra de deslizamiento	2 uniones
13	Puntos de pivote del compactador	2 uniones
14	Lado de la base del cilindro del cable de polea	1 unión
15	Polea del extremo de la varilla de cilindro del cable de polea	2 uniones
16	Polea posterior del cable de polea	2 uniones

Un mantenimiento periódico del sistema hidráulico es fundamental en la correcta operación del compactador de basura, ya que garantiza la potencia necesaria en las operaciones del mismo, en el anexo B se puede apreciar las fallas más comunes y las acciones correctivas en este sistema.

- **Temperatura del aceite hidráulico.**

Los sistemas hidráulicos necesitan calentarse a una temperatura óptima de operación para eliminar la humedad en el sistema (alrededor de 66-77°C). Una temperatura excesiva del aceite hidráulico durante largos periodos de tiempo (más de 94°C) puede degradar los aditivos presentes en el aceite, lo que a su vez puede conducir a daños en el sistema hidráulico y sus componentes

**Tabla 26. Especificación aceite hidráulico**

<b>ESPECIFICACIONES DEL ACEITE HIDRÁULICO</b>	
<b>Grado ISO</b>	32 Uso en frio extremo (bajo cero) 46 Uso en clima normal a frio 100 Calor extremo
<b>API Gravedad</b>	32
<b>Viscosidad @ 210°F (98°C)</b>	50 SUS
<b>Índice de viscosidad</b>	100 (Hasta 130 en aceites MV)
<b>Punto de fluidez</b>	-25°F (-31.6°C) a -30°F (52°C) para clima frio

### 9.3 RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS MOTOCARROS

La rutina de mantenimiento propuesta toma como punto partida las recomendaciones del fabricante, no tiene en cuenta un historial de fallas pues el registro no existe, adicional a esto se puede ver en el anexo E las fallas más comunes y las acciones correctivas en los motocarros

**Tabla 27. Rutina de mantenimiento motocarro**

<b>RUTINA DE MANTENIMIENTO MOTOCARROS</b>				
<b>OPERACIÓN/FRECUENCIA</b>	<b>INTERVALOS</b>			
	<b>DIARIO</b>	<b>CADA 1000 KM</b>	<b>CADA 3000 KM</b>	<b>CADA 6000 KM</b>
Revisión del nivel de aceite (agregue de ser necesario)				
Revisión del silenciador y de ruidos				
Ajuste del cable del acelerador				
Ajuste del cable del freno delantero				
Ajuste del mecanismo del freno trasero				
Ajuste del cable del embrague				

Revisión del nivel de liquido refrigerante en el deposito (agregue de ser necesario)	Yellow			
Revisión del funcionamiento de todos los circuitos eléctricos	Yellow			
Revisión de la presión de aire de las llantas	Yellow			
Documentos del vehículo	Yellow			
Arranque inicial del motor y puesta en marcha	Yellow			
Cambiar aceite del motor (analizar estado y cantidad)		Orange		
Ajustar la carburación de ser necesario (velocidad mínima del motor)		Orange		
Revisión de fugas del sistema de combustible		Orange		
Limpiar y calibrar la bujía, además del capuchón de protección		Orange		
Limpiar filtro de aire (dependiendo del estado del terreno puede ser necesaria una limpieza más frecuente. Reemplazar cada 12000 KM)		Orange		
Calibrar, ajustar y lubricar guayas y pedal de freno		Orange		
Engrase de juntas cardanicas (cruquetas)		Orange		
Torquear elementos de sujeción (motor y chasis)		Orange		
Ajustar y chequear estado y presión de aire en las llantas		Orange		
Ajustar sistemas de frenos trasero y delantero		Orange		
Ajustar dirección y verificar suavidad en su movimiento		Orange		
Controlar nivel de electrolito en la batería		Orange		
Verificar el funcionamiento de todos los componentes de iluminación y accesorios		Orange		
Ajustar holgura de balancines de ser necesario			Blue	
Ajustar sistema de suspensión			Blue	
Cambiar bujía de encendido				Green
Limpieza, sincronización, reglaje y ajuste (desarmado) del carburador				Green
Limpiar y revisar sistema de combustible (cambiar filtros)				Green
Desmontar y revisar los cauchos amortiguadores de vibración al motor				Green
Revisión sistema de encendido				Green
Calibrar el empalme valvular (calibrar válvulas de admisión y escape)				Green
Limpiar filtro de aceite centrifugo				Green

Mantenimiento (desarmado) del sistema de embrague				
Verificar el funcionamiento del sistema de carga de la batería				
Calibrar presión de aire en las llantas y estado del grabado				
Mantenimiento completo (desarmado) de frenos delantero y trasero				
Revisar y lubricar (desarmado) rodamientos de dirección y ruedas delantera y trasera				
Mantenimiento de la suspensión delantera, cambiar liquido hidráulico				
Mantenimiento (desarmado) general de la suspensión trasera, revisión de bujes de sujeción				

#### **9.4 CODIFICACIÓN GENERADA PARA EL ALMACÉN DE LA EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA**

En el almacén de la empresa se encuentran algunos repuestos obsoletos de vehículos que ya salieron de circulación, actualmente los elementos disponibles para la operación y mantenimiento son filtros, aceites, lubricantes, materia prima para reparaciones, y también, se realiza un control de utensilios de aseo, papelería y cafetería.

La codificación antigua era manejada por medio de tarjetas para cada repuesto, esto dificulta mucho el trabajo por eso se propone la transferencia a un nuevo sistema de codificación.

El nuevo sistema de codificación relaciona las letras iniciales de la sección de ubicación del repuesto y un número asignado, no es necesario tener el repuesto disponible en el almacén para crear el código de algún repuesto, adicional a esto se plantea un comprobante de salida del almacén (ver anexo D), con el fin de las revisiones diarias de control interno y auditoria.

**Figura 45. Formato antiguo de los repuestos del almacén**



#### **9.4.1 Codificación de inventario según su sección**

- **Repuestos de maquinaria (RM-000)**

En esta sección se encuentra todo lo relacionado con partes y repuestos para los vehículos.

- **Cafetería (CF-000) o (UV-000)**

En esta sección podemos encontrar todos los víveres de los que dispone la cafetería de la empresa, como lo son azúcar, café, aromáticas.

- **Aseo (AA-000) o (UA-000)**

Esta sección incluye todos los implementos de aseo e insumo.

- **Útiles de papelería (UP-000)**

Contiene todos los implementos usados en las oficinas.

- **Dotación personal (DP-000)**

En esta sección se encuentra todo lo relacionado a insumos requeridos por el personal para realizar sus labores.

- **Aceites y lubricantes (AL-000)**

Aquí podemos encontrar todos los aceites, grasas y demás lubricantes usados tanto en motores, piezas y sistemas.

- **Llantas y neumáticos (LN-000)**

- **Herramientas (HA-000)**

- **Insecticidas, fungicidas y herbicidas (IN-000)**

- **Elementos para construcción (CI-000).**

## **9.5 MEJORAS EN FORMATOS DE INGRESO DE INFORMACIÓN**

Para manejar la información se crean formatos de orden de trabajo, ficha técnica y hoja de vida, propuestos para manejar correctamente la información y ayudar en la gestión de mantenimiento, estos formatos se encuentran disponibles en el sistema de información, y se pueden apreciar en los anexos F, G y H.

Adicional a estos formatos se creó una planeación mensual para el mantenimiento de los vehículos compactadores, (ver anexo I) todo el mantenimiento se centra en estos vehículos porque son los únicos permitidos por las autoridades para el transporte de desechos orgánicos. Además son los equipos que generan el 80% de los costos de mantenimiento, según el Ingeniero Abelardo Duran Leiva Subgerente Técnico-Operativo.

## **10. ESTRUCTURA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN IMPLEMENTADO EN LA EMAB**

Este capítulo tiene como objetivo explicar de una manera más explícita y detallada la estructura, diseño y capacitación del sistema de información teniendo en cuenta cada uno de sus módulos y submódulos, desde la entrada al sistema pasando a cada módulo principal para mostrar el funcionamiento y su diagrama de flujo.

### **10.1 INGRESO AL SISTEMA**

El sistema de información es una aplicación de escritorio, ya que está diseñado para el uso desde un computador en la división de mantenimiento de la Empresa de Aseo de Bucaramanga.

Una vez iniciada la aplicación, se observa la pantalla principal del sistema, la cual contiene el logo de la empresa y requiere usuario y contraseña para poder acceder a los módulos (figura 45). Dependiendo del rol del usuario, estos pueden acceder a distintas funciones.

Luego de ingresar al sistema, se observa la página de inicio con los módulos principales (en este caso se ingresa bajo el rol administrador para poder observar todos los módulos). Dichos módulos están ubicados en la parte superior de la interfaz.

Se realiza el diagrama de flujo para las funciones del software, pues es una herramienta útil para entender cómo funciona el sistema.

Figura 46. Inicio de sesión

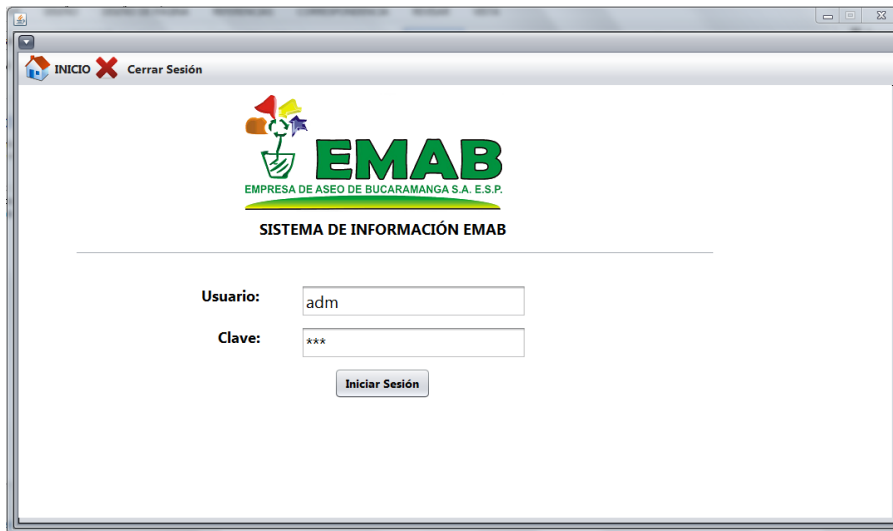
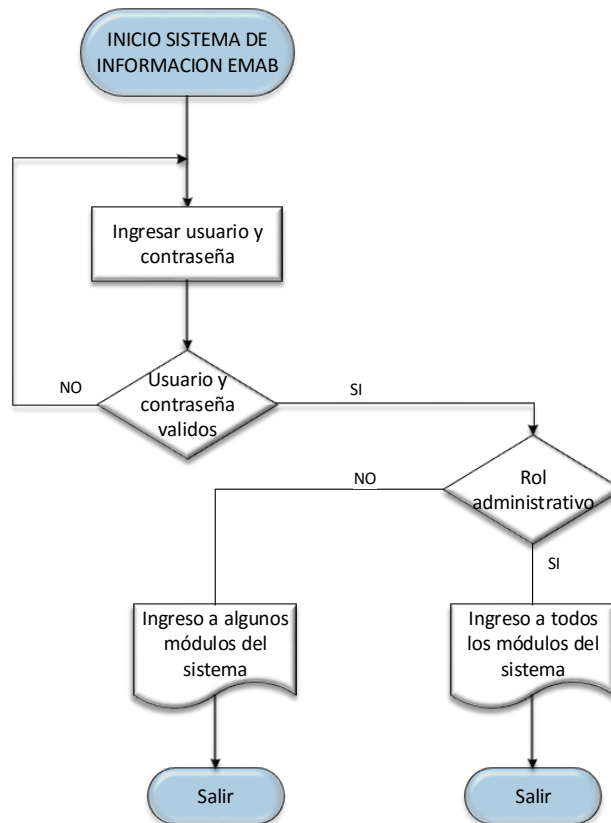
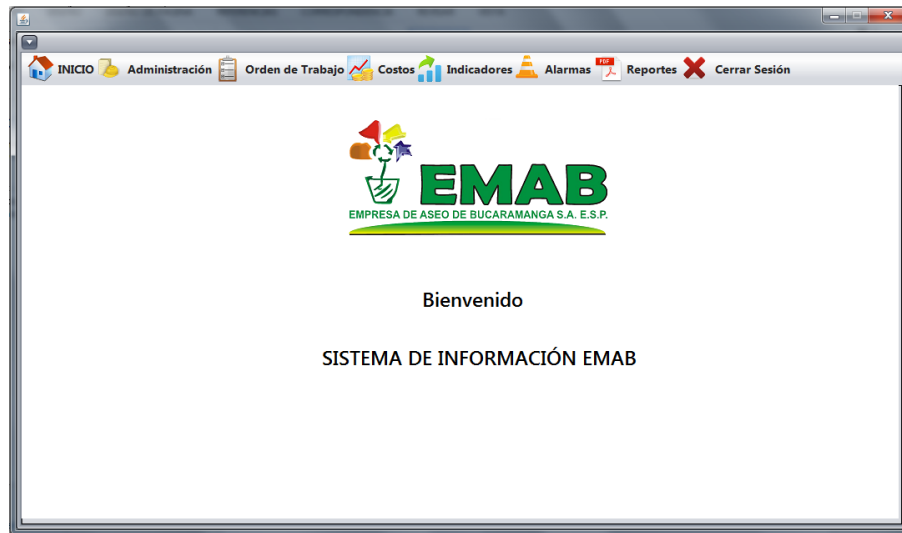


Figura 47. Diagrama de flujo del ingreso al sistema



**Figura 48. Banner principal**



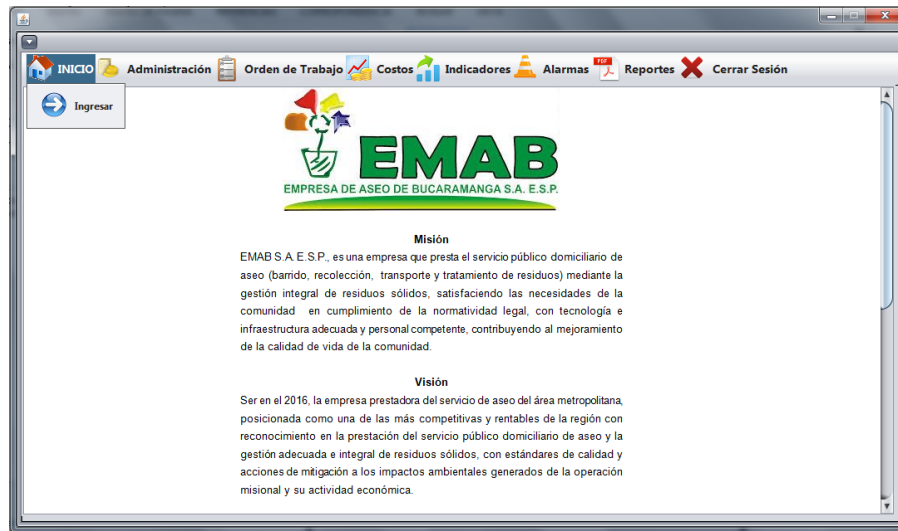
## 10.2 MÓDULO INICIO

Al ingresar al módulo inicio se encuentra toda la información general de la empresa, misión, visión y calidad. Es importante tener esta información pues es la presentación hacia el usuario.

**Figura 49. Diagrama de flujo modulo inicio**



Figura 50. Módulo inicio



### 10.3 MÓDULO ADMINISTRACIÓN

Todas las funciones del modulo administración están dedicadas al ingreso de información, dicha información se almacena en tablas y es tenida en cuenta para los procesos que realiza el sistema de información en otros módulos. Los datos requeridos en los submódulos son: Vehículos, Almacén, Ficha Técnica, Usuarios, Empleados y hoja de vida.



Las uniones de página 1 Para el diagrama de flujo de este modulo son entradas al procedimiento de ingreso de datos de cada submódulo; como los procedimientos son el mismo, para todos los submódulos se hace un mismo diagrama de flujo, el ítem agregar nuevo componente, puede ser vehículo, ficha técnica, repuesto, hoja de vida o usuario.

Figura 51. Diagrama de flujo modulo administración

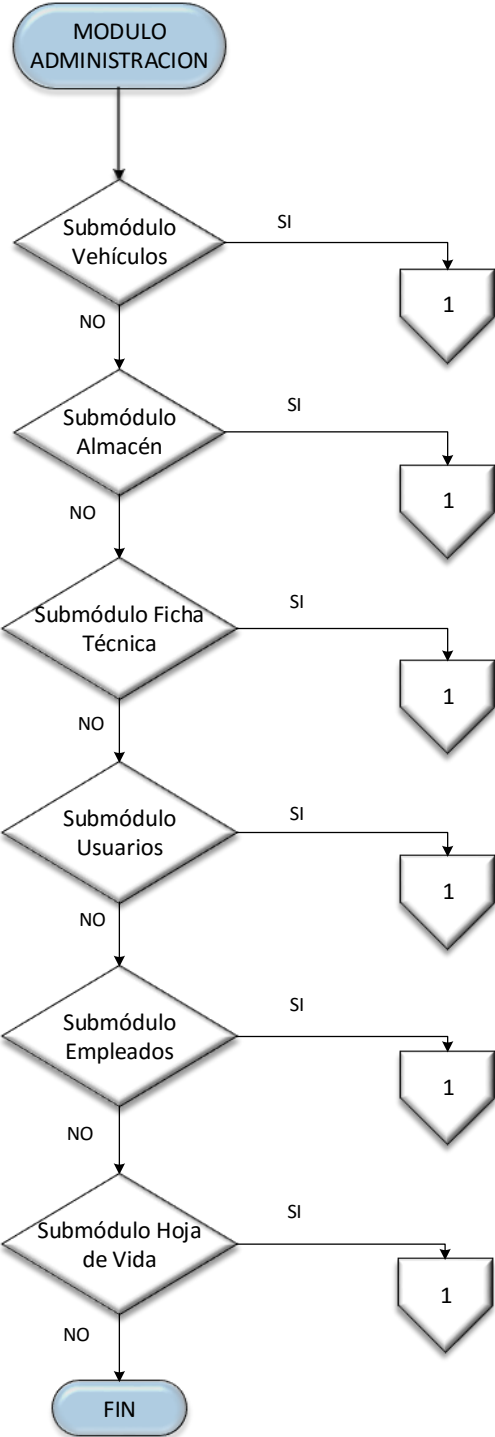


Figura 52. Diagrama de flujo para los submódulos de administración

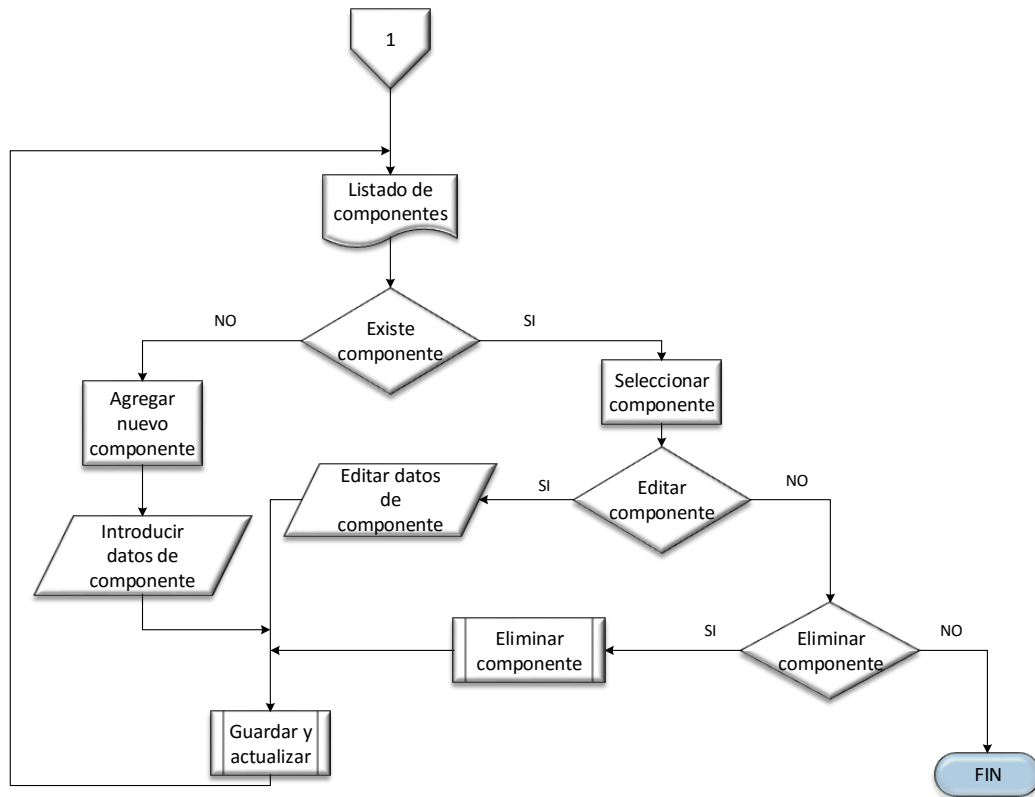


Figura 53. Submódulo Vehículo.

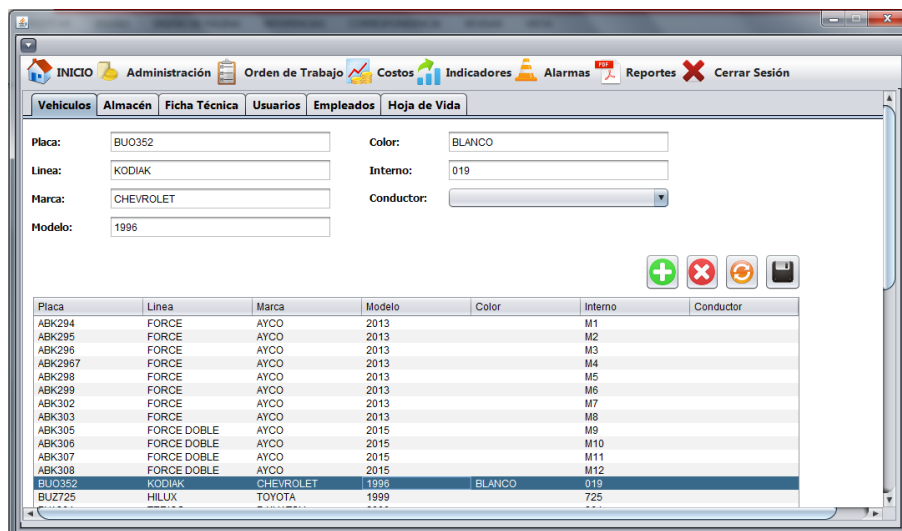


Figura 54. Submódulo Almacén

Codigo Repuesto	Nombre Repuesto	Ubicacion	Proveedor	Cantidad	Valor Unidad
RM00261	ACOPLE RAPIDO			1	1
RM00268	RACOR 1/4x1/8			1	1
RM00278	VALVULA DE SEGURIDAD P.T.O.			1	1
RM00391	BATERIA 4D	ALMACEN		1	1
RM00434	FILTRO AP4M8047 DE AIRE PRIMARIO	ALMACEN		1	1
RM00435	FILTRO AP4M8048 DE AIRE SECUNDARIO			1	1
RM00437	FILTRO 1R-0750 DE COMBUSTIBLE	ALMACEN		1	3
RM00438	FILTRO RS3708/RS3709 AIRE	ALMACEN		1	1
RM00439	FILTRO PMX750 ACEITE	ALMACEN		1	1
RM00441	FILTRO A1 ACEITE	ALMACEN		1	1
RM00467	FILTRO RS3501 AIRE	ALMACEN		1	1
RM00475	FILTRO MAGNETICO	ALMACEN		9	8
RM00524	CHAVETA PARA CAJA DE CAMBIOS	ALMACEN		9	8
RM00539	CORREA 945A-48X	ALMACEN		1	1
RM00570	CORREA 9660			2	5
RM00518	TAOA SINCRONIZACION CAJA CLARK	ALMACEN		56	32
RM00647	EMPAQUE CAJA COMPACTADORA	ALMACEN		324	12

Figura 55. Submódulo ficha técnica.

**INFORMACIÓN GENERAL**

Placa: MTP750      Color: BLANCO      Modelo: 2013  
 Linea: T370      Cilindrada: 7000 CC      Uso Vehiculo: RECOLECTOR  
 Tipo: COMPACTADOR      NChasis: 711848      Numero Interno: 005  
 Marca: KENWORTH      NMotor: 73380886

**IMÁGENES DEL VEHICULO**

Img1: d:\Users\Usuario\Des  
 Img2: d:\Users\Usuari  
 Img3: d:\Users\Usuario\

**MOTOR**

NSerie: CM-240      Lubricante: 15W40      Cilindros: 6  
 Fabricante: CUMMINS      Orientacion: LINEAL      NValvulas: 4  
 Combustible: ACPM      Turbo: TURBOCARGADOR

Figura 56. Submódulo Usuario

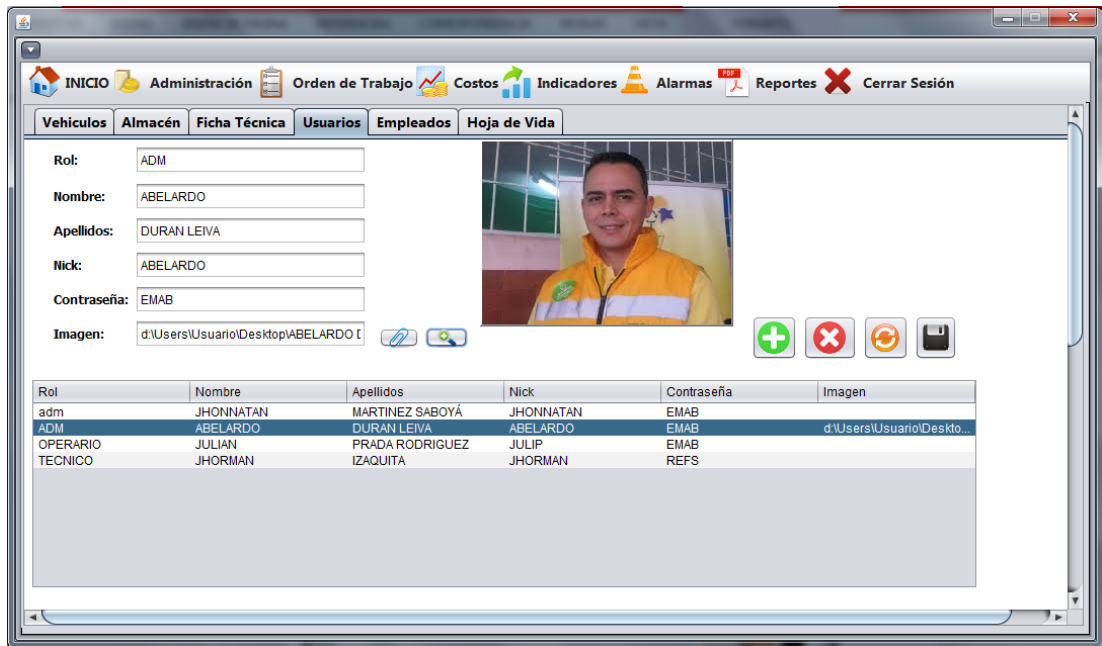


Figura 57. Submódulo empleados

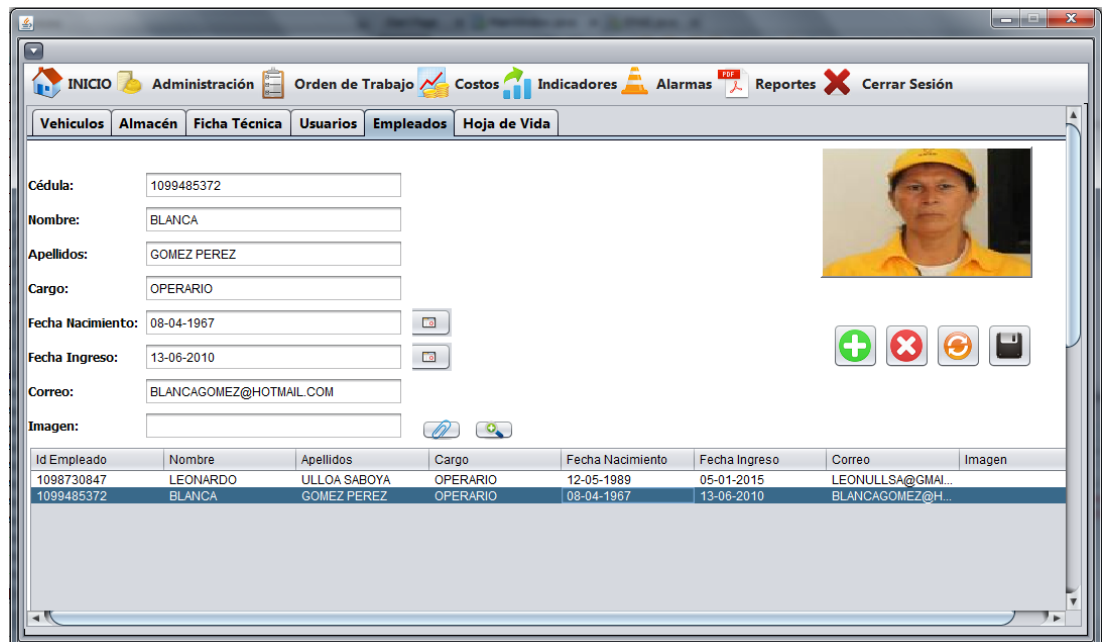


Figura 58. Submódulo Hoja de vida

ID Hoja	Placa	Descripción	Preventivo	Correctivo	Fecha	Mto Km	Mto Hr	PMto Dias	PMto Km	PMto Hr	Respons
1	MTP750	CAMBIO FIL...	SI	NO	26-01-2016	12000	450	45	24000	900	1099485...

## 10.4 MÓDULO ORDEN DE TRABAJO

En el módulo orden de trabajo se ingresan todas las operaciones de mantenimiento de los vehículos recolectores; los submódulos son órdenes de trabajo, repuestos, hoja de vida – orden de trabajo y consulta.

El submódulo órdenes de trabajo es un formulario donde se ingresa todas las operaciones de mantenimiento que se pretendan realizar a cada vehículo.

En el submódulo repuestos se puede vincular un repuesto o insumo a la orden de trabajo, dichos repuestos tienen un costo el cual se suma automáticamente a los costos totales de la orden de trabajo.

En el submódulo hoja de vida – orden de trabajo se asigna las ordenes de trabajo realizadas a la hoja de vida de cada vehículo correspondiente, aquí se encuentra dos desplegables donde se selecciona la hoja y la orden que se quiere asignar.

Figura 59. Diagrama de flujo orden de trabajo.

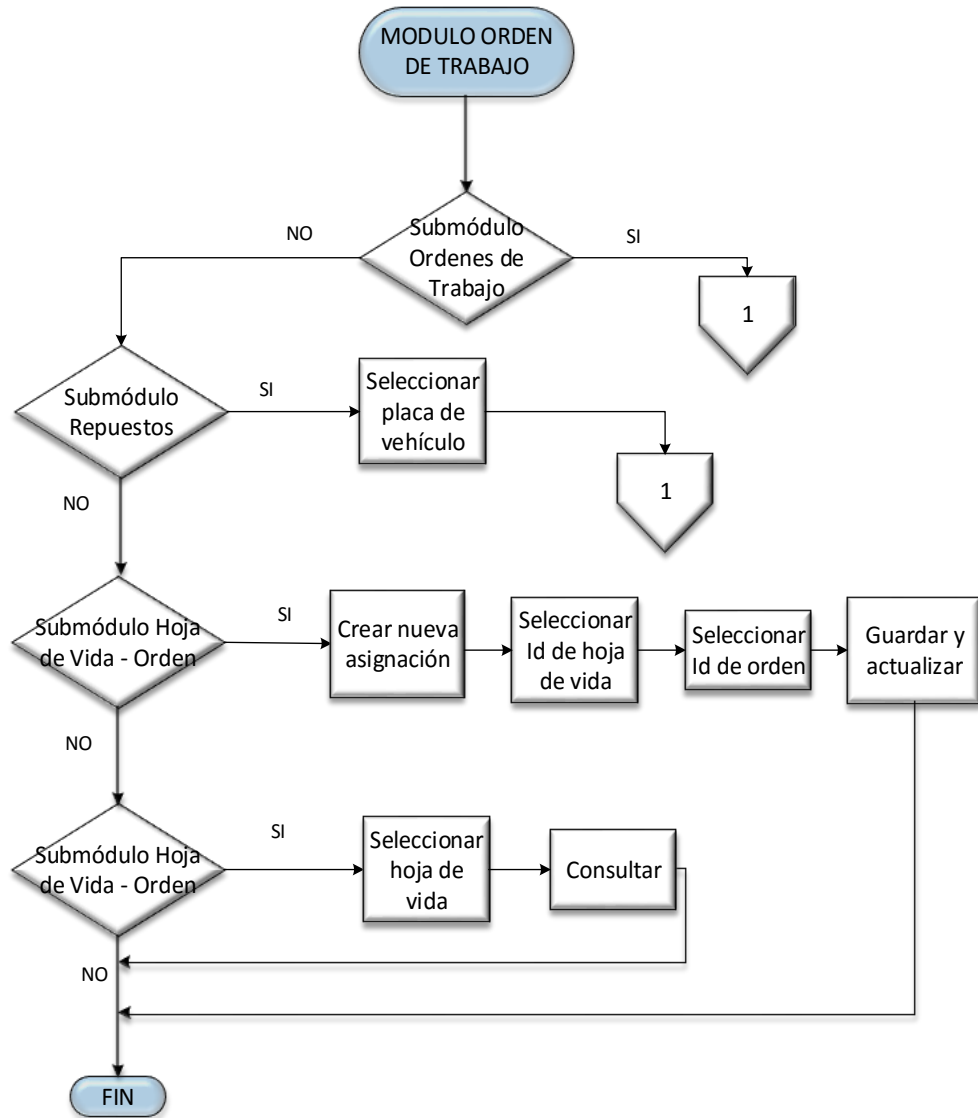


Figura 60. Submódulo orden de trabajo

The interface includes a navigation bar with icons for INICIO, Administración, Orden de Trabajo, Costos, Indicadores, Alarmas, Reportes, and Cerrar Sesión. Below this is a sub-menu with 'Orden de Trabajo', 'Repuestos', 'Hoja de vida - Orden Trabajo', and 'Consulta'. The main form contains the following fields:

- Tipo Trabajo: ELECTRICO
- Cargo: ELECTRICO
- Hora: 2PM
- Repuestos Insumos: NINGUNO
- Fecha: 09-01-2016
- Observaciones: NINGUNA
- Riesgo Trabajo: MEDIO
- Tiempo Duracion: 1 HORA
- Tipo Problema: ELECTRICO
- Recomendacion: (empty)
- Codigo Vehiculo: ABK296
- Costo Trabajo: 200000
- Medidas Seguridad: PROTECCION A DESCARGAS
- Costo Total: 200001
- Responsable Trabajo: 243433
- Descripcion Trabajo: REPARACION SISTEMA ELECTRICOC

At the bottom right of the form are icons for adding (+), deleting (X), refreshing, and saving. Below the form is a table with the following data:

ID Orden	Fecha	Codigo Vehiculo	Responsable Tra...	Costo Trabajo	Costo Total
1	09-01-2016	ABK296	243433	200000	200001
2	02-01-2016	ABK305	1099485372	50000	50000
4				456650	456650
5	31-01-2016	OSA404	1098730847	1200000	1200000

Figura 61. Submódulo repuestos

The interface has the same navigation bar and sub-menu as Figure 60. The main area displays a table of existing orders:

Id Orden	Codigo Vehiculo	Costo Trabajo
1	ABK296	200006
2	ABK305	50000
4		456650
5	OSA404	1200000

Below this table is a list of spare parts with a quantity column:

Codigo Repuesto	Cantidad
RM00434	1
RM00570	1
RM00261	
RM00268	
RM00278	
RM00391	
RM00434	
RM00435	
RM00437	
RM00438	

At the bottom right are icons for adding (+), deleting (X), refreshing, and saving.

Figura 62. Submódulo hoja de vida - Orden de trabajo

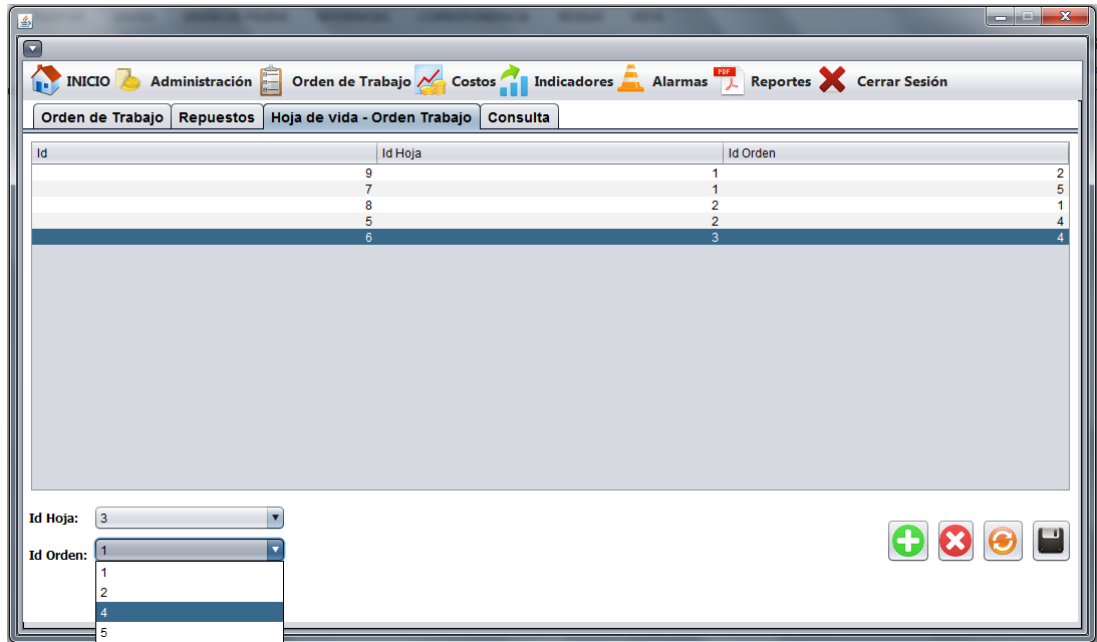
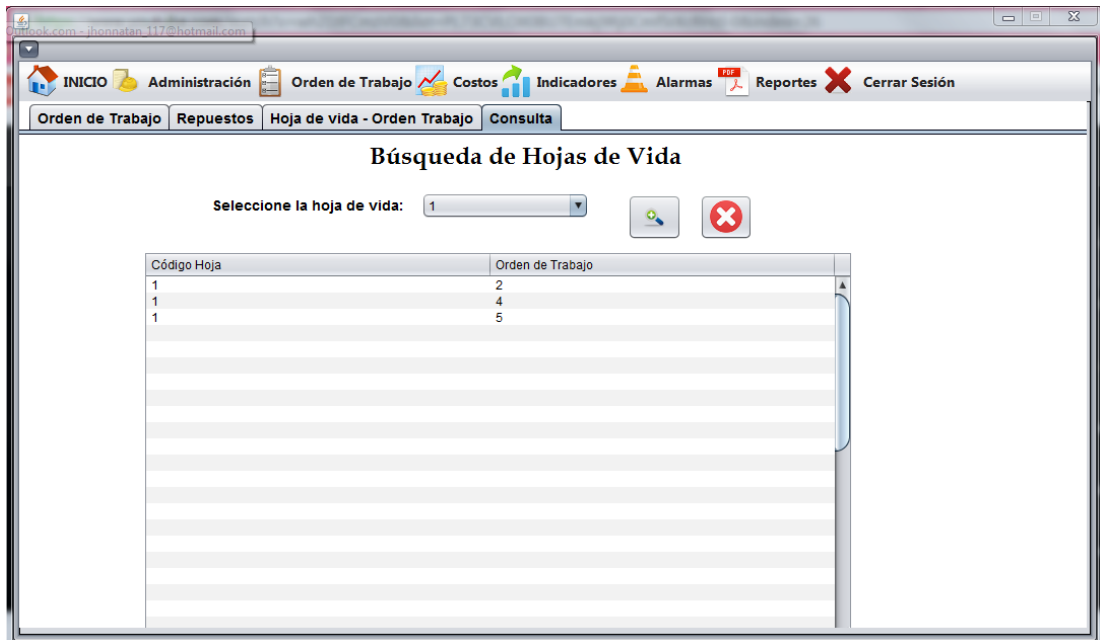


Figura 63. Submódulo consulta hoja de vida



## 10.5 MÓDULO COSTOS

En el módulo costos se puede consultar el valor producto de los repuestos utilizados en las órdenes de trabajo mensuales para cada vehículo, en la parte superior se busca la placa del vehículo el mes y año que se desea consultar, Al final de la tabla se muestran los costos totales generados en operación y mantenimiento.

Figura 64. Diagrama de flujo modulo costos

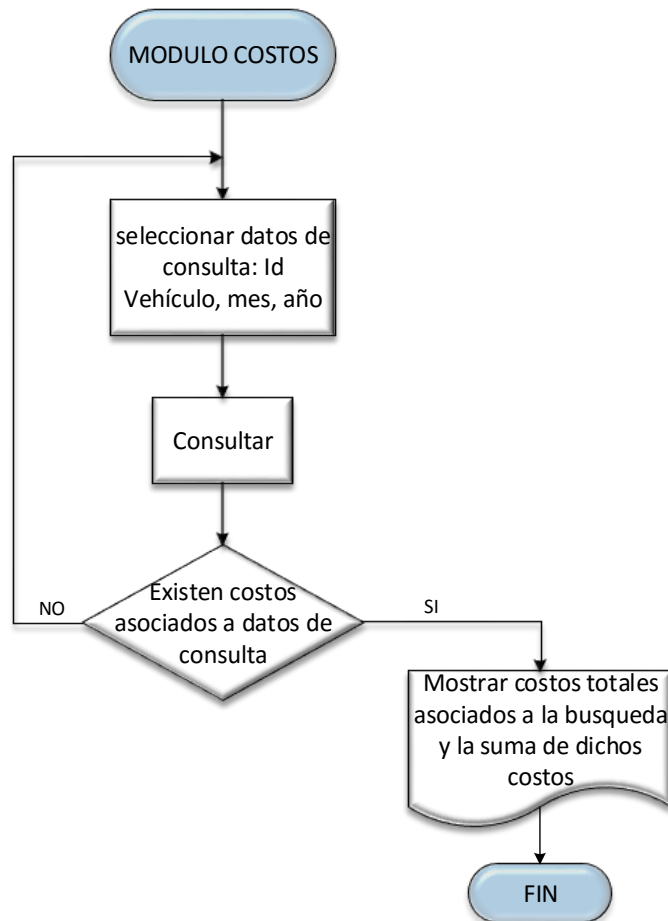
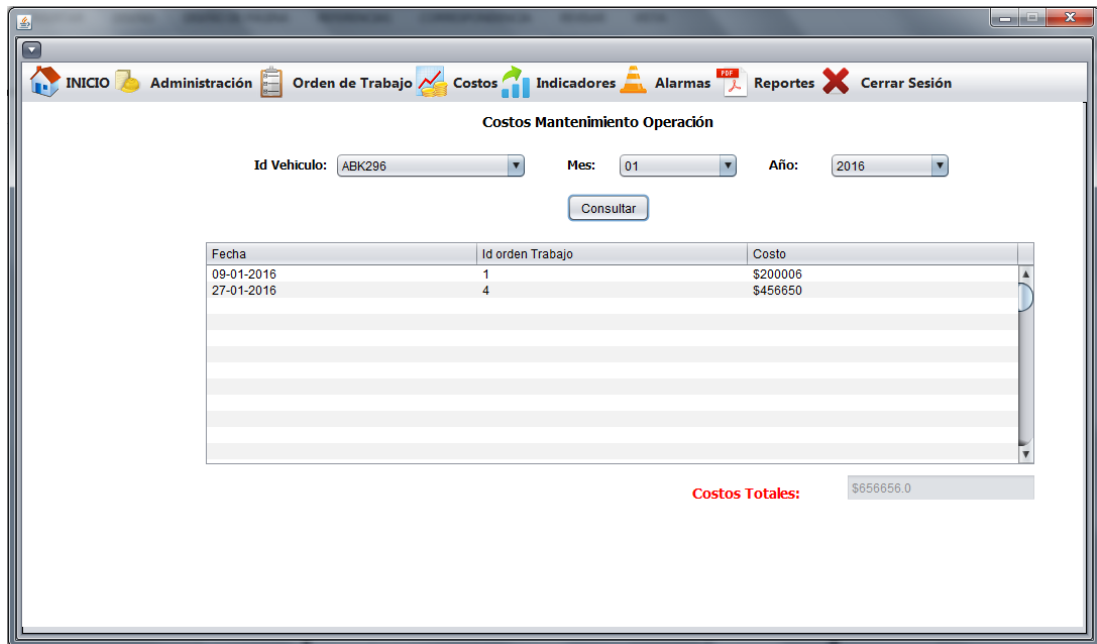


Figura 65. Modulo costos.



## 10.6 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN

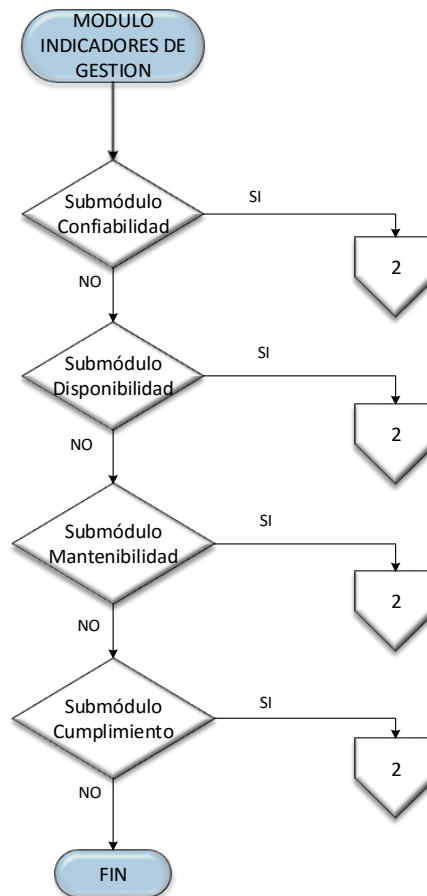
En el modulo de indicadores de gestión se encuentra cuatro submódulos, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y cumplimiento. Cada uno de ellos contiene casillas para ingresar los datos correspondientes al indicador y calcular dicho indicador; este cálculo realizado se guarda junto con los datos en una tabla, la cual se muestra en el mismo submódulo.

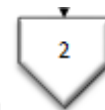
Este módulo muestra el desempeño del mantenimiento para corregir errores y optimizar los procesos.

**Tabla 28. Indicadores de gestión**

	INDICADOR	UNIDAD DE MEDICION	FRECUENCIA DE MEDICION	ETAPA DEL MODELO PARA INICIAR SU UTILIZACION
CONFIABILIDAD	TPPF	TIEMPO	MENSUAL	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MANTENIBILIDAD	TPPR	TIEMPO	MENSUAL	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DISPONIBILIDAD	D(t)	PORCENTAJE	MENSUAL	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CUMPLIMIENTO	CMMP	PORCENTAJE	MENSUAL	MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**Figura 66. Diagrama de flujo modulo indicadores de gestión**





El diagrama de flujo del modulo indicadores muestra las unión de la página 2 Las cuales son entradas al procedimiento de cálculo de indicador de cada submódulo; dado que los procedimientos son el mismo, para todos los submódulos se hará un mismo diagrama de flujo

**Figura 67. Diagrama de flujo cálculos indicadores.**

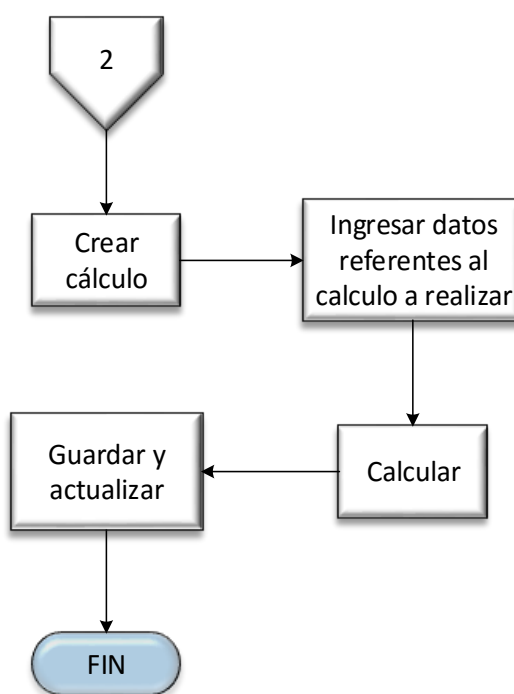


Figura 68. Submódulo confiabilidad

**Id Vehículo:**   
**Fecha:**   
**Cho:**   
**Ntf:**   
**Tppf:**

**Calcular**

**Dónde**  
 TPPF: Tiempo promedio para fallar.  
 CHO: Cantidad de horas de operación  
 NTF: Número total de fallas.

Id Confiabilidad	Id Vehículo	Fecha	Cho	Ntf	Tppf
1	ABK2967	22-01-2016	10	5	2.0
2	ABK302	13-01-2015	200	3	66.66666666666667

Figura 69. Submódulo disponibilidad

**Id Vehículo:**   
**Fecha:**   
**Tper:**   
**Tppr:**   
**Val Disponibilidad:**

**Calcular**

**Dónde**  
 TPER: Tiempo promedio entre reparaciones.  
 TPPR: Tiempo promedio para reparar.

Id Disponibilidad	Id Vehículo	Fecha	Tper	Tppr	Val Disponibilidad
1	ABK299	09-01-2016	2	1	0.6666666666666666
2	ABK303	26-01-2016	23	54	0.2987012987012987

Figura 70. Submódulo mantenibilidad

**Id Vehículo:** 
  
**Fecha:** 
  
**Tfs:** 
  
**Pnp:** 
  
**Valor Tppf:**

**Dónde**  
 TFS: Sumatoria de tiempo fuera de servicio.  
 PNP: Paradas no programadas.  
 TPPF: Tiempo promedio para fallar.

Id Mantenibilidad	Id Vehículo	Fecha	Tfs	Pnp	Valor Tppf
	ABK298	20-01-2016	200	2	100.0

Figura 71. Submódulo cumplimiento

**Id Vehículo:** 
  
**Fecha:** 
  
**Ot Generada:** 
  
**Ot Realizada:** 
  
**Val Cumplimiento:**

**Dónde**  
 OT: Orden de trabajo

Id Cumplimiento	Id Vehículo	Fecha	Ot Realizada	Ot Generada	Val Cumplimiento
1	ABK302	15-01-2016	4	4	1.0
		14-01-2016	7	8	0.875

## 10.7 MÓDULO ALARMAS

En el módulo alarmas se crean alertas de mantenimiento para cada uno de los recolectores. Aquí se encuentra tres submódulos para los distintos procedimientos a realizar

El submódulo Creación Alarmas como su nombre lo indica está diseñado para establecer las diferentes alertas que se requieren en cada equipo.

El submódulo alertas de alarmas muestra las diferentes alarmas creadas dependiendo del tiempo de vida útil del elemento, el cual indica cuando se debe cambiar el repuesto.

En el submódulo Rutinas MTTO, están disponibles las rutinas de mantenimiento desarrolladas en este proyecto las cuales sirven de guía para generar las alarmas.

Figura 72. Submódulo crear alarma

Id Alarma	Id Vehículo	Id Repuesto	Vida Útil	Fecha Inicio	Fecha Fin
1	ABK2967	RM00437	34	22-01-2016	29-01-2016
2	ABK303	RM00438	45	01-01-2016	28-01-2016

Figura 73. Diagrama de flujo modulo alarmas

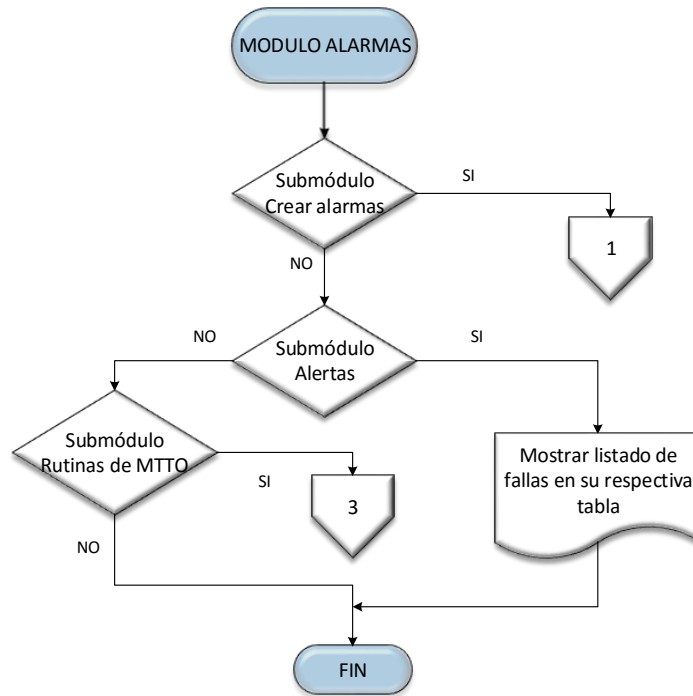


Figura 74. Continuación diagrama de flujo rutinas

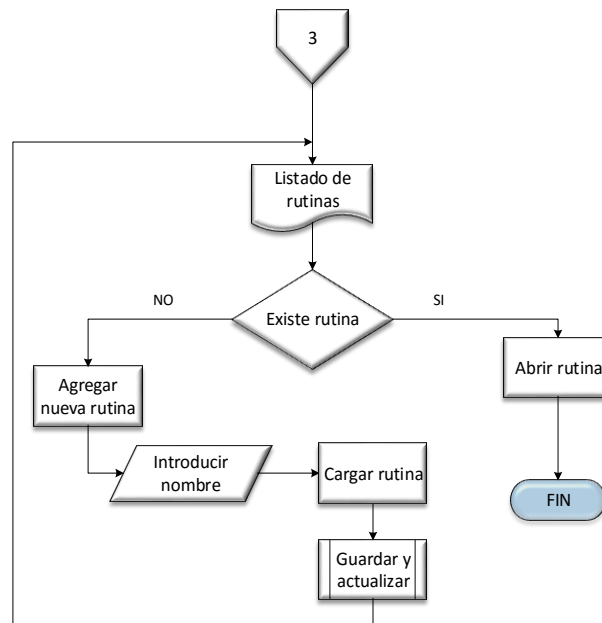
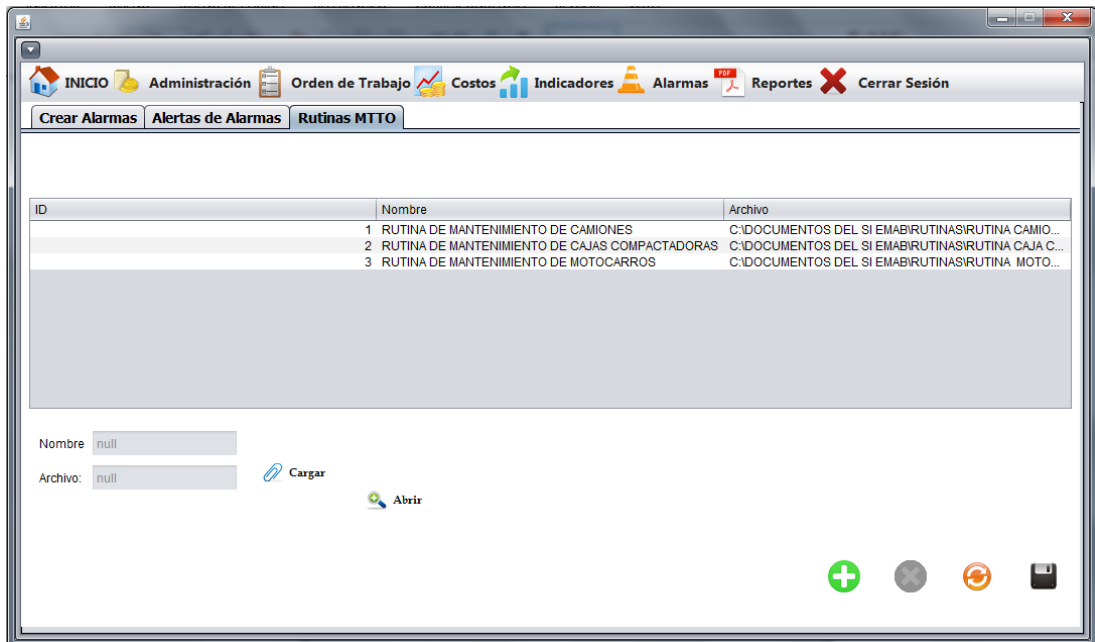


Figura 75. Submódulo alertas de alarma



Figura 76. Submódulo rutinas de mantenimiento



## 10.8 MÓDULO REPORTES

El Módulo reportes se desarrolló con el fin de generar informes de ficha técnica, orden de trabajo y costos por mes de cada vehículo.

Figura 77. Submódulo reportes

Reportes del Sistema

Seleccione la placa del vehiculo

Reporte Ficha técnica

---

Seleccione la orden de trabajo

Reporte Orden Trabajo

---

Seleccione la placa del vehiculo

Seleccione el Mes

Seleccione el Año

Reporte costos por mes

## **11. ANALISIS DE COSTOS**

El análisis de costos se realiza con el fin de establecer resultados cuantitativos de las actividades de mantenimiento propuestas en el proyecto, para compararlos con los costos generados en el año 2014 y poder definir un balance de los beneficios económicos que se generan al implementar dichas actividades en la Empresa de aseo de Bucaramanga EMAB S.A. E.S.P.

Es indispensable tener total conocimiento del presupuesto que se va a requerir para la implementación del plan de mantenimiento. El cálculo de este presupuesto consiste en estimar un costo de cada actividad de mantenimiento programada incluyendo dentro del mismo la sumatoria de costos por mano de obra y costos por repuestos e insumos utilizados en la actividad, luego se realiza una comparación de los costos y se analiza el resultado.

### **11.1 COSTOS PROYECTADOS**

El cálculo de costos proyectados consiste en establecer los costos totales que se tendrán debidos a mantenimiento en sus vehículos, dicha proyección se realiza basada en las rutinas de mantenimiento planteadas en el capítulo 9.

En la tabla 29 se pueden apreciar de manera concisa los costos asociados a repuestos usados en el mantenimiento preventivo de un vehículo recolector para un año.

En la tabla 30 se observa de manera detallada los costos generados por los insumos utilizados en las labores de mantenimiento preventivo proyectadas para un recolector.

**Tabla 29. Costos de repuestos**

<b>REPUESTOS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>CANT. AÑO</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Filtro de combustible principal	Partmo A-1R0751	6	\$ 11.052	\$ 66.312
Filtro de línea de combustible	Partmo AS-1003SP	6	\$ 75.000	\$ 450.000
Filtro de aceite dual	Partmo AD3000	6	\$ 71.150	\$ 426.900
Filtro de partículas Diesel	146483FP	6	\$ 12.500	\$ 75.000
Filtro de aire externo	Partmo AP2863	6	\$ 70.643	\$ 423.858
Filtro de aire interno	Partmo AP3501	3	\$ 52.628	\$ 157.884
Filtro de agua	Partmo AS3202	4	\$ 13.200	\$ 52.800
Filtro aceite dirección hidráulica	RTLO-2913	2	\$ 87.000	\$ 174.000
Filtro aceite transmisión	RTLO-1X913A	1	\$ 65.000	\$ 65.000
Filtro aceite hidráulico del respirador caja compactadora (10 micrones)	Malla 10	2	\$ 47.300	\$ 94.600
Filtro aceite hidráulico de la línea de retorno caja compactadora (20 micrones)	Malla 20	2	\$ 42.050	\$ 84.100
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2.070.454</b>

**Tabla 30. Costos de insumo**

<b>INSUMOS</b>							
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CAMBIO AÑO</b>	<b>CANT AÑO</b>	<b>COSTO GALON</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	Aceite de motor	Lubrigras 15w40	6.3 Gal/cambio	8	50.4 Gal	\$ 40.000	\$ 2'016.000
2	Aceite de transmisión	15W40	3 Gal/cambio	1	3 Gal	\$ 40.000	\$ 120.000
3	Refrigerante	50 50	2.9 Gal/cambio	4	11.6 Gal	\$ 55.000	\$ 638.000
4	Grasa	Multipropósito	3kg/cambio	4	12 Kg	\$ 5.000	\$ 60.000
5	Aceite hidráulico caja compactadora	ISO 46	50 Gal/cambio	2	100 Gal	\$ 37.000	\$ 3'700.000
<b>COSTO TOTAL</b>							<b>\$6'534.000</b>

Ahora, se procede a estimar los costos generados por mano de obra requerida para la flota de vehículos recolectores en el año proyectado:

**Tabla 31. Costos de mano de obra**

<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>N°</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>CANT.</b>	<b>SALARIO MENSUAL POR EMPLEADO</b>	<b>N° MESES</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	Técnico mecánico	2	\$ 1'800.000	12	\$ 43'200.000
2	Técnico electricista	1	\$ 1'800.000	12	\$ 21'600.000
3	Ayudante mecánico	1	\$ 1'000.000	12	\$ 12'000.000
4	Ayudante soldadura	1	\$ 1'000.000	12	\$ 12'000.000
5	Ayudante electricista	1	\$ 1'000.000	12	\$ 12'000.000
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$100'800.000</b>

Por último, se realiza el respectivo cálculo para determinar el costo total proyectado para el mantenimiento preventivo anual de la flota.

**Tabla 32. Costo total proyectado**

<b>COSTO TOTAL PROYECTADO</b>	
COSTO ANUAL REPUESTOS	\$ 2.070.454
COSTO ANUAL INSUMOS	\$ 6.534.000
<b>COSTO ANUAL REPUESTOS E INSUMOS DE UN VEHICULO COMPACTADOR</b>	<b>\$ 8.604.454</b>

Para realizar una comparación objetiva de los costos se toma como referencia en compactador 05 el cual hace parte de los vehículos último modelo de la flota y es el vehículo que tiene más tiempo en operación registrada durante el año 2014.

**Tabla 33. Comparación costo total del año 2014**

<b>COSTO TOTAL AÑO 2014 COMPACTADOR 05</b>	
COSTO ANUAL REPUESTOS	\$ 2.538.600
LUBRICACION Y ACEITES	\$ 7.215.000
<b>COSTO MANTENIMIENTO ANUAL COMPACTADOR 05</b>	<b>\$ 9.753.600</b>
<b>COSTO ANUAL PROYECTADO REPUESTOS E INSUMOS DE UN VEHICULO COMPACTADOR</b>	<b>\$ 8.604.454</b>
<b>AHORRO</b>	<b>\$ 1.149.146</b>

Se puede observar que mediante este plan de mantenimiento se logra un ahorro aproximado del 10 al 12 % por cada vehículo dependiendo de la cantidad requerida de insumos de cada uno, este ahorro se obtiene con la implementación del plan de mantenimiento proyectado respecto a los costos generados en el año 2014 para el compactador 05.

El costo de un filtro puede variar dependiendo del fabricante; si se utilizan filtros partmo el costo disminuye en un 15 a 20% de la marca Baldwin los cuales son importados.

## 12. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de Pareto realizado, se encontró que en su mayoría los vehículos de la línea CHEVROLET KODIAK consumen el 70% de los costos anuales en mantenimiento correctivo generados por toda la flota de compactadores; lo cual indica que los recolectores de ésta línea son críticos y se debe priorizar su mantenimiento, ya que estos aún están en rango de vida útil.
- A pesar de que hay algunos vehículos compactadores que ya sobrepasaron su vida útil (más de 22 años); los compactadores de la línea KODIAK generaron más costos que ningún otro de la flota, lo cual da un indicio de la calidad de los mismos.
- Del análisis de criticidad se obtuvo como resultado que los sistemas más críticos fueron el sistema motriz y el sistema hidráulico; esto se debe a que las reparaciones que se hacen a dichos sistemas suelen ser más costosas y tienen un gran impacto operacional en los vehículos compactadores.
- En todos los vehículos analizados se encontraron componentes del sistema hidráulico que reincidieron como críticos (Bomba y gato eyector hidráulico), lo que indica que hay deficiencia en la calidad de estos componentes, errores en la selección o problemas en el funcionamiento del sistema que interfieren en dichos componentes.
- Se establecieron rutinas y actividades de mantenimiento para los vehículos recolectores teniendo en cuenta como primera medida el manual de operador; considerando el estudio de criticidad realizado se aumentó la frecuencia de

revisiones y cambios de algunos componentes que tienen un alto grado de influencia en las fallas presentadas como críticas.

- El sistema de información se diseñó como una propuesta inicial para la gestión del mantenimiento, de acuerdo a esto se observan algunos puntos débiles que deben ser tenidos en cuenta para la mejora continua del sistema; siendo estos: la ausencia de un planeador automático semanal que tenga en cuenta las órdenes de trabajo generadas y la creación de un servidor web para mejorar el flujo de información entre dependencias.
- De acuerdo a las falencias encontradas en el manejo de la información se diseñó y desarrollo un sistema de información que brinda una mejora significativa en el manejo de la misma, también disminuye errores de comunicación entre dependencias y genera un registro de datos evitando papelería innecesaria y permitiendo una búsqueda exacta en su base de datos.
- Se realizó un análisis de costos proyectados a la división de mantenimiento con la implementación de las rutinas establecidas, dicho análisis arrojó como resultado un ahorro en costos de mantenimiento preventivo del 10% con respecto a los mismos costos generados en el año 2014. Este ahorro proyectado nos indica la viabilidad económica del nuevo plan de mantenimiento a implementar y brinda una disminución de la relación costo beneficio del servicio que ofrece la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

ARIAZ, Manuel. Manual de automóviles. Madrid, editorial CIE dossat 2000, ed. 55, 2004.

BORRÁS PINILLA. Carlos. PhD., M.Sc. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2013.

CUMMINS Inc. Manual de los propietarios. Estados Unidos. Canadá. México. 2012.

GARCIA, Olivero. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales. Colombia. Ediciones de la U. 2011.

GONZALES, Luis. RODRIGUEZ, Arnaldo. Protocolo para adquisición, operación y mantenimiento de equipos de ciudad limpia. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas. Bucaramanga Colombia. Anexo A, 2008.

GUTIÉRREZ, Edwin. AGÜERO, Miguel. CALIXTO, Ivaneska. Análisis de criticidad integral de activos. Venezuela. R2M S.A. 2007.

KENWORTH Mexicana S.A. de C.V. Manual del Operador Kenworth T370. Impreso en México. 2012.

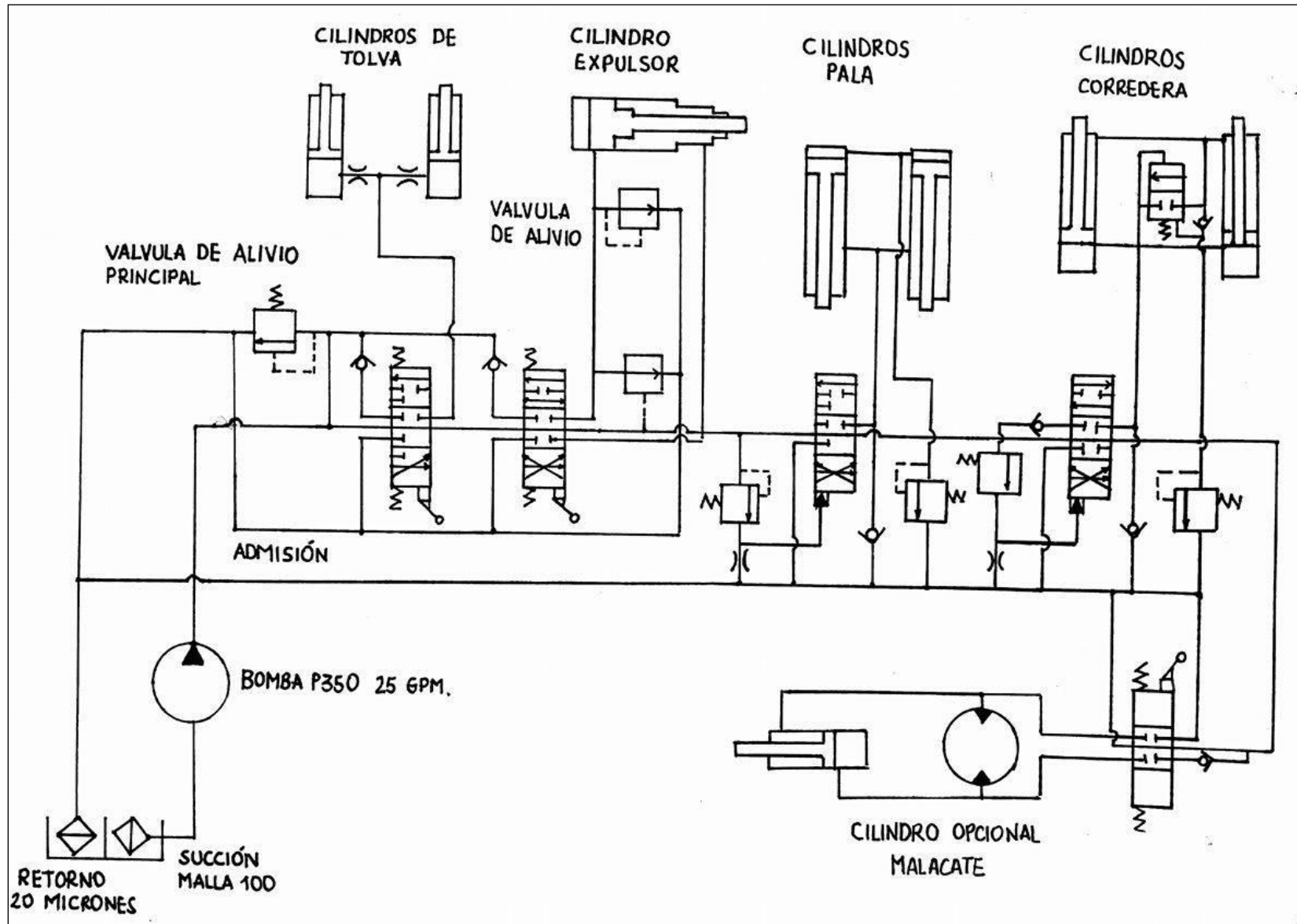
MEZCLADORAS Y TRAILERS DE MEXICO MCNEILUS S.A. de C.V. Manual de mantenimiento preventivo. Impreso en México. 2012.

PARRA, Carlos. CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos. Sevilla. Editorial Ingeman. 2012.

VERA, Hernando. Aplicación de la metodología Análisis Causa Raíz (RCA), para la eliminación de un mal actor en equipos críticos de la SOM-Ecopetrol S.A. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas. Bucaramanga Colombia. 2011.

## ANEXOS

## ANEXO A. Sistema hidráulico vehículos compactadores



## ANEXO B. Fallas comunes y acciones correctivas en la caja compactadora

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	ACCION CORRECTIVA
<b>CONTROLES E INTERRUPTORES ELÉCTRICOS</b>		
LAS FUNCIONES U OPCIONES ELÉCTRICAS NO FUNCIONAN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El interruptor de encendido está APAGADO.</li> <li>2. La puerta de lateral acceso OPCIONAL está abierta.</li> <li>3. Cortocircuito u otro problema en el circuito.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encienda el encendido.</li> <li>2. CIERRE y asegure la puerta lateral de acceso.</li> <li>3. Requiere servicio y reparación en taller.</li> </ol>
LOS CONTROLES DE CABINA NO FUNCIONAN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El interruptor de encendido está APAGADO.</li> <li>2. La puerta de acceso lateral OPCIONAL está abierta.</li> <li>3. Cortocircuito u otro problema en el circuito.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encienda el encendido.</li> <li>2. CIERRE y asegure la puerta lateral de acceso.</li> <li>3. Requiere servicio y reparación en taller.</li> </ol>
FALLA DE LA LUZ DEL CONTROL BASCULANTE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El interruptor está en la posición de APAGADO.</li> <li>2. El interruptor de encendido está APAGADO.</li> <li>3. Se accionó el interruptor de circuito.</li> <li>4. El foco se fundió.</li> <li>5. Corto en el circuito.</li> <li>6. El interruptor está dañado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coloque el interruptor en la posición de ENCENDIDO.</li> <li>2. Encienda el encendido.</li> <li>3. Recoloque el interruptor de circuito (Se encuentra en el Panel de Control en la cabina)</li> <li>4. Requiere servicio y reparación en taller.</li> <li>5. Requiere servicio y reparación en taller.</li> <li>6. Requiere servicio y reparación en taller.</li> </ol>
<b>FUNCIONES HIDRÁULICAS</b>		
NO HAY FUNCIONES HIDRÁULICAS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El interruptor de encendido está APAGADO.</li> <li>2. La puerta de lateral acceso OPCIONAL está abierta.</li> <li>3. La válvula de corte está CERRADA.</li> <li>4. El interruptor de circuito se</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encienda el encendido.</li> <li>2. Cierre y asegure la puerta lateral de acceso.</li> <li>3. ABRA la válvula de cierre.</li> <li>4. Los interruptores de circuito deben estar adentro para operar. Cambie el fusible (los fusibles) como se</li> </ol>

	<p>accionó o se fundió un fusible.</p> <p>5. La bomba está APAGADA.</p> <p>6. Las RPM del motor están demasiado altas.</p> <p>7. El nivel del aceite hidráulico está bajo.</p> <p>8. El filtro está tapado, una manguera está colapsada, u otro problema de flujo hidráulico.</p> <p>9. Falla de la bomba, fuga de vacío, u otra causa.</p>	<p>requiera. Si esto no resuelve el problema, es necesario servicio en taller para encontrar el cortocircuito.</p> <p>5. Encienda el interruptor de la bomba.</p> <p>6. Reduzca las RPM del motor.</p> <p>7. Revise el nivel del aceite hidráulico. Agregue si es necesario (vea <i>Sistema hidráulico</i> en esta sección)</p> <p>8. Requiere servicio y reparación en taller.</p> <p>9. Requiere servicio y reparación en taller.</p>
<p>LAS FUNCIONES HIDRÁULICAS FUNCIONAN LENTAMENTE</p>	<p>1. El interruptor maestro de la aceleración está apagado.</p> <p>2. Las RPM del motor están demasiado bajas.</p> <p>3. El nivel del aceite hidráulico está bajo.</p> <p>4. El filtro está tapado, una manguera está colapsada, u otro problema de flujo hidráulico.</p>	<p>1. Encienda el interruptor maestro de la aceleración.</p> <p>2. Enganche el interruptor de avance de la aceleración.</p> <p>3. Revise el nivel del aceite hidráulico. Agregue si es necesario (vea <i>Sistema hidráulico</i> en esta sección.)</p> <p>4. Requiere servicio y reparación en taller.</p>
<p>EL CILINDRO NO FUNCIONA CORRECTAMENTE</p>	<p>1. No hay respuesta cuando se activa el control</p> <p>2. El cilindro se está atascando o tiene fugas de aceite</p> <p>3. Excesivo juego final en los cojinetes</p>	<p>1. Vea el problema “No hay funciones hidráulicas”, arriba.</p> <p>2. Requiere servicio y reparación en taller.</p> <p>3. Requiere servicio y reparación en taller.</p>

<p>LAS FUNCIONES DEL COMPACTADOR O DESLIZADO SE DETIENEN ANTES DE LO DEBIDO (EL "KICK-OUT" NO FUNCIONA)</p>	<p>1. Las RPM del motor están demasiado altas 2. Las articulaciones del control se atascan 3. Fuga en el sistema hidráulico o desagüe 4. Falla de un componente hidráulico</p>	<p>1. Reduzca las RPM del motor. 2. revise las articulaciones. Libere y/o lubrique las articulaciones en el control como sea necesario. 3. Requiere servicio en taller 4. Requiere servicio en taller</p>
<p>LAS FUNCIONES DEL COMPACTADOR O DESLIZADO NO SE DETIENEN AUTOMÁTICAMENTE (EL "KICK-OUT" NO FUNCIONA)</p>	<p>1. Las RPM del motor están demasiado altas. 2. Las articulaciones del control se atascan. 3. Fuga en el sistema hidráulico, desajuste o falla de un componente</p>	<p>1. Reduzca las RPM del motor. 2. Revise las articulaciones. Libere y/o lubrique las articulaciones en el control como sea necesario. 3. Requiere servicio en taller.</p>
<p>EL EYECTOR NO SE MUEVE AUTOMÁTICAMENTE AL COMPACTAR</p>	<p>1. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico. 2. El Smart- Pak está mal ajustado o fallando. 3. Fuga en el sistema hidráulico o falla de un componente.</p>	<p>1. Vea el problema "No hay funciones hidráulicas", arriba. 2. Requiere servicio y reparación en taller. 3. Requiere servicio en taller.</p>
<p>EL EYECTOR NO CONSERVA LA CARGA DE COMPACTADO</p>	<p>1. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico. 2. El Limitador de Fuerza de Eyección está desajustado o fallando.</p>	<p>1. Vea el problema "No hay funciones hidráulicas", arriba. 2. Requiere servicio y reparación en taller. 3. Requiere servicio en taller.</p>

<p>EL VOLCADOR O VACIADOR DE CARRITOS NO FUNCIONA CORRECTAMENTE.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las RPM del motor están demasiado altas.</li> <li>2. Las articulaciones del control se atascan.</li> <li>3. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico.</li> <li>4. Fuga en el sistema hidráulico, desajuste o falla de un componente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reduzca las RPM del motor.</li> <li>2. Revise las articulaciones. Libere y/o lubrique las articulaciones en el control como sea necesario.</li> <li>3. Vea el problema “No hay funciones hidráulicas”, arriba.</li> <li>4. Requiere servicio en taller.</li> </ol>
<p>LAS FUNCIONES DEL VOLCADOR O VACIADOR DE CARRITOS NO FUNCIONAN</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico.</li> <li>2. Fuga en el sistema hidráulico, desajuste o falla de un componente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vea el problema “No hay funciones hidráulicas”, arriba.</li> <li>2. Requiere servicio en taller.</li> </ol>
<p>EL TORNO (HIDRÁULICO) NO FUNCIONA CORRECTAMENTE, O NO FUNCIONA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las RPM del motor están demasiado altas.</li> <li>2. Las articulaciones del control se atascan.</li> <li>3. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico.</li> <li>4. Fuga en el sistema hidráulico, desajuste o falla de un componente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reduzca las RPM del motor.</li> <li>2. Revise las articulaciones. Libere y/o lubrique las articulaciones en el control como sea necesario.</li> <li>3. Vea el problema “No hay funciones hidráulicas”, arriba.</li> <li>4. Requiere servicio en taller.</li> </ol>

<p>LA COMPUERTA DE COLA NO SE ABRE O CIERRA CORRECTAMENTE</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los sujetadores están asegurados.</li> <li>2. Las articulaciones del control se atascan.</li> <li>3. La tolva está demasiado llena.</li> <li>4. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico.</li> <li>5. Fuga en el sistema hidráulico, desajuste o falla de un componente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suelte los sujetadores.</li> <li>2. Revise las articulaciones. Libere y/o lubrique las Articulaciones en el control como sea necesario.</li> <li>3. Descargue la tolva.</li> <li>4. Vea el problema “No hay funciones hidráulicas”, arriba.</li> <li>5. Requiere servicio en taller.</li> </ol>
<p>LA CARGA NO SE EXPULSA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las articulaciones del control se atascan.</li> <li>2. Si las otras funciones hidráulicas no funcionan, entonces hay un problema en el sistema básico.</li> <li>3. Fuga en el sistema hidráulico, desajuste o falla de un componente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise las articulaciones. Libere y/o lubrique las Articulaciones en el control como sea necesario.</li> <li>2. Vea el problema “No hay funciones hidráulicas”, arriba.</li> <li>3. Requiere servicio en taller.</li> </ol>

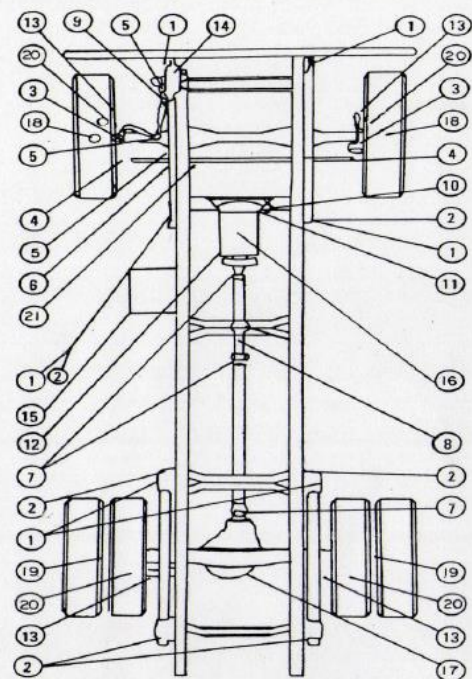
### ANEXO C. Carta de lubricación camión

LUBRICACION RECOMENDADA PARA EL CAMION		
COMPONENTE	INTERVALO	COMENTARIO
Pivote del cofre	Ninguno	
Bloqueo de seguridad del cofre	60.000-120.000	Grasa para chasis EP, litio 12-hidroxiesterearato o base completa de litio, NLGI 2.
Árbol de levas del frenos	10.000-15.000	Grasa sintética con aditamentos especiales
	120.000	Con LMS.
Extremos de la barra de acoplamiento	10.000-15.000	
Deposito de la dirección hidráulica - Revisar nivel del líquido - Cambiar liquido y filtro	10.000-15.000	
	60.000	2 veces al año
Varilla de dirección	10.000-15.000	Grasa para trabajo pesado #2 NLGI de presión extrema, con base de litio, llena con molibdeno
Soporte de la caja de velocidades	10.000-15.000	Grasa para trabajo pesado #2 NLGI de presión extrema, con base de litio, llena con molibdeno
Juntas en U de la dirección	10.000-15.000	Grasa para trabajo pesado #2 NLGI de presión extrema, con base de litio, llena con molibdeno
Junta deslizante de la dirección	10.000-15.000	Grasa para trabajo pesado #2 NLGI de presión extrema, con base de litio, llena con molibdeno
Pedal de freno	10.000-15.000	
Eje del pedal del embrague	Ninguno	
Transmisión principal y auxiliar - Revisar el nivel del luido - Drenar y reabastecer		Lubricante sintético (lubricante mineral para engranajes opcional)
Cojinete de la ruedas estándar	12 meses /100.000	

Eje trasero - Revisar el nivel del liquido - Vaciar, Enjuagar y reabastecer		Lubricante sintético (lubricante mineral para engranajes opcional)
Pasadores de resorte	10.000-15.000	Con clavijas aisladas con caucho
Aceite para lubricación de motor - Revisar el nivel del liquido - Cambie el aceite	Revisión del recorrido diario	Cumplir especificaciones de los fabricantes del motor
	10.000-15.000	
Mecanismo del embrague	10.000-15.000	
Cojinete de liberación del embrague	10.000-15.000	Conectores de grasa extendida
Eje transversal del embrague	10.000-15.000	Conectores de grasa extendida
Burlete de la puerta	100.000 o según sea necesario	
Cilindros de bloque	100.000 o según sea necesario	
Bisagras de la puerta	100.000 o según sea necesario	
Placa del percutor y cerradura	100.000 o según sea necesario	
Eje impulsor (todos)	100.000 o según sea necesario	
Eje impulsor Spicer (la pieza deslizante también requiere Lubricación)	(8.000/12.000 Km) o 3 meses (lo que ocurra primero)	Chevron ultra -duty EP-2 o una grasa compatible que cumpla con las especificaciones de N.L.G.I. Grado 2 con un rango de operaciones de +325°F/+163°C a -10°F/-23°C.

### CARTA DE LUBRICACION

No.	Item	Aplicaciones
1	Pasador y soporte del resorte	2 para cada pasador. 1 para cada soporte
2	Buje del resorte suspensión	2 en cada lado
3	Mangueta articulada dirección	2 en cada lado
4	Extremos varilla dirección	1 en cada extremo
5	Extremos biela dirección	1 en cada extremo
6	Extremos cilindro de la dirección de potencia	2
7	Unión universal árbol propulsor	1 en cada acople
8	Acople deslizante árbol propulsor	1 en cada acople
9	Unión deslizante columna dirección	1
10	Eje transversal del embrague	1 cada extremo
11	Rodamiento del embrague	
12	Adaptador del velocímetro	1
13	Leva del freno	1 en c/u.
14	Caja de la dirección	Llenar hasta el nivel del tanque de vaciado.
15	Terminales batería	Recúbrase con vaselina
16	Caja de velocidades	Llenar hasta nivel del tapón
17	Eje trasero	Llenar hasta nivel del tapón



**ANEXO D. Comprobante salida del almacén**

			<b>COMPROBANTE DE SALIDA DE ALMACÉN</b>					
			ALMACEN:			FECHA:		
DEPENDENCIA:			SOLICITUD:					
<b>DEBITO</b>	<b>REVISADO</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ENTREGADO A</b>				
<b>CODIGO</b>	<b>CONTRALORIA MUNICIPAL</b>	<b>EMAB</b>		<b>CODIGO DEL USUARIO</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>	<b>DEBITASE A</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>						<b>TOTAL \$</b>		
DIRECTOR DPTO. COMPRAS Y SUMINISTROS		ALMACENISTA:	AUDITORIA:	CONTABILIDAD:	RECIBI:			
					C.C:			

## ANEXO E. Fallas comunes y acciones correctivas en los motocarros


<b>MOTOR</b>		
<b>1. EL MOTOR DE ARRANQUE NO FUNCIONA O FUNCIONA MAL</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	La batería no tiene carga suficiente	Recargue y revise el sistema completamente
2	Fusible quemado	Reemplace (investigue la causa del daño)
3	Contactos deficientes en batería y fusible	Limpie y ajuste correctamente los terminales
4	Motor, relay, botón del sistema defectuoso	Acuda a un centro de servicio autorizado CSA
<b>2. EL MOTOR NO PRENDE DE ARRANQUE O DE PATADA</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	No hay combustible o el paso está cerrado	Rellene el tanque y verifique filtros y llave
2	No hay chispas en la bujía de encendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revise la bujía y cámbiela de ser necesario</li> <li>- Revise el capuchón de la bujía y cámbielo</li> <li>- Si es necesario, acuda al CSA más cercano</li> </ul>
3	Desajuste del sistema de carburación	Limpie y ajuste completamente el carburador
4	Falta de compresión del motor	Acuda al CSA más cercano y revise el motor
<b>3. EL MOTOR NO FUNCIONA BIEN EN MINIMA VELOCIDAD</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	Carburador mal ajustado o sucio	Ajuste el tornillo de mínima o acuda al CSA
2	Capuchón o bujía flojos o sucios	Verifique ajuste y limpieza de las partes
3	Regulación del sistema de	Acuda al CSA más cercano

	encendido mala	
4	Holgura de válvulas mal ajustada	Acuda al CSA más cercano
5	Entrada de aire adicional en el circuito	Acuda al CSA más cercano
<b>4. EL MOTOR ACELERA DEFICIENTEMENTE</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	Carburador obstruido	Limpie y regule en el CSA más cercano
2	Sistema de frenos pegado o muy ajustado	Verifique el juego y ajuste correctamente
3	El embrague se patina	Revise holgura y visite el CSA más cercano
4	Presión de aire de las ruedas mal calibrada	Calibre a la presión indicada
5	Obstrucción tapa gasolina	Limpie o reemplace de ser necesario
6	Filtros de aire y gasolina obstruidos	Limpie y reinstale o cambie de ser necesario
7	Sistema de encendido con fallas	Visite el CSA más cercano
<b>5. EL MOTOR NO TIENE LA POTENCIA NECESARIA</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	Verifique causas del daño anterior	Revise cada numeral anterior
2	Calibración de válvulas incorrecta	Visite el CSA más cercano
3	Recalentamiento del motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revise el nivel de aceite del motor</li> <li>- Revise el nivel del líquido refrigerante</li> <li>- Controle fugas de aceite o refrigerante</li> <li>- Verifique el funcionamiento del ventilador</li> <li>- Verifique el grado térmico de la bujía</li> <li>- Verifique como está el termostato</li> </ul>
<b>6. ALTO CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	Mal uso de las rpm del motor	Verifique método de conducción
2	El sistema de embrague se patina	Controle calibración o visite el CSA


3	Sistema de frenos pegado o mal ajustado	Controle calibración o visite el CSA
4	Presión de aire de las llantas inadecuada	Controle calibración
5	Compresión baja en el cilindro	- Verificar estado del cilindro, pistón, anillos - Verificar estado de la culata, válvulas, guías
6	Fugas de combustible	Revise tanque, manguera, filtro, carburador
7	Sincronización inadecuada	- Desarme, limpie y calibre el carburador - Revise y calibre correctamente las válvulas - Revise, limpie y lubrique el filtro de aire - Verifique el sistema de encendido - Verifique el sistema de escape (exosto tapado) - Visite el CSA más cercano
<b>7. CONSUMO IRREGULAR DE ACEITE DEL MOTOR</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	Fugas de aceite por la empaquetadura	Corregir en el CSA más cercano
2	Negligencia en el periodo de cambio	Cambiar cada 1000 kms obligatoriamente
3	Deficiencia en la calidad del aceite	Utilizar aceite recomendado por AYCO Ltda.
4	Recalentamiento del motor	Mirar causas recalentamiento anterior
5	Sobre-revoluciones del motor	Corregir condiciones de manejo
<b>LUCES, CARGA DE BATERIA, ARRANQUE Y ACCESORIOS</b>		
<b>1. CUALQUIER COMPONENTE DE LOS SISTEMAS NO FUNCIONA</b>		
<b>PASO</b>	<b>POSIBLE CAUSA O DAÑO</b>	<b>SOLUCION A LA CAUSA</b>
1	Batería descargada	Recargar y revisar el sistema de rectificación

2	Fusible quemado	Cambiar y revisar porque se quemó
3	Bombillos quemados	Revise masas y voltajes de entrada
4	Mal contacto en interruptores y otros	Revise interruptores, limpie o reemplace
5	Sistema de regulación defectuoso	Revise regulador y masas
6	Sistema de generación deficiente	Revise el magneto de volante y repare
7	Cableado interrumpido o mal contacto	Verifique continuidad del sistema
8	Mala lectura en los indicadores	Revisar resistencias y sensores, reemplazar
9	Arranque eléctrico defectuoso	Revise el motor y las conexiones


**ANEXO F. Ficha técnica de vehículos recolectores**

		<b>EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA EMAB S.A. E.S.P.</b>			
		<b>FICHA TÉCNICA VEHÍCULOS</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
<b>Placa</b>	<b>Línea</b>	<b>Tipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Color</b>	<b>Cilindraje</b>
<b>No. Chasis</b>	<b>No. Motor</b>	<b>Modelo</b>	<b>Uso de vehículo</b>	<b>Número interno</b>	
<b>IMÁGENES DE VEHÍCULO</b>					
<b>Frontal</b>		<b>Lateral</b>		<b>Posterior</b>	
<b>MOTOR</b>					
<b>No. Serie</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Combustible</b>	<b>Lubricante</b>		
<b>Orientación</b>	<b>Turbo</b>	<b>No. De cilindros</b>	<b>No. De válvulas por cilindro</b>		
<b>TRANSMISION - SUSPENSION - DIRECCIÓN</b>					
<b>Modelo</b>	<b>Tipo</b>	<b>velocidades</b>	<b>Suspensión delantera</b>	<b>Suspensión trasera</b>	
<b>Número de ejes</b>	<b>Número de llantas</b>	<b>Dimensión de rines</b>	<b>Tipo de dirección</b>		
<b>CARROCERIA</b>					
<b>Fabricante</b>	<b>Referencia</b>	<b>Capacidad de carga</b>	<b>Guías panel de eyección</b>	<b>Guías de pala superior</b>	
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
<b>Referencia de batería</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Amperaje</b>	<b>No. De batería</b>	<b>Conexión</b>	
<b>FRENOS</b>					
<b>Accionamiento</b>	<b>Tipo de frenos delanteros</b>		<b>Tipo de frenos trasero</b>		

**ANEXO G. Hoja de vida**

		<b>HOJA DE VIDA VEHÍCULOS REGISTRO DE MANTENIMIENTO VEHICULOS</b>							
<b>Nombre de máquina Equipo</b>						<b>Marca</b>			
<b>Modelo</b>						<b>Serie</b>			
<b>Propietario</b>						<b>Tipo</b>			
<b>Fecha</b>						<b>Codificación</b>			
DESCRIPCIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO		FECHA	MTTO ACTUAL		PROXIMO MTTO			RESPONSABLE
	Preventivo	Correctivo		Km	Horas	Días	Km	Horas	
OBSERVACIONES:									
ELABORÓ					REVISÓ				

## ANEXO H. Orden de trabajo

		<b>EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA EMAB S.A. E.S.P.</b>			
		<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>INFORMACIÓN DE ORDEN DE TRABAJO</b>					
N° Orden:		Nombre solicitante de orden:		Fecha de solicitud:	
		ID Vehículo:	Placa Vehículo:	Hora de solicitud:	
Tipo de trabajo a ejecutar: Mecánico ( ) Eléctrico ( ) Otro ( )			Tipo de mantenimiento: Correctivo ( ) Preventivo ( )		
<b>TRABAJO SOLICITADO</b>					
Descripción:					
<b>RECURSOS NECESARIOS</b>					
Mano de obra		Materiales, repuestos e insumos		Equipos necesarios	
Cant.	Descripción	Cant.	Descripción	Cant.	Descripción
<b>TRABAJO EJECUTADO</b>					
Descripción:					
Fecha inicio de MTTO:		Fecha fin de MTTO:		Tiempo de ejecución MTTO [Hrs]:	
Hora inicio de MTTO:		Hora fin de MTTO:			
<b>ENTREGA DE VEHÍCULO</b>					
Observaciones:					
Firma Jefe de patios:		Firma técnico asignado:		Firma Jefe de mantenimiento:	Firma solicitante (recibido a conformidad):

