

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA
CRITICIDAD PARA LA FLOTA DE VEHÍCULOS CATEGORÍA N DEL
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN LA TRONCAL”**

AUTORES:

JOHN GONZALO LÓPEZ RODRÍGUEZ
JONNATHAN PAÚL OCHOA MARTÍNEZ

TUTOR:

ING. MILTON OSWALDO GARCÍA TOBAR, MSC

CUENCA - ECUADOR

2022

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, John Gonzalo López Rodríguez con documento de identificación N° 0350108247 y Jonnathan Paúl Ochoa Martínez con documento de identificación N° 0105253306, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CRITICIDAD PARA LA FLOTA DE VEHÍCULOS CATEGORÍA N DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN LA TRONCAL”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

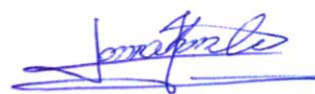
En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero de 2022.



John Gonzalo López Rodríguez

C.I. 0350108247



Jonnathan Paúl Ochoa Martínez

C.I. 0105253306

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CRITICIDAD PARA LA FLOTA DE VEHÍCULOS CATEGORÍA N DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN LA TRONCAL”**, realizado por John Gonzalo López Rodríguez y Jonnathan Paúl Ochoa Martínez, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero de 2022.



Ing. Milton Oswaldo García Tobar, Msc

C.I. 0104282181

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, John Gonzalo López Rodríguez con documento de identificación N° 0350108247 y Jonnathan Paúl Ochoa Martínez con documento de identificación N° 0105253306, autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CRITICIDAD PARA LA FLOTA DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN LA TRONCAL”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, febrero de 2022.



John Gonzalo López Rodríguez

C.I. 0350108247

Jonnathan Paúl Ochoa Martínez

C.I. 0105253306

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por la salud que me brindo a mí y a mi familia, a mis padres por estar para mi siempre que los necesite y por último a los docentes que han compartido sus conocimientos a través de este tiempo de vida universitaria, ya que este ha servido para mi evolución como persona y profesional.

JOHN LOPEZ

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y colmarme de bendiciones, agradezco también a mi familia por darme el coraje y la fortaleza de afrontar los obstáculos y perseverar en alcanzar mi meta, por último, a todos los docentes por su tutela que, a través de su palabra, en las aulas transmitieron sus conocimientos hacia nosotros.

JONNATHAN OCHOA

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo a mis padres pues son ellos quienes han sido el pilar en vida estudiantil, a mis hermanos por corregirme y ser mi guía durante mi formación personal, y por último a mi hijo pues fue un factor fundamental para esforzarme día con día y culminar mi tan anhelado sueño de ser Ingeniero Mecánico Automotriz.

JOHN LOPEZ

Dedico este trabajo a mis padres, pero principalmente a mi madre pues fue ella mi guía y apoyo tanto emocional, moral y académico, a mis hermanos que fueron quienes me enseñaron a luchar ante las adversidades que se han presentado a lo largo de mi vida, y a mi tío por siempre brindarme su amparo, por último, a mis compañeros y amigos que junto a ellos viví una verdadera vida universitaria.

JONNATHAN OCHOA

RESUMEN

En el presente proyecto se implementará un plan de mantenimiento basado en la criticidad para vehículos categoría N del Gad Municipal del Cantón La Troncal. Para ello se parte de una breve investigación bibliográfica acerca del mantenimiento; como sus niveles, sus tipos, y lo que involucra un plan de mantenimiento; además se indica lo que respecta a el análisis de criticidad, se señala la clasificación vehicular que existe para la categoría N y sus principales aspectos que nos ayudaran a comprender de mejor forma.

Posteriormente se analiza el historial de mantenimiento de la flota vehicular, mismo que consiste en identificar el número de fallos, porcentaje de fallos, porcentaje acumulado de fallos, costos, porcentaje de costos y porcentaje de costos acumulados para evaluar cuan críticos son sus sistemas y elementos. Con esta información se desarrolla un Diagrama de Pareto el cual se basa en la regla 80/20 y así asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones, para nuestro caso el 20% de fallos en los sistemas o elementos repercuten en un 80% de los costos.

Finalmente se elabora un plan de mantenimiento para cada tipo de vehículo, estos planes tienen una tabla de indicadores que ayuda a determinar la actividad y el grado de importancia que conlleva cada una de ellas, con el fin de tenerlos en condiciones óptimas de trabajo, partiendo una evaluación de criticidad.

Palabras Clave: Criticidad, Mantenimiento, Flota, Vehicular, Diagrama de Pareto, Indicadores.

SUMMARY

This project will implement a maintenance plan based on criticality for category N vehicles of the Municipal Government of Canton La Troncal. To do so, we start with brief bibliographic research about maintenance; such as its levels, types, and what a maintenance plan involves; in addition, we indicate the criticality analysis, the vehicle classification that exists for category N and its main aspects that will help us to better understand it.

Subsequently, the maintenance history of the vehicle fleet is analyzed, which consists of identifying the number of failures, percentage of failures, accumulated percentage of failures, costs, percentage of costs and percentage of accumulated costs to evaluate how critical its systems and elements are. With this information a Pareto Diagram is developed which is based on the 80/20 rule and thus assign an order of priorities for decision making, for our case 20% of failures in the systems or elements have an impact on 80% of the costs.

Finally, a maintenance plan is drawn up for each type of vehicle, these plans have a table of indicators that helps to determine the activity and the degree of importance of each one of them, in order to have them in optimal working conditions, based on an evaluation of criticality.

Keywords: Criticality, Maintenance, Pareto Chart, Indicators.

INDICE GENERAL

RESUMEN	7
SUMMARY	8
Capítulo 1: Marco teórico	1
Introducción	1
1.1. Mantenimiento	1
1.2. Niveles de mantenimiento	1
1.3. Clasificación del mantenimiento	2
1.3.1. Mantenimiento correctivo:	2
1.3.2. Mantenimiento preventivo:	3
1.3.3. Mantenimiento predictivo:	3
1.4. Plan de mantenimiento	3
1.5. Análisis de Criticidad	4
1.6. Mantenimiento Basado en la Criticidad	5
1.6.1. Criterios de Evaluación	5
1.6.2. Selección del Método	5
1.6.3. Aplicación de Procedimientos	7
1.6.4. Lista Jerarquizada	9
1.6.5. Trabajos Previos:	11
1.7. Clasificación Vehicular Según la Normativa INEN 2656	12
1.7.1. Vehículos Categoría N	12
1.7.1.1. Subcategoría N1:	12
1.7.1.2. Subcategoría N2:	13
1.7.1.3. Subcategoría N3:	14
1.7.2. Ejemplos de Vehículos Categoría N:	14
Capítulo 2: Evaluación de la Flota Vehicular	17
2.1. GAD Municipal de La Troncal	17
2.1.1. Misión	17
2.1.2. Visión	17
2.1.3. Objetivos del GAD Municipal	18
2.1.4. Organización del departamento de mantenimiento y transporte del GAD Municipal del Cantón La Troncal	18
2.1.5. Organigrama de Procesos de Mantenimiento	19
2.2. Flota Vehicular	20
2.2.1. Recopilación de la Información	21

2.2.1.1.	Tipos de Mantenimiento	24
2.2.1.2.	Datos Procesados	26
2.2.1.3.	Aplicación del Teorema de Pareto en las Volquetas.	28
Capítulo 3: Elaboración del Plan de Mantenimiento Basado en la Criticidad		36
3.1.	Elaboración del Plan de Mantenimiento	36
3.2.	Elaboración del Plan de Mantenimiento Integral	36
3.2.1.	Actividades de Mantenimiento diarias.	37
3.2.2.	Actividades de Mantenimiento semanales.	37
3.2.3.	Actividades de Mantenimiento por kilometraje.	38
3.3.	Evaluación de Criticidad por Elemento de Volquetas.	38
3.4.	Plan de Mantenimiento para Volquetas.	43
Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones		51
4.1.	Conclusiones	51
4.2.	Recomendaciones	52
Anexo A: Tabulación de datos de los vehículos		54
Anexo B: Calculo de la Criticidad		65
Anexo C: Planes de Mantenimiento		76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica del GAD Municipal del Cantón La Troncal	14
Figura 2: Niveles de mantenimiento	2
Figura 3: Modelo Básico de Criticidad	4
Figura 4: Organización del departamento de mantenimiento.	19
Figura 5: Organigrama del departamento de Mantenimiento.	20
Figura 6: Análisis del Diagrama de Pareto para Volquetas.	29
Figura 7: Diagrama de Pareto por elemento de las volquetas.	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variantes De Mantenimiento Propuesta.	9
Tabla 2: Factores Frecuencia Y Consecuencia	10
Tabla 3: Vlasificación Vehicular Según Su Categoría.....	12
Tabla 4: Vehículos Motorizados Con Pbv Que No Excede 3500kg.	13
Tabla 5: Vehículos Motorizados Con Pbv Que Sea Mayor Los 3500kg Pero No Supera Los 12000kg.....	13
Tabla 6: Vehículos Cuyo Pbv Sea Superior A Los 12000 Kg.	14
Tabla 7: Ejemplos De Vehículos Categoría N	14
Tabla 8: Flota Vehicular Categoría N Que Posee El Gad Del Cantón La Troncal.	21
Tabla 9: Descripción Detallada De La Flota Vehicular Categoría N Del Gad Municipal De La Troncal.....	22
Tabla 10: Tipos De Mantenimiento A Aplicarse Según El Fallo O Elemento.	24
Tabla 11: Resumen General De Fallos Y Costos Para La Flota Vehicular Del Gad.	27
Tabla 12: Tabulación De Datos De Volquetas.....	28
Tabla 13: Datos Para Establecer El Diagrama De Pareto Obtenidos Por Elemento De Volquetas.	30
Tabla 14: Hoja De Inspección Vehicular Diaria / Semanal.	37
Tabla 15. Cálculo De La Criticidad Por Elementos Para Las Volquetas.....	39
Tabla 16: Indicador De Actividades Y Priorización.	43
Tabla 17: Plan De Mantenimiento Integral Para Volquetas.....	44

PROBLEMA

Descripción del Problema

i. Antecedentes El Cantón La Troncal se encuentra ubicado en la provincia del Cañar, bajo la administración Municipal del GAD Cantonal; el mismo, que carece de un plan de mantenimiento adecuado para su flota vehicular categoría N. Esto ocasiona que no haya un correcto mantenimiento mecánico de los vehículos; por lo que, se podrían producir fallos mecánicos imprevistos y que como consecuencia generan un mayor costo de reparación y pérdida de tiempo laboral.

Al estar el Cantón antes mencionado en un constante crecimiento y desarrollo territorial el uso de estos vehículos se vuelve más exigente. Por este motivo se requiere un plan de mantenimiento que aporte a la solución de este problema y se cuente con un eficiente mantenimiento vehicular que cumpla con una serie de actividades programadas.

ii. Importancia y alcances

- El presente trabajo pretende dar solución a la problemática generada por la carencia de un correcto plan de mantenimiento para la flota vehicular categoría N del GAD Municipal del Cantón la Troncal. Actualmente no se lleva ningún registro a cerca del mantenimiento que se da o debería dar a este tipo de vehículos basado en la Criticidad, por lo que se partirá de cero para una correcta implementación.
- El proyecto que se lleva a cabo es de suma importancia tanto para el GAD municipal, por la optimización de recursos, como para la misma flota vehicular que mejorará su rendimiento y fiabilidad que desembocará en contribuir a la seguridad del operario, además este correcto plan de mantenimiento beneficia a la población de La Troncal en general pues, contribuye a su desarrollo territorial.
- En la actualidad el problema de no tener un plan de mantenimiento adecuado, genera que el GAD en ocasiones no pueda brindar un servicio del todo efectivo, pues los imprevistos que se dan en los vehículos como fallas mecánicas resultan en irregularidades en sus actividades preestablecidas.

iii. Delimitación: El GAD municipal de la Troncal que es un cantón de Ecuador, se encuentra ubicado en región 6 centro-sur del país, régimen costa de la provincia del Cañar, su GAD municipal se localiza en las calles 4 de Noviembre y Manuel J. Calle.

En la figura 1 se indica la ubicación geográfica del GAD de dicho cantón.

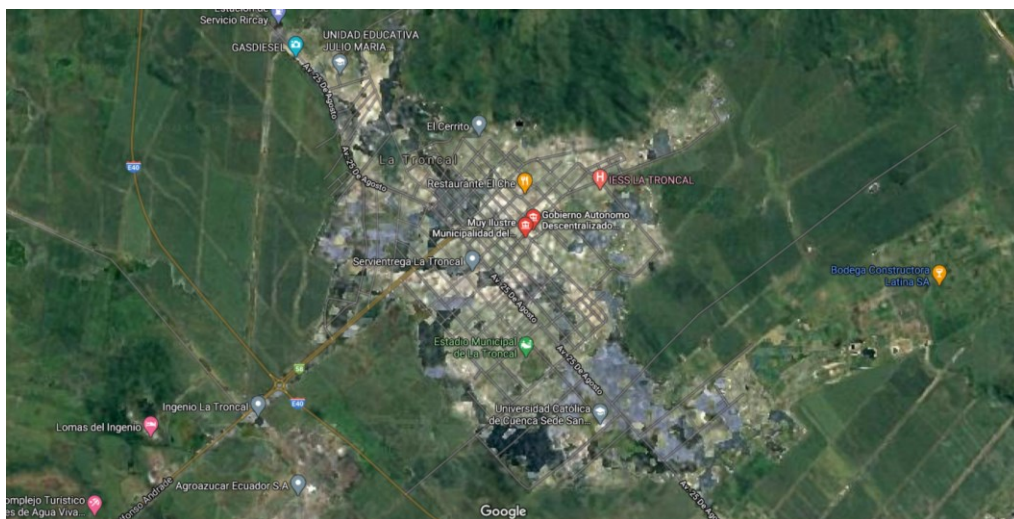


Figura 1: Ubicación Geográfica del GAD Municipal del Cantón La Troncal
Fuente: Google Maps.

La propuesta del plan de mantenimiento que se pretende realizar tendrá una duración estimada de seis meses iniciándose el mes de abril y llegando a su culminación el mes de septiembre del año en curso (2021).

Este proyecto va dirigido al área de mantenimiento y transporte de dicho GAD, mismo que es el encargado de brindar servicios de mantenimiento y construcción vial del cantón.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo general.

- Planificar un mantenimiento basado en la criticidad para la flota de vehículos de categoría N del GAD Municipal del Cantón La Troncal.

Objetivos Específicos.

- Establecer los fundamentos teóricos que permitan comprender los aspectos necesarios para la elaboración del plan de mantenimiento basado en la criticidad.
- Diagnosticar el estado actual de la flota vehicular del GAD Municipal del Cantón La Troncal.
- Elaborar el plan de mantenimiento en base a las ponderaciones establecidas según la criticidad y estableciendo las actividades que se desarrollaran en cada tipo de estos vehículos.

Marco Teórico

Introducción

El capítulo presente se enfoca en el sustento teórico que involucra los planes de mantenimiento, que se deben llevar a cabo para un correcto funcionamiento de los vehículos semipesados, resaltando técnicas que se realizan para cada uno de los tipos que se presentan.

1.1. Mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de métodos cuya finalidad es prolongar la vida útil de equipos e instalaciones durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.(Garrido, 2010).

El objeto del mantenimiento es mantener óptimo el equipo y restablecerlo a sus características de operación predeterminadas; con eficiencia y eficacia para obtener el mayor rendimiento. “El mantenimiento influye, por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción.” (Neto, 2008).

- Los objetivos del mantenimiento son:
- Maximizar la disposición de los equipos.
- Disminuir costos de mantenimiento.
- Potenciar recursos humanos.
- Prolongar la vida útil de la maquinaria. (Molina, 2013)

1.2. Niveles de mantenimiento

Existen tres niveles básicos de mantenimiento, como se indica en la figura 2:

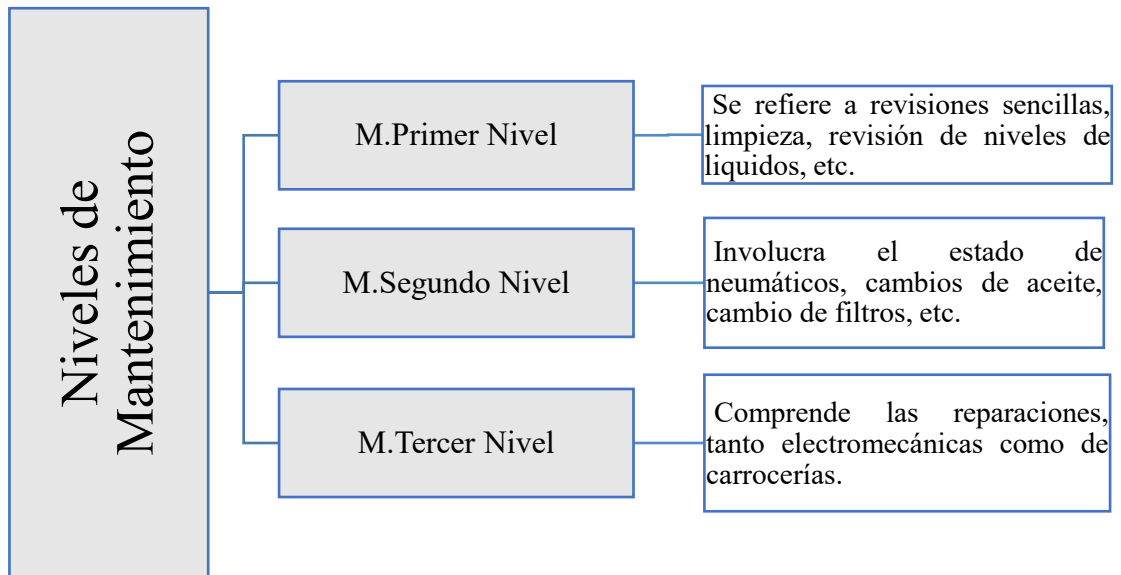


Figura 2: Niveles de mantenimiento

Fuente: Autores.

1.3. Clasificación del mantenimiento

El mantenimiento se clasifica de la siguiente manera:

1.3.1. Mantenimiento correctivo:

Este mantenimiento se dirige a reparar imperfecciones apreciadas en los equipos o instalaciones, localizando los desperfectos y reparándolos. Los valores de reparación a menudo son mucho más elevadas en la etapa correctiva que en la etapa preventiva.(Primer, 2015).

Este mantenimiento se lo puede clasificarlo en dos tipos:

Mantenimiento de Emergencia o No Programado: Se lo realiza, cuando existe una avería inesperada que es necesaria corregirla lo antes posible, que nos hace proceder con agilidad para evitar daños mayores.

Este mantenimiento involucra una gestión adecuada de piezas de repuesto para asegurar la disponibilidad de la misma para una ágil reparación que pueda dar continuidad con las labores.

Mantenimiento Correctivo Rutinario o Programado: Se llevan a cabo siguiendo un proceso de mantenimiento a corto plazo o la corrección de fallos que no han provocado detenciones de emergencia de las maquinas o instalaciones, y que se pueden hacer en una parada programada.(Iglesias, 2015)

1.3.2. Mantenimiento preventivo:

Es aquel que realizan los encargados del mantenimiento con el objetivo de preservar y mantener la correcta operatividad de las instalaciones y maquinaria. Debido a esto se puede alegar que su propósito primordial es identificar y solucionar pequeñas anomalías en antes de que estas produzcan daños importantes.

Las principales ventajas de este tipo de mantenimiento son:

- Conocimiento del estado de funcionamiento de las instalaciones.
- Optimizar la seguridad laboral.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Maximización del rendimiento de trabajadores y maquinas por la disminución de paradas imprevistas.
- Reducir costos de reparaciones por averías.(Primero, 2015)

1.3.3. Mantenimiento predictivo:

Este mantenimiento trata de calcular el instante en el que se debe realizar arreglos a través de un acompañamiento que se limite el tiempo máximo de uso antes de su reparación.(Gonzales et al., 2015)

A menudo en este tipo de mantenimiento se utilizan métodos que radican en medir la variación de alguna característica física o mecánica de los elementos o maquinas. (Jiménez, 2018)

Este mantenimiento, al detectar las averías, puede, de manera pertinente, programar las reparaciones correspondientes para que no afecte el curso de la producción y alargando la vida útil de la maquinaria.(Olarde et al., 2010)

1.4. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es un documento que contiene un grupo de actividades de mantenimiento programado que se realiza en una industria con el fin de asegurar la disponibilidad de equipos y recursos. Es un documento que involucra continuas modificaciones, producto del análisis de los acontecimientos que se dan en la planta y del análisis de varios factores que indica el área de gestión. (Garrido, 2010)

1.5. Análisis de Criticidad

Este análisis es una metodología que nos ayuda a ordenar sistemas, procesos, equipos y instalaciones, en función de su impacto general, con el fin de posibilitar la toma de decisiones. Para lograr un correcto análisis de criticidad se debe:

- Precisar un alcance y un deseo para el análisis.
- Fijar los criterios de valoración.
- Escoger un método de evaluación y ordenar la selección de los sistemas objeto de estudio. (Del Castillo et al., 2009)

Aplicar un análisis de criticidad es ideal una vez que se han determinado por lo menos una de estas necesidades:

- Identificar prioridades en sistemas complejos.
- Administrar escasos recursos.
- Establecer valor.
- Resolver el impacto en la empresa.
- Emplear metodologías confiables para la operación. (Huerta, 2000)

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad (1.1)$$

A continuación, en la figura 5 se indica un modelo básico escalonado de criticidad.

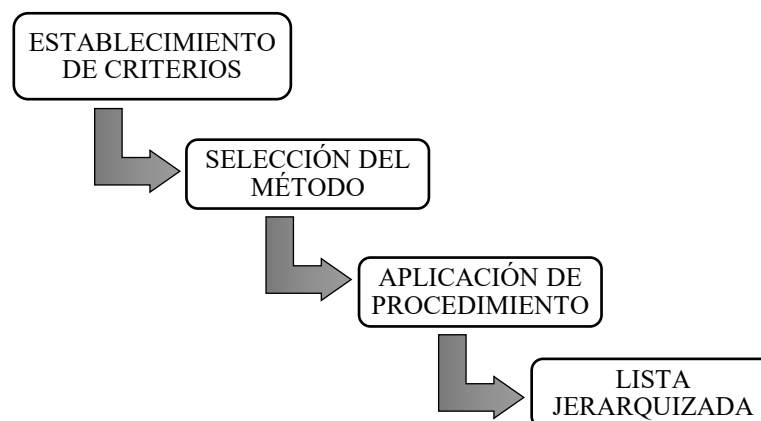


Figura 3: Modelo Básico de Criticidad
Fuente: Autores

1.6. Mantenimiento Basado en la Criticidad

El análisis de criticidad se emplea en los grupos de plantas, equipos, procesos, sistemas o componentes que necesitan ser ponderados según su impacto en el sistema. Sus áreas comunes de aplicación son:

Mantenimiento, inspección, materiales y repuestos, disponibilidad de equipos, personal.(Del Castillo et al., 2009)

Al tener claro todos aquellos sistemas que son más críticos dentro de una planta, se permitirá determinar de una forma más idónea y eficaz la priorización de los planes de mantenimiento de tipo: correctivo, preventivo, predictivo e inclusive posible reestructuración a nivel de técnicas y cambios menores; además permitirá fijar preferencias para la programación y realización de órdenes de trabajo.(Huerta, 2000)

1.6.1. Criterios de Evaluación

Se debe generar un registro para determinar la puntuación de cada criterio. Estos criterios contemplan seis fundamentales.

Seguridad: Eventos no deseados con daños en el personal.

Ambiente: Sucesos no deseados que dañan el medio ambiente.

Producción: Porcentaje de producción afectado por fallas.

Costos de reparación: Costos que demanda la reparación.

Frecuencia de falla: Cantidad de veces que tiene desperfectos el equipo.

Tiempo promedio de reparar: Tiempo de demora en reparar el equipo. (Del Castillo et al., 2009)

1.6.2. Selección del Método

Para la elaboración del trabajo se detallan los métodos primordiales conocidos en el área científica enfocados al estudio de criticidad y el riesgo de mayor aprobación en la industria de procesos, entre ellos están:

El método de Ciliberti: De aspecto cualitativo, une la criticidad de dos matrices; la primera realizada desde el punto de seguridad de las actividades y otra realizada a partir del punto de afección en la productividad. Estas dos matrices se forman en una sola de criticidad integral, con el fin de conseguir el

total del sistema estudiado. Es el más perfecto de los sistemas, ya que se consideran las posibilidades y resultados en las áreas de Higiene, Seguridad, Ambiente (SHA) y productividad, por separado para posteriormente juntar los resultados.

El mantenimiento Basado en Criticidad (CBM): Nivel la criticidad desde el aspecto de proceso al de confianza, creando un contenido de criticidad que constituye una ganancia de la inversión a las compañías para los trabajos de integridad mecánica, a su vez forma la satisfacción con las regulaciones gubernamentales. Esta aproximación pule la eficacia del programa de integridad mecánica, orientándose en los elementos más importante o graves.

El propósito del estándar NORSOK-008: Este análisis crítico sirve para fines de mantenimiento. Es mucho más extenso que el de las metodologías anticipadamente referenciadas, puesto que no solo establece las criticidades de los elementos de una técnica de producción, sino que inmiscuida en la misma norma contiene un método para la optimización de planes de mantenimiento, para plantas de petróleo y gas, pensando en los peligros vinculados con el ambiente, personal, pérdida de producción y costos económicos directos.

La inspección basada en Riesgo (IBR): Posibilita calcular la criticidad (riesgo) basada en el estudio del comportamiento, modos de deterioro o degradación, particularidades de diseño, requisitos de operación, mantenimiento e inspecciones considerando al mismo tiempo la efectividad y calidad del control, así como los resultados asociados a los desperfectos de los equipos inmóviles y solo se emplea para aquellos que como principal mecanismo de deterioro es la corrosión.

La metodología de análisis de criticidad de los puntos: El principio básico de este planteamiento es la instauración de una técnica de puntos para evaluar la criticidad; y de una matriz en donde la jerarquía de frecuencia y consecuencia se expresan en “puntos”.

1.6.3. Aplicación de Procedimientos

Una vez determinado el método que se llevará a cabo, se procede con la aplicación de un procedimiento definido, que se establecerá a partir de la ejecución de tres pasos fundamentales:

1. Organización del equipamiento.
2. Clasificación de los fallos.
3. Proposición de variantes de mantenimiento.

Clasificación del Equipamiento: Se evalúa las variantes de clasificación. Se elige aquella que es más general, misma que asume una distribución en tres clases, denominadas:

- Clase “A”: Alta criticidad
- Clase “B”: Media criticidad
- Clase “C”: Baja criticidad

A continuación, se determinan los criterios de evaluación, así como los efectos que ante un fallo del equipo puede presentarse.

Seguridad y ambiente: Fallo que produce efectos negativos sobre el operario y/o medio ambiente.

- ✘ Nivel 1: El deterioro causa daños graves al operario y/o medio ambiente.
- Nivel 2: El fallo origina riesgo para el operario y/o medio ambiente.
- ✓ Nivel 3: El fallo no posee riesgo para el operario ni al medio ambiente.

Producción: Afección que interrumpe de manera total o parcial el equipo.

- ✘ Nivel 1: El fallo suscita detención total de la producción.
- Nivel 2: El fallo ocasiona la parada de un sistema o unidad indispensable.
- ✓ Nivel 3: El fallo no perjudica a la producción.

Costo de reparación: Costo que acompaña la corrección de fallos.

- ✘ Nivel 1: El costo de reparación es alto.
- Nivel 2: El costo de reparación es moderado.
- ✓ Nivel 3: El costo de reparación es bajo.

Frecuencia de fallos: Cantidad de fallos de un componente por el periodo de utilización.

- ✗ Nivel 1: gran cantidad de paradas ocasionales.
- Nivel 2: Paradas ocasionales.
- ✓ Nivel 3: Pocas paradas.

Tiempo de Reparación: Tiempo necesario para corregir fallos.

- ✗ Nivel 1: El tiempo de reparación es alto.
- Nivel 2: El tiempo de reparación es moderado.
- ✓ Nivel 3: El tiempo de reparación es bajo.

Clasificación de Fallos:

Concluida la clasificación de equipamientos se lleva a cabo una clasificación de fallos que se pueda implementar, basados en la periodicidad y facilidad de detección del fallo, se indica a continuación aquellos que son más empleados:

Periodos de fácil detección (PFD).

Periodos de difícil detección (PDD).

Aleatorios poco frecuentes (APF).

Aleatorio muy frecuentes (AMF).

Propuesta de Variantes de Mantenimiento:

Para finalizar el procedimiento, considerando las clasificaciones tanto de equipamiento y de fallos, se tiene que tomar en cuenta las características propias de cada tipo de mantenimiento (ventajas, desventajas y condiciones de aplicación) se deciden estrategias de mantenimiento a considerar, así como su orden de priorizar según la estrategia trazada para cada clase y el tipo de fallo que se presente, siendo las que se detallan a continuación:

1. Mantenimiento preventivo con base en la condición.
2. Mantenimiento preventivo con base en el tiempo.
3. Mantenimiento contra avería.
4. Mantenimiento de mejora.

En la tabla 1 se propone, a manera de ejemplo algunas variantes de mantenimiento, considerando la clasificación de fallos y la clase de equipamiento a la que se aplicará.

Tabla 1: Variantes de mantenimiento propuesta.

CLASIFICACION DE FALLOS				
Clase	PDF	PDD	APF	AMF
A	1,2,4	2,1,4	1,4	1,4
B	2,3,4	2,3,4	3,4	2,3,4
C	2,3	2,3	3	3

Fuente: (Llanes et al., 2008)

Al momento de aplicar el trabajo de mantenimiento propuesto, inicialmente, se debe examinar si posee todas las estipulaciones técnicas para su incorporación (factibilidad técnica) y luego considerar su factibilidad económica. (Llanes et al., 2008)

1.6.4. Lista Jerarquizada

Esta lista jerarquizada se indica dónde es necesario supervisión, y ayuda a los métodos de selección, a los intervalos y tipo de revisión necesaria para sistemas de apoyo y control (nivel, presión, flujo, temperatura, velocidad, espesores, etc.), así como para equipamientos estáticos, dinámicos y estructurales. (Huerta, 2000)

Una vez realizado el cálculo de criticidad en donde se establece los parámetros de frecuencias y consecuencias, para cada equipo se enlistará en base al valor que indique que tan crítico es el elemento dentro del sistema.

Para obtener estos valores de frecuencia y consecuencia es importante resaltar que se toma como mención las normativas internacionales ISO JA1011 y JA1012 asociados con alteraciones operacionales, disponibilidad de repuestos de bodega, valor de mantenimiento, impacto en la seguridad e impacto ambiental, estos son los más importantes factores de las normas para llevar a cabo este tipo de análisis. (Ramírez et al., 2017)

Así tenemos:

$$\text{Consecuencia} = (IO + FO + CM + IS + IMA) \quad (1.2)$$

Siendo:

- IO: Impacto Operacional

- FO: Factor Flexibilidad Operacional
- CM: Costo Mantenimiento
- IS: Impacto Seguridad
- IMA: Impacto Ambiental

Cada uno de estos factores se puede apreciar de mejor manera en la tabla 2.

Tabla 2: Factores frecuencia y consecuencia

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Mas de 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción mes	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación complejo	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
Costos materiales superior 200-3000 USD	2
Costos materiales inferior 200 USD	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
Impacto seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente:(Ramírez et al., 2017)

1.6.5. Trabajos Previos:

(Zegarra Tanchiva, 2016) En su trabajo analiza los equipos de la clínica para incrementar la confiabilidad aplicando el análisis de criticidad, disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad. Como conclusión se determinó las horas de fallos imprevistos, el tiempo útil de los elementos, además las intervenciones de los mantenimientos para precisar el tiempo útil entre fallas en 8.058 h y tiempo de reparación de 0.511 h lo que indica pérdidas monetarias con respecto a la producción de los equipos, la adquisición de repuestos y mano de obra externa.

(Franklin, 2019) En su trabajo realiza una encuesta, que tomó como muestra 52 equipos del área de producción de la fábrica Dámper Trujillo S.A.C. Y se analizaron las condiciones actuales en base al indicador de disponibilidad, este resultado equivale al 90%. El análisis de criticidad realizado en los 52 equipos dio como resultado 7 equipos críticos, 17 con criticidad media y 13 no críticos. La estimación se llevó a cabo ponderando criterios, luego se elaboró el plan de mantenimiento para los equipos críticos indicados, logrando un incremento del 97% en el tiempo de trabajo. De esta manera, comprueba la suposición y señala que este plan de mantenimiento mejora la disponibilidad; lo que señala que la propuesta ha valido la pena para el área de producción de esta empresa.

(Ramírez Chucchucan, 2020) Señala en su trabajo que el propósito de la misma, es incrementar la disponibilidad mediante la evaluación de criticidad, se valoraron los indicadores de mantenimiento, la confiabilidad y la disponibilidad, actual obteniendo porcentajes de 83%, 60% y el análisis de criticidad realizado a 66 equipos, dando como resultado 32 equipos de criticidad alta. 16 equipos de criticidad media y 17 equipos criticidad baja, esta evaluación se llevó a cabo mediante la ponderación de 6 criterios frecuencia de fallo, flexibilidad operacional, impacto operacional, impacto de seguridad, costo de mantenimiento, impacto al medio ambiente y salud ocupacional, una vez obtenido un resultado se realizó un plan de mantenimiento para cada equipo, de alta criticidad, que ayudara a una mayor disposición de los equipos y disminuir el porcentaje de mantenimientos correctivos. La pérdida de tiempo por la demora de repuestos, teniendo en consideración las problemáticas por la

falta de mantenimiento, es oportuno mencionar que una de las principales causas es la falta de mantenimiento preventivo.

1.7. Clasificación Vehicular Según la Normativa INEN 2656

La normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656 indica la clasificación de los vehículos motorizados y no motorizados, identificados mediante características generales de diseño y uso.

Esta norma se aplica a todos los vehículos para circulación terrestre (vehículos motorizados y unidades de carga). Incluye además maquinarias agrícolas y para silvicultura, no incluye maquinaria industrial ni equipo caminero. (*NTE INEN 2656 Clasificación Vehicular*, 2016). Así se tiene a manera de resumen la clasificación vehicular según su categoría como se indica en la tabla 3.

Tabla 3: Clasificación vehicular según su categoría.

Categoría	Descripción
L	Vehículos motorizados que poseen dos, tres o cuatro ruedas.
M	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos que transporte pasajeros.
N	Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y construidos que transporte mercancías.
O	Vehículos no motorizados diseñados para ser remolcados por un vehículo de motor
S	Vehículos que pertenecen a las categorías M, N u O destinados al transporte de pasajeros o mercancías que cumplen una función, presentan características especial tanto en su carrocería o equipamiento.

Fuente: Autores

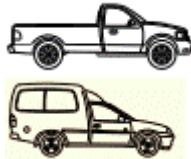



1.7.1. Vehículos Categoría N

Estos vehículos tienen las siguientes subcategorías:

1.7.1.1. Subcategoría N1:

Vehículos motorizados mismos que su peso bruto vehicular (PBV) no exceda de 3500 kg. A continuación, se indica con mayor detalle en la tabla 4.

Tabla 4: Vehículos motorizados con PBV que no excede 3500kg.




CODIGO	TIPO	IMAGEN
CMT	CAMIONETA	
CMTDC	CAMIONETA DOBLE CABINA	
FGC	VAN DE CARGA/ FURGONETA DE CARGA	
CML	CAMIÓN LIGERO	

Fuente: (NTE INEN 2656 Clasificación Vehicular, 2016)

1.7.1.2. Subcategoría N2:

Vehículos cuyo peso bruto vehicular (PBV) sea mayor de 3500 kg y no supere los 12000 kg. Así tenemos la tabla 5 donde se muestra su descripción.

Tabla 5: Vehículos motorizados con PBV que sea mayor los 3500kg, pero no supera los 12000kg.




CODIGO	TIPO	IMAGEN
CCP	CAMIÓN	
CM	CMIÓN MEDIANO	
CCG	CAMIÓN LIGERO	

Fuente: (NTE INEN 2656 Clasificación Vehicular, 2016)

1.7.1.3. Subcategoría N3:

Vehículos cuyo PBV sea superior a los 12000 kg. A continuación, se indica en la tabla 6.

Tabla 6: Vehículos cuyo PBV sea superior a los 12000 kg.





CODIGO	TIPO	IMAGEN
CMP	CAMIÓN PESADO	
TM	TRACTO CAMIÓN	 



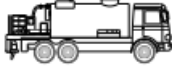




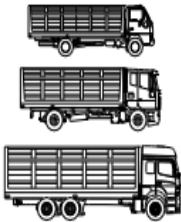

Fuente: (NTE INEN 2656 Clasificación Vehicular, 2016)


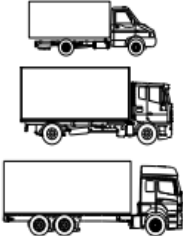






1.7.2. Ejemplos de Vehículos Categoría N:

A continuación, en la tabla 7 se indican algunos ejemplos de vehículos que se incluyen dentro de la categoría N, mismos que son usados para llevar a cabo varias de sus actividades.

Tabla 7: Ejemplos de vehículos categoría N

CODIGO	TIPO	IMAGEN
CAN	CAMIÓN CANASTILLA	 
TTP	CAMION CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	
MEZ	CAMION HORMIGONERA	
VQT	CAMION VOLQUETA/ VOLQUETE	

		
VRB	RECOLECTOR DE BASURA	
EDA	ESPARCIDOR DE ASFALTO	
VST	VEHICULO SANITARIO	
VER	CAMION TANQUERO/ CISTERNA	
BOM	CAMION BOMBANA/ TOLVA	
REM	CAMION/ REMOLQUE	
CTC	CAJON	
CTP	PLATAFORMA	
CTCP	CAJOM-PLATAFORMA	

		
CTF	FURGON	
CTHID	HIDROSUCCIONADOR	
CTGE	GENERADOR ELECTRICO	
CTNO	NODRIZA	
CTPB	PORTABEBIDAS	
CTPER	PERFORADORA	
CTGR	GRUA MOVIL	

Fuente: (NTE INEN 2656 Clasificación Vehicular, 2016)

Evaluación de la Flota Vehicular

En el presente capítulo se establecerán ciertos aspectos que contribuirán a entender la razón del GAD Municipal del Cantón La Troncal, además se lleva a cabo un levantamiento de información de la flota vehicular para posteriormente ser evaluadas.

2.1. GAD Municipal de La Troncal

El GAD Municipal del Cantón La Troncal es una institución que se creó el 23 de agosto de 1983 y se encuentra ubicado en las calles Cuatro de noviembre y Manuel de J. Calle. Su principal objetivo es planificar e impulsar el desarrollo físico del cantón. (Ingeniera En Contabilidad Y Auditoría et al., n.d.)

Esta entidad está organizada por la separación de poderes de carácter ejecutivo representado directamente por el alcalde electo. Así mismo está conformado por otros miembros de carácter legislativo y forman parte del consejo cantonal. (Chillo & Ochoa, 2020)

2.1.1. Misión

Somos un gobierno municipal que, a partir de una administración incluyente e inclusiva, eficiente y eficaz, participativa y transparente incentiva el desarrollo integral del Cantón, ofreciendo servicios de calidad de un marco de valores, principios y normativa para cambiar positivamente la vida de su población.

2.1.2. Visión

Ser un gobierno reconocido por la ciudadanía por ofrecer servicios públicos de calidad cumpliendo con las bases de gobernabilidad para alcanzar un desarrollo sustentable, económico, ordenado, sostenible, social, turístico, productivo y

seguro, convirtiendo la Troncal en un referente regional al 2023. (*Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón La Troncal*, n.d.)

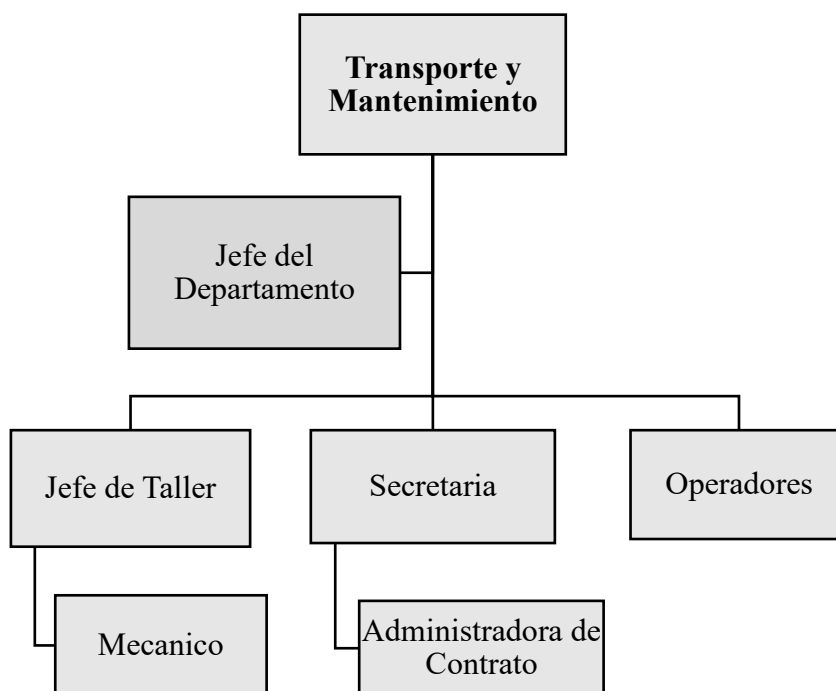
2.1.3. Objetivos del GAD Municipal

- Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir.
- Establecer el régimen del uso de suelo y urbanístico, para lo cual determinara las condiciones de urbanización, parcelación, división, aseverando porcentajes para zonas verdes y áreas municipales.
- Fomentar los procesos de progreso económico local en su jurisdicción, poniendo énfasis especial en el sector de la economía social y solidaria.
- Implementar técnicas de protección global del cantón que aseguren el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos descritos en la constitución y en los apartados internacionales.
- Brindar servicios que complazcan necesidades generales.
- Normar, promover, autorizar y vigilar el ejercicio de actividades económicas empresariales o profesionales.
- Proporcionar el bienestar material y social de la comunidad y colaborar al impulso y defensa de los intereses locales.
- Programar y fomentar el crecimiento físico del cantón y sus áreas rurales y urbanas.

2.1.4. Organización del departamento de mantenimiento y transporte del GAD Municipal del Cantón La Troncal

En la figura 4 se indica la organización del departamento de transporte y mantenimiento del GAD del Cantón La Troncal, partiendo del jefe del departamento de transporte y mantenimiento, que es el encargado de la flota vehicular además de ser el responsable de las actividades del taller, secretaria y operadores, así como el personal que forma parte de cada uno de estos sub departamentos.

Los auxiliares que forman parte de estos subdepartamentos se encargan del orden y control de sus áreas de trabajo a la vez de hacer un rol de secretarios de los asistentes administrativos.



*Figura 4: Organización del departamento de mantenimiento.
Fuente: Autores.*

2.1.5. Organigrama de Procesos de Mantenimiento

En la figura 5 se representa el flujograma del proceso de mantenimiento del GAD de La Troncal, en donde se indica la secuencia de las actividades que se llevan a cabo dentro del departamento.

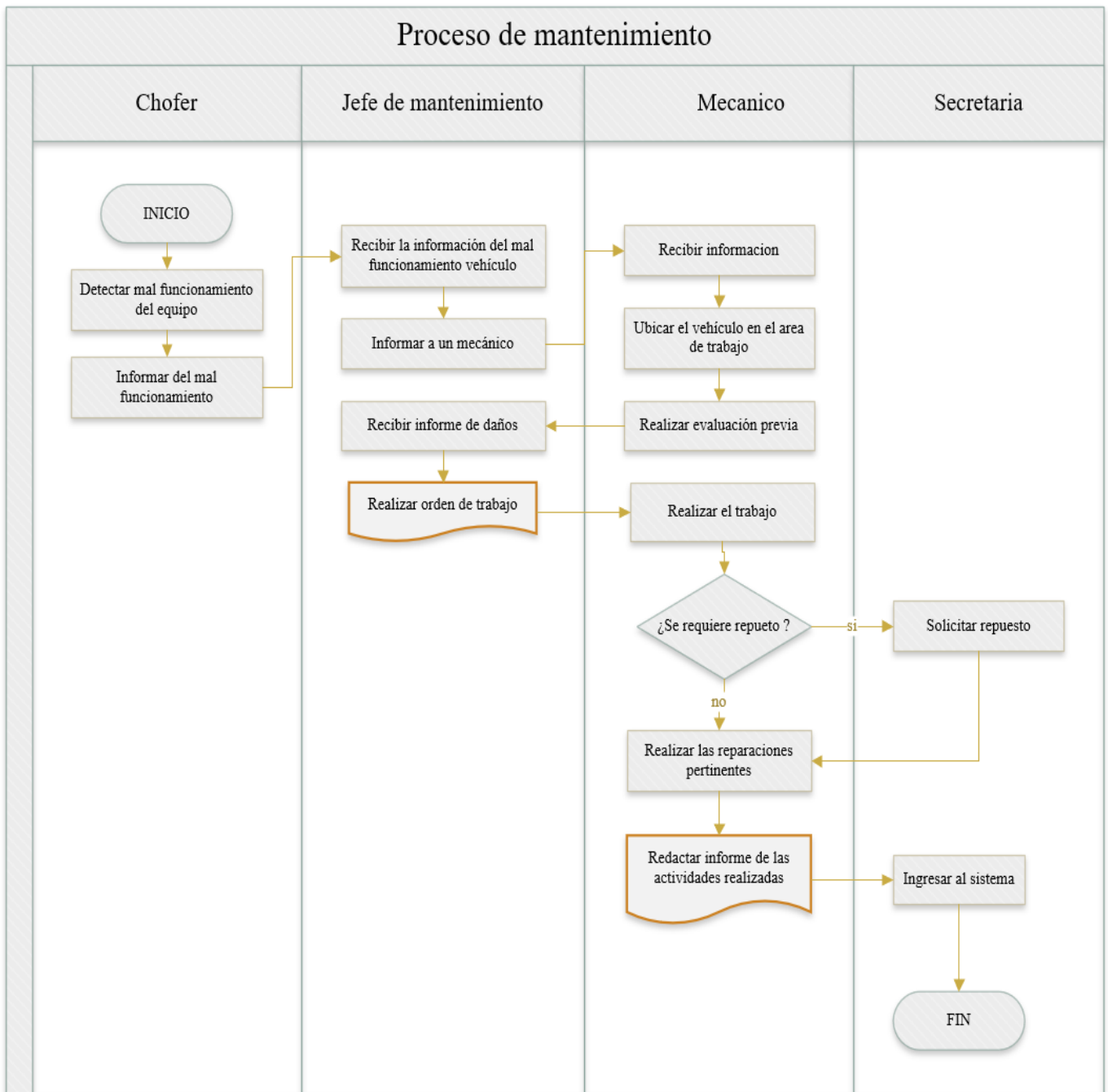


Figura 5: Organigrama del departamento de Mantenimiento.
Fuente: Autores.

2.2.Flota Vehicular

El GAD de La Troncal posee una cantidad de vehículos considerable para llevar a cabo sus actividades. Para este proyecto se consideró solo aquellos de categoría N.

En la tabla 8 se indica de forma general los vehículos que posee el GAD y pertenecen a la categoría indicada.

Tabla 8: Flota vehicular categoría N que posee el GAD del Cantón La Troncal.

TIPO	SUBTIPO	NUMERO DE UNIDADES
Vehículos Ligeros	Camioneta Cabina Simple	6
	Camioneta Cabina Doble	3
	Camioneta Con Cajón	2
Vehículos Semipesados	Camión	1
	Volqueta	9
Vehículos Pesados	Chasis con Cabina	2
	Recolector	5

Fuente: Autores

2.2.1. Recopilación de la Información

En este punto se indica la información obtenida de bitácoras de mantenimiento que tiene el GAD, mismos que indican los elementos y sistemas más críticos para un eventual análisis, así como los costos que estos involucran.

Se parte de una descripción más detallada de los vehículos que posee el GAD como se indica en la tabla 9 que se encuentra a continuación.

Tabla 9: Descripción detallada de la flota vehicular categoría N del GAD Municipal de la Troncal.

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE LA TRONCAL								
#	PLACA Y/O RAMV	MARCA	TIPO	MODELO	CHASIS	MOTOR	AÑO	MATRICULA
1	UMA101	HINO	VOLQUETA	GH1JGSD	JHDGH1JGS3XX10387	J08CTT12214	2003	0041646
2	UMA102	HINO	VOLQUETA	GH1JGSD	JHDGH1JGS3XX10413	J08CTT12325	2003	0040493
3	UMA105	MAZDA	CAMIONETA CAJON	B2200 CS CHASIS	8LFUNX0224M000226	F2234114	2004	0037798
4	UMA106	MAZDA	CAMIONETA CAJON	B2200 CS CHASIS	8LFUNY0644M000309	G6317948	2004	0037602
5	UMA110	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JHDGH1JGU6XX10388	J08CTT22272	2006	0042700
6	UMA111	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JHDGH1JGUEXX10389	J08CTT22273	2006	0041645
7	UMA113	HINO	RECOLECTOR	GH1JGUD	JHDGH1JGU8XX10854	J08CTT29286	2008	OO29054
8	UMA114	HINO	RECOLECTOR	GH1JGUD	JHDGH1JGU8XX10855	J08CTT29288	2008	OO16234
9	UEA709	HINO	CHASIS CON CABINA	GH1JMUA	9F3GH1JGUAXX14133	J08CTT36063	2009	0037603
10	UEA710	HINO	CHASIS CON CABINA	SS1EKVA	JHDSS1EK491S11629	E13CTR14573	2010	0037601
11	UEA711	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	9F3GH1JGUAXX11786	J08CTT38009	2010	0037599
12	UEA712	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	9F3GH1JGUAXX11787	J08CTT38014	2010	0037600
13	UEA713	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	9F3GH1JGUAXX11785	J08CTT38007	2010	0037604
14	UEA714	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	9F3GH1JGUAXX11784	J08CTT38003	2010	0037605
15	UEA720	MAZDA	CAMIONETA	BT-50 CD 4X4 ACTION	8LFUNY06KBM001077	G6390800	2011	0040490
16	UEA730	HINO	CAMION	HKMQD3	9F3UT11H8C6001061	N04CTT26300	2012	0014752
17	UEA733	MAZDA	CAMIONETA	BT-50 STD FLA AC 2.6 CD 4X4 TM	8LFUNY06XFMJ05425	G6414250	2015	0037591
18	UEA735	MAZDA	CAMIONETA	BT-50 STD FLA AC 2.6 CD 4X4 TM	8LFUNY061FMJ05605	G6415067	2015	0036307
19	UEA736	MAZDA	CAMIONETA	BT-50STD FL AC 2.6 CD 4X4 TM	8LFUNY065FMJ05610	G6415088	2015	0037589

20	UEA737	MAZDA	CAMIONETA	BT-50STD FL AC 2.6 CD 4X4 TM	8LFUNY068FMJ05701	G6415561	2015	0037588
21	UEA738	MAZDA	CAMIONETA	BT-50STD FL AC 2.6 CD 4X4 TM	8LFUNY067FMJ05799	G6415775	2015	0037808
22	IMA1333	CHEVROLET	RECOLECTOR	FVR34K AC 7,8 2P 4X2 TM DIESEL	JALFVR34KG7000020	6HKL166828	2016	0042658
23	IMA1334	CHEVROLET	RECOLECTOR	FVR34K AC 7,8 2P 4X2 TM DIESEL	JALFVR34KG7000015	6HK1668858	2016	0040491
24	IMA1335	CHEVROLET	RECOLECTOR	FVR34K AC 7,8 2P 4X2 TM DIESEL	JALFVR34KG7000013	6HKL166847	2016	0440589
25	UMA104	MAZDA	DOBLE CABINA	B2600 CABINA DOBLE STD AC	8LFUNX0654M000194	G6316592	2004	0040492
26	UMA1150	CHEVROLET	DOBLE CABINA	D MAX CRDI AC 3,0 CD 4X4 TM DIESEL	8LBET3N1G03990785	4JJ1NJ4367	2016	0007080
27	UMA1151	CHEVROLET	DOBLE CABINA	D MAX CRDI AC 3,0 CD 4X4 TM DIESEL	8LBETF3N0H0365541	4JJ1PW3416	2016	0016106
28	VOLQUETA FB	HINO	VOLQUETA FB	NO DEFINIDO	FB112513476	W040B38773 5	1993	-

Fuente: GAD Municipal del Cantón La Troncal

2.2.1.1. Tipos de Mantenimiento

Para el análisis se citan únicamente aquellos que involucran un mantenimiento preventivo y correctivo pues son estos de mayor relevancia en el área de mantenimiento.

A continuación, en la tabla 10 se señalan los sistemas, los fallos o elementos de cada sistema para decidir si este fallo o elemento se adapta a un mantenimiento correctivo o preventivo.

Tabla 10: Tipos de mantenimiento a aplicarse según el fallo o elemento.

SISTEMAS	CODIGO	FALLOS	TIPOS DE MANTENIMIENTO	
			Correctivo	Preventivo
ALIMENTACION	A1	Filtro De Combustible	X	
	A2	Inyectores	X	X
	A3	Bomba De Alimentación	X	X
	A4	Tanque De Combustible	X	X
	A5	Filtro Racor	X	
	A6	Bomba De Inyección	X	X
	A7	Cañerías	X	X
	A8	Limpieza/Revisión		X
	A9	Fuga De Combustible	X	
	A10	Válvula		X
DISTRIBUCION	D1	Bandas	X	
	D2	Poleas	X	X
	D3	Rodamientos	X	X
	D4	Tensores	X	X
	D5	Cadenas	X	
	D6	Calibración De Bandas		X
LUBRICACION	L1	Bomba De Aceite	X	X
	L2	Filtro De Aceite	X	X
	L3	Fuga De Aceite	X	
REFRIGERACION	R1	Termostato	X	
	R2	Ventilador	X	X
	R3	Intercooler	X	X
	R4	Radiador	X	X
	R5	Bomba De Agua	X	X
	R6	Mangueras	X	
	R7	Fugas De Agua	X	
	R8	Limpieza/Revisión		X
ADMISION /ESCAPE	AE1	Filtro De Aire	X	X
	AE2	Múltiple De Adm/Esc	X	
	AE3	Catalizador	X	
	AE4	Silenciador	X	
	AE5	Turbo Compresor	X	

	AE6	Tubo De Escape	X	
MOTOR	M1	Block Motor	X	
	M2	Culata	X	
	M3	Pistones	X	
	M4	Biela	X	
	M5	Bujes	X	
	M6	Cigüeñal	X	
	M7	Chavetas	X	
	M8	Válvulas	X	
	M9	Guía De Válvula	X	
	M10	Árbol De levas	X	
	M11	Empaques	X	
ENCENDIDO	C1	Batería	X	X
	C2	Bujías De Pre calentamiento	X	
	C3	Cables	X	
TRANSMISION	C4	Reparación	X	
	T1	Caja De Cambios	X	
	T2	Cardán y Crucetas	X	
	T3	Diferencial	X	
	T4	Embrague	X	X
	T5	Llantas	X	X
	T6	Ejes Y Semiejes	X	
	T7	Fuga De Aceite Transmisión Retenedores	X	
	T8	Válvulas	X	
DIRECCION	V1	Brazos De Dirección	X	X
	V2	ABC De Dirección		X
	V3	Rodamientos	X	X
	V4	Rotulas	X	X
	V5	Articulaciones	X	X
	V6	Bomba Hidráulica	X	X
	V7	Caja De Dirección / Cremallera	X	X
	V8	Cañerías	X	
	V9	Limpieza/Revisión		X
	V10	Puntas de eje	X	
	V11	Bandas	X	
SUSPENSION	S1	Amortiguadores	X	
	S2	Barra Estabilizadora	X	
	S3	Ballestas	X	
	S4	Ejes, Pines, Bocines y Topes	X	
	S5	ABC Suspensión		X
	S6	Revisión		X
	S7	Rotulas	X	
FRENOS	F1	Compresor	X	
	F2	Cañerías De Aire e Hidráulicas	X	
	F3	Cilindros De Freno	X	
	F4	Tambores	X	
	F5	Disco De Freno	X	X
	F6	Zapatas Y Pastillas	X	
	F7	ABC De Frenos		X

	F8	Fuga / Rines De Aire	X	
	F9	Calibración De Frenos		X
	F10	Tensores de ajuste	X	
	F11	Neplos / Válvulas de aire	X	
	F12	Pulmón de Aire	X	X
	F13	Filtro de secado	X	
	F14	Ahogador	X	X
	F15	Hidrovac	X	
ELECTRICO	E1	Motor De Arranque	X	
	E2	Fusibles	X	
	E3	Relés	X	
	E4	Alternador	X	X
	E5	Batería	X	X
	E6	Iluminación	X	
	E7	Revisión		X
	E8	Bocina y Audio	X	X
	E9	Switch	X	
	E10	Sensores	X	X
	E11	Accesorios	X	X
HIDRAULICO	H1	Bomba Hidráulica	X	X
	H2	Retenes	X	
	H3	Válvulas	X	
	H4	Cañerías y Acoples	X	
	H5	Fugas De Aceite	X	
	H6	Hidráulico	X	
	H7	Cilindro Hidráulico	X	X
	H8	Depósito De Aceite	X	X
CHASIS /CARROCERIA	CH1	Sueldas		X
	CH2	Pintura	X	
	CH3	Pernos	X	
	CH4	Limpia Parabrisas	X	
	CH5	Chapas De Puerta Fisuradas	X	X

Fuente: Autores.

2.2.1.2. Datos Procesados

Para obtener el número de fallos total de la flota vehicular categoría N, se subdividió según su tipo, servicio y marca; camionetas (D-Max, Mazda), volquetas (Hino), recolectores (Chevrolet, Hino), tanqueros (Hino) y cabezal.

A continuación, se presenta en la tabla 11 un resumen que indica el número de fallos y costos que se han generado en la flota vehicular a lo largo de tres meses, detallado para cada unidad.

Tabla 11: Resumen general de fallos y costos para la flota vehicular del GAD.

Datos Generales				
Marca	Placa	# De Fallos	Costos	
CAMIONETAS	UMA-1150	26	\$ 5.522,57	
	UMA-1151	26	\$ 6.712,26	
	UMA-104	65	\$ 14.298,12	
	UMA-105	44	\$ 5.088,17	
	UMA-106	34	\$ 4.110,01	
	UMA-720	19	\$ 19,00	
	UEA-733	18	\$ 18,00	
	UEA-734	6	\$ 6,00	
	UEA-735	23	\$ 23,00	
	UEA-736	12	\$ 12,00	
	UEA-737	13	\$ 13,00	
	UEA-738	9	\$ 9,00	
	VOLQUETA HINO	UMA-101	14	\$ 2.662,73
		UMA-102	24	\$ 9.409,14
UMA-110		19	\$ 6.991,41	
UMA-111		33	\$ 8.087,17	
UEA-711		52	\$ 14.730,60	
UEA-713		11	\$ 9.497,25	
UEA-714		21	\$ 6.049,89	
SIN PLACA		5	\$ 611,52	
CHEVROLET RECOLECTOR	IMA-1333	6	\$ 1.944,32	
	IMA-1334	6	\$ 1.275,68	
	IMA-1335	18	\$ 5.152,86	
RECOLECTOR HINO GH	UMA-113	9	\$ 2.316,14	
	UMA-114	12	\$ 4.116,94	
TANQUERO HINO	UEA-709	12	\$ 1.869,84	
CABEZAL	UEA-710	9	\$ 2.177,06	
TOTAL		546	\$ 112.723,69	

Fuente: GAD Municipal del Cantón La Troncal.

A continuación, se realiza un procesamiento de datos con ayuda del teorema de Pareto, mismo que ayuda a determinar anomalías de una organización, establecer sus puntos de mejora y precisar un plan de acción primordial para refutar sus pérdidas.

El diagrama de Pareto es conocido como el diagrama 80-20 debido a que este determina que el porcentaje de causas equivale al 20% de elementos que afectan en un 80% de las consecuencias. Así se puede decir que identifica ese

bajo porcentaje de causas para actuar de manera idónea dentro de este grupo de sistemas.

Con ayuda de este Diagrama de Pareto se obtiene un estudio detallado de la condición de cada uno de esos vehículos. Esto significa identificar los sistemas automotrices que poseen mayor importancia para ser tomados en cuenta en el análisis de Mantenimiento Basado en la Criticidad.

2.2.1.3. Aplicación del Teorema de Pareto en las Volquetas.

Al ser este vehículo el que más se destaca dentro de la categoría N, se subdividió por sistemas y a su vez por elementos para ejemplificar el análisis se considera las volquetas que existen dentro del parque automotor únicamente.

Así tenemos en la tabla 12, una condensación de estos vehículos, donde se señala la cantidad de fallos y costos acumulados para cada sistema a lo largo de cierto periodo de tiempo.

Tabla 12: Tabulación de datos de Volquetas.

TABULACION POR SISTEMAS DE VOLQUETAS						
Sistema	# De Fallos	% De Fallos	Porcentaje De Fallos Acumulados	Costo	% De Costo	Porcentaje De Costo Acumulado
Frenos	39	22%	22%	\$13553,6	23%	23%
Suspensión	22	12%	34%	\$9668,93	17%	40%
Transmisión	29	16%	50%	\$9337,98	16%	56%
Hidráulico	9	5%	55%	\$8675,52	15%	71%
Eléctrico	44	25%	80%	\$6085,5	10%	82%
Dirección	5	3%	83%	\$3052,08	5%	87%
Chasis / Carrocería	8	4%	87%	\$2352	4%	91%
Refrigeración	6	3%	91%	\$1721,68	3%	94%
Alimentación	6	3%	94%	\$1209,6	2%	96%
Admisión / Escape	5	3%	97%	\$864,64	1%	97%
Motor	3	2%	98%	\$796,92	1%	99%
Encendido	2	1%	99%	\$455,84	1%	100%
Lubricación	1	1%	100%	\$265,44	0%	100%
Distribución	0	0%	100%	\$0	0%	100%
TOTAL	179	100%	....	\$ 58039,73	100%	....

Fuente: Autores

En base a los datos indicados en la tabla 12, se obtiene en la figura 6 el Diagrama de Pareto teniendo así 5 sistemas que son prioritarios, esto significa que un 20% de fallos acumulados repercuten en 80% del costo acumulado.

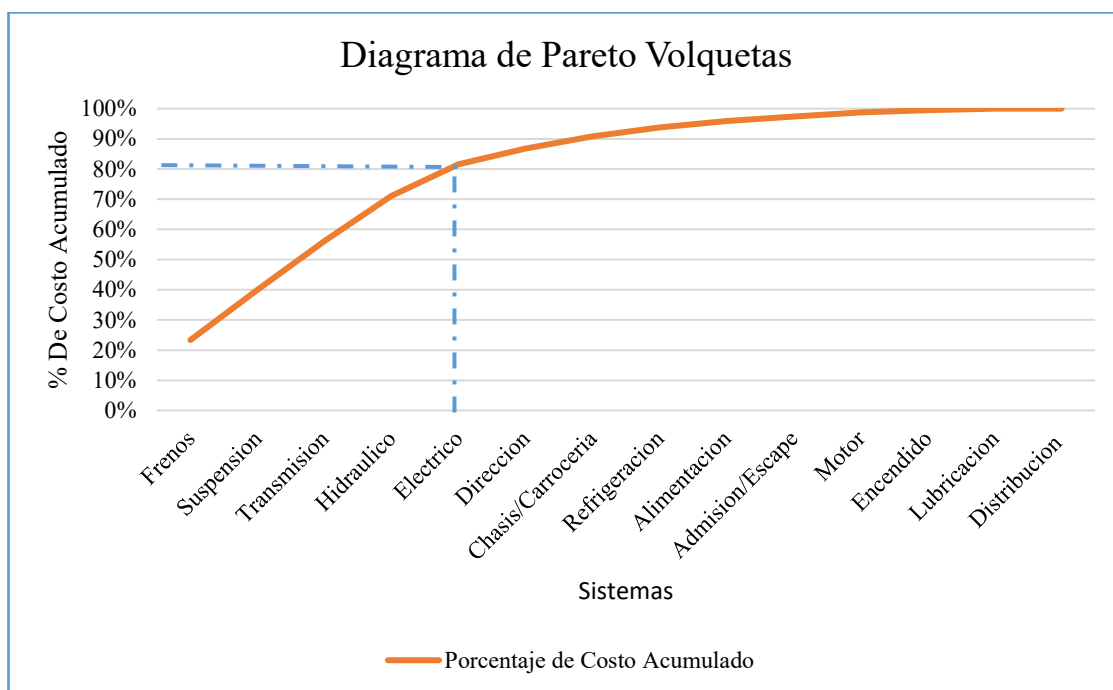


Figura 6: Análisis del Diagrama de Pareto para Volquetas.

Fuente: Autores.

En este caso para las volquetas se obtienen 5 sistemas prioritarios como lo son; los frenos, la suspensión, la transmisión, el sistema hidráulico y eléctrico; ante los demás, estos ayudarán posteriormente para ser analizados mediante la metodología de criticidad aplicado a todos aquellos vehículos que posee el GAD dentro de esta categoría para poder generar un plan de mantenimiento adecuado en donde se concentren los recursos en aquellos elementos que más lo requieran.

Posteriormente se analiza las fallas que poseen cada uno de los elementos considerados más críticos según el diagrama de Pareto.

Tabla 13: Datos para establecer el diagrama de Pareto obtenidos por elemento de volquetas.

DATOS POR ELEMENTO DE VOLQUETAS							
Código	Actividad / Elemento	Numero de Fallos	% De Fallos	% Fallos Acumulado	Costo Por Actividad	% De Costo	% Costo Acumulado
H1	Cambio de bomba hidráulica de toma fuerza y de volteo.	3	2%	2%	\$ 6552	11%	11%
T4	Cambio y calibración de embrague o reparación de horquilla	7	4%	6%	\$ 5382,17	9%	21%
S3	Cambio o reparación de ballestas	11	7%	13%	\$ 4809,75	8%	29%
E7	Revisión de cableado y estado de componentes.	7	4%	17%	\$ 4415,04	8%	36%
E6	Faros, guía, halógenos, silbines, flashers, lunas	18	11%	28%	\$ 3157,84	5%	42%
S4	Cambio de juego de pines, bocines o topes	8	5%	33%	\$ 3110,8	5%	47%
F12	Pulmón, ventosas, cauchos y varillaje pulmón	9	5%	38%	\$ 2902,6	5%	52%
T1	Jgo. De clavos, simbras, patines, bases, varillaje de caja de cambios	8	5%	43%	\$ 2078,38	4%	56%
F3	Cambio de cilindros de frenos	5	3%	46%	\$ 1893,7	3%	59%
V6	Cambio de filtro o bomba hidráulica de la dirección	2	1%	47%	\$ 1850,54	3%	62%
R4	Cambio, mantenimiento de radiador y elementos	5	3%	50%	\$ 1567,6	3%	65%
H7	Kit de reparación de cilindro hidráulico telescopio	1	1%	51%	\$ 1450,4	2%	67%
CH1	Suelda de visera del balde	2	1%	52%	\$ 1248,8	2%	70%
F10	Cambio o ajuste de tensor de ajuste posteriores y delanteros	3	2%	54%	\$ 1177,72	2%	72%
CH5	Reparación del balde, capot y cabina	4	2%	56%	\$ 968,8	2%	73%

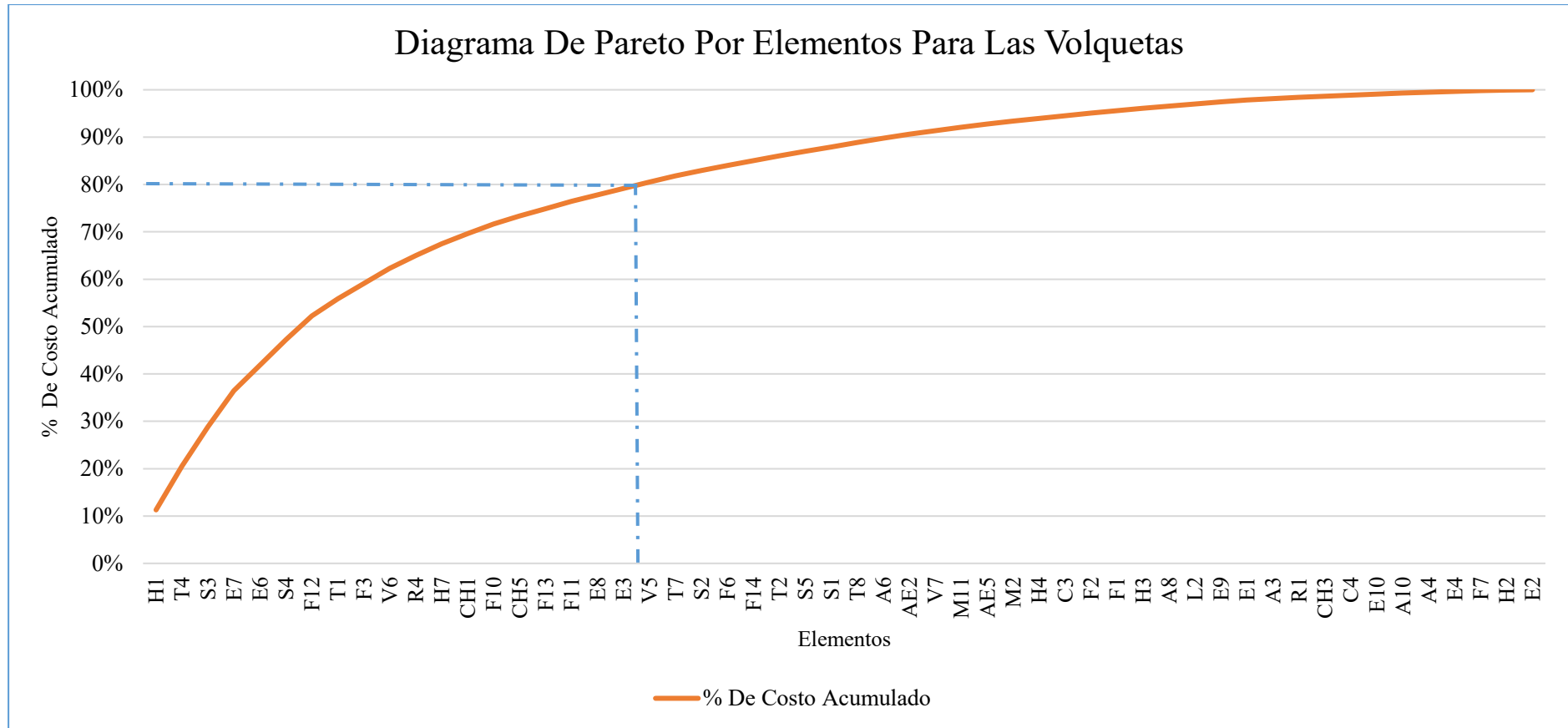
F13	Cambio de filtro secador del aire armado	2	1%	58%	\$ 901,6	2%	75%
F11	Cambio o reparación de válvulas y neoplos de aire	4	2%	60%	\$ 898,02	2%	76%
E8	Cambio o reparación de bocina, amplificador, corneta	4	2%	62%	\$ 811,91	1%	78%
E3	Cambio de Relay	5	3%	65%	\$ 779,52	1%	79%
V5	Cambio de terminales de la dirección	2	1%	67%	\$ 770,34	1%	81%
T7	Cambio de retenedores del cono, corona	5	3%	70%	\$ 762,5	1%	82%
S2	Cambio de barra comando	1	1%	70%	\$ 648,55	1%	83%
F6	Cambio de juego de revestimiento zapatas	1	1%	71%	\$ 621,6	1%	84%
F14	Cambio de trompo, base, y mantenimiento del ahogador	4	2%	73%	\$ 603,6	1%	85%
T2	Crucetas genuinas	1	1%	74%	\$ 577,9	1%	86%
S5	Mantenimiento suspensión posterior	1	1%	75%	\$ 560	1%	87%
S1	Amortiguadores delanteros	1	1%	75%	\$ 539,84	1%	88%
T8	Válvula del grupo del cambio genuino	2	1%	76%	\$ 537,04	1%	89%
A6	Juego de lanas de la bomba de inyección	1	1%	77%	\$ 535,36	1%	90%
AE2	Reparación escape	3	2%	79%	\$ 489,44	1%	91%
V7	Cambio o reparación del cajetín de la dirección	1	1%	79%	\$ 431,2	1%	91%
M11	Cambio de empaque de balancín, tapa de válvulas	2	1%	81%	\$ 428,96	1%	92%
AE5	Reparación y mantenimiento del turbo	2	1%	82%	\$ 375,2	1%	93%
M2	Cambio de empaque del cabezote	1	1%	82%	\$ 367,96	1%	93%

H4	Cambio de mangueras, acoples y limpieza de cañerías hidráulicas	3	2%	84%	\$ 328,16	1%	94%
C3	Cambio de cables	1	1%	85%	\$ 321,44	1%	95%
F2	Reparación de cañerías que van a los pulmones	4	2%	87%	\$ 313,6	1%	95%
F1	Empaque del compresor y pulmón	3	2%	89%	\$ 307,67	1%	96%
H3	Cambio o reparación de válvula de bloqueo de la palanca genuino	1	1%	90%	\$ 288,96	0%	96%
A8	Cambio de cable del acelerador	2	1%	91%	\$ 277,76	0%	97%
L2	Cambio de filtro de aceite genuino	1	1%	92%	\$ 265,44	0%	97%
E9	Cambio Swich de la traba hidráulica	2	1%	93%	\$ 255,36	0%	97%
E1	Reparación masa de arranque	1	1%	93%	\$ 229,6	0%	98%
A3	Cambio o reparación de bomba auxiliar de combustible	1	1%	94%	\$ 168	0%	98%
R1	Cambio de Termostato	1	1%	95%	\$ 154,08	0%	98%
CH3	Cambio de pernos de la base de la caja	1	1%	95%	\$ 134,4	0%	99%
C4	Reparación sistema de encendido	1	1%	96%	\$ 134,4	0%	99%
E10	Sensor de velocidad	1	1%	96%	\$ 128,8	0%	99%
A10	Válvula para purgar el tanque	1	1%	97%	\$ 122,08	0%	99%
A4	Limpieza y reparación tanque de combustible	1	1%	98%	\$ 106,4	0%	99%
E4	Reparación de alternador	1	1%	98%	\$ 100,8	0%	100%
F7	Calibración de embrague y frenos	1	1%	99%	\$ 89,6	0%	100%
H2	Cambio de retenedor de la bomba hidráulica	1	1%	99%	\$ 56	0%	100%
E2	Reparación porta fusibles	1	1%	100%	\$ 50,4	0%	100%

Total	179	100%	\$ 58039,63	100%
-------	-----	------	-------	-------------	------	-------

Fuente: Autores.

Con los datos de la tabla 13 se procede a determinar cuáles son los elementos que requieren mayor prioridad; a continuación, en la figura 7 se tiene el diagrama de Pareto para la flota de volquetas.



*Figura 7: Diagrama de Pareto por elemento de las volquetas.
Fuente: Autores.*

La figura 7, representa los elementos de las volquetas que se deben priorizar para la elaboración del plan de mantenimiento, teniendo 13 elementos considerados de mayor criticidad como lo es; el embrague, bomba hidráulica, pulmón de aire, caja de cambios tensores de ajuste, válvulas de aire, filtro de secado, ABC de suspensión, bomba de inyección, ejes, pines bocines, topes, articulaciones y culata.

Elaboración del Plan de Mantenimiento Basado en la Criticidad

En la presente sección, se planteará el plan de mantenimiento para la flota vehicular categoría N del GAD de La Troncal, para lo cual se indicará los índices de criticidad, en base a estos establecer cuáles de ellos son considerados más críticos, para posteriormente elaborar el plan de mantenimiento adecuado para la flota de vehículos.

3.1.Elaboración del Plan de Mantenimiento

Como se describió anteriormente un plan de mantenimiento es un elemento de vital importancia para gestionar una empresa, pues dicta actividades periódicas y predictivas con la finalidad de mantener la flota de vehículos en las condiciones más óptimas y así reducir los tiempos de parada además de costos de reparaciones.

Para poder elaborar este plan, se parte del historial previo y de considerar aquellos que son más críticos con la finalidad de optimizarlos de forma que se pueda calcular costos de repuesto y operaciones de mantenimiento independientes para cada vehículo.

3.2.Elaboración del Plan de Mantenimiento Integral

Basados en que un plan de mantenimiento adecuado siempre tiene como finalidad conllevar una relación directa entre confiabilidad y disponibilidad, se determina que un plan de mantenimiento integral ayuda de mejor manera a llevar un correcto control sobre los vehículos y disminuir riesgos que afecten a estos en la ejecución y tiempo de actividades.

Este mantenimiento consiste en:

Actividades de Mantenimiento diarias.

Actividades de Mantenimiento semanales.

Actividades de Mantenimiento por kilometraje.

3.2.1. Actividades de Mantenimiento diarias.

Estas actividades también son conocidas como de visualización, que consiste en verificar los componentes externos que forman parte del vehículo para poder funcionar de forma adecuada. Estas deben llevarse a cabo por parte del operador de la unidad antes y después de utilizar el vehículo.

3.2.2. Actividades de Mantenimiento semanales.

Estas actividades se aplican a componentes externos de los sistemas pertinentes de los vehículos. Las actividades de mantenimiento establecen niveles de acciones, que se tienen que efectuar por parte del operador cada vez que el vehículo concluya su jornada laboral.

Tanto las actividades de mantenimiento diario como semanales son primordiales para que las unidades se encuentren en condiciones ideales para un buen rendimiento; de esta manera en la tabla 14 se plantea una hoja de revisión que facilite al operador y al técnico llevar a cabo la revisión de los aspectos más importantes de los vehículos en donde se puede indicar si el estado es bueno (B), regular (R), o malo (M), acompañado de una respectiva observación.

Tabla 14: Hoja de inspección vehicular diaria / semanal.

HOJA DE INSPECCION DIARIA / SEMANAL		
EQUIPO:	N° INSTITUCIONAL:	
MARCA:	MODELO:	
KILOMETRAJE:	PLACA:	
OPERADOR:	FECHA:	
INSPECCIÓN	ESTADO (X)	OBSERVACIONES
	B R M	
VISUAL	Testigos de funcionamiento	
	Estado de neumáticos	
	Luz de freno	
	Luces altas y bajas	
	Luz de parqueo	
	Luces direccionales posteriores y frontales	
	Fugas de líquidos	
	Tensión de bandas	
	Funcionamiento Limpiaparabrisas	
	NIVELES	Nivel de aceite de motor
Nivel de aceite hidráulico		
Nivel de combustible		
Líquido de dirección		
Líquido refrigerante		

	Líquido limpiaparabrisas
	Líquido embrague
	Purga de filtro racor
	Verificar opacidad de gases de escape
Otros	Revisar estado de suspensión
	Revisar presión de neumáticos
	Revisar extintor, botiquín, triángulos y chaleco reflector
OTRAS OBSERVACIONES	
1	
2	
3	
4	
5	
TECNICO RESPONSABLE	
FIRMA	

Fuente: Autores.

3.2.3. Actividades de Mantenimiento por kilometraje.

Estas actividades están emitidas por el fabricante bajo normas elaboradas por ellos con el fin de permitir conocer de cerca cuales son las principales actividades de mantenimiento.

3.3. Evaluación de Criticidad por Elemento de Volquetas.

La tabla 14, representa el cálculo de la criticidad partiendo de un análisis de Factor de consecuencias, esta subdividido en: Impacto Operacional, Factor de Flexibilidad Operacional, Costos de Mantenimiento, Impacto Medio Ambiente, Impacto de Seguridad, Factor de Frecuencia y Consecuencia, para obtener cada valor se trabaja con la tabla 2: Factores y Consecuencia del capítulo 1 y finalmente calcular la criticidad de las Volquetas.

Tabla 15. Cálculo de la Criticidad por elementos para las Volquetas.

Código	Actividad / Elemento	Numero De Fallos	Costo Por Actividad	CRITICIDAD POR ELEMENTO DE VOLQUETAS					Factor De Frecuencia (Ff)	Consecuencia	Criticidad
				FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)							
				Impacto Operacional (IO)	Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Costos De Mantenimiento (CM)	Impacto Medio Ambiente (IMA)	Impacto Seguridad (IS)			
H1	Cambio de bomba hidráulica de toma fuerza y de volteo.	3	\$ 6552	3	4	3	1	2	3	16	48
T4	Cambio y calibración de embrague o reparación de horquilla	7	\$ 5382,17	2	2	3	1	3	5	16	80
S3	Cambio o reparación de ballestas	11	\$ 4809,75	1	1	3	1	2	5	13	65
E7	Revisión de cableado y estado de componentes.	7	\$ 4415,04	3	1	3	1	2	5	15	75
E6	Faros, guía, halógenos, silbines, flashers, lunas	18	\$ 3157,84	1	1	3	1	1	5	12	60
S4	Cambio de juego de pines, bocines o topes	8	\$ 3110,8	1	1	3	1	2	5	13	65
F12	Pulmón, ventosas, cauchos y varillaje pulmón	9	\$ 2902,6	2	2	2	1	3	5	15	75
T1	Jgo. De clavos, simbras, patines, bases, varillaje de caja de cambios	8	\$ 2078,38	3	4	2	1	2	5	17	85
F3	Cambio de cilindros de frenos	5	\$ 1893,7	1	3	2	1	1	5	13	65
V6	Cambio de filtro o bomba hidráulica de la dirección	2	\$ 1850,54	1	4	2	1	2	4	14	56

R4	Cambio, mantenimiento de radiador y elementos	5	\$ 1567,6	1	1	2	1	2	5	12	60
H7	Kit de reparación de cilindro hidráulico telescopio	1	\$ 1450,4	2	4	2	1	1	3	13	39
CH1	Suelda de visera del balde	2	\$ 1248,8	1	1	2	1	2	4	11	44
F10	Cambio o ajuste de tensor de ajuste posteriores y delanteros	3	\$ 1177,7 2	1	1	2	1	2	4	11	44
CH5	Reparación del balde, capot y cabina	4	\$ 968,8	2	1	2	1	3	4	13	52
F13	Cambio de filtro secador del aire	2	\$ 901,6	1	1	2	1	2	4	11	44
F11	Cambio o reparación de válvulas y neplos de aire	4	\$ 898,02	2	2	2	1	1	4	12	48
E8	Cambio o reparación de bocina, amplificador, corneta	4	\$ 811,91	1	1	2	1	1	3	9	27
E3	Cambio de Relays	5	\$ 779,52	1	1	2	1	1	4	10	40
V5	Cambio de terminales de la dirección	2	\$ 770,34	1	2	2	1	2	3	11	33
T7	Cambio de retenedores del cono, corona	5	\$ 762,5	1	1	2	1	1	4	10	40
S2	Cambio de barra comando	1	\$ 648,55	1	1	2	1	1	3	9	27
F6	Cambio de juego de revestimiento zapatas	1	\$ 621,6	1	1	2	1	2	3	10	30
F14	Cambio de trompo, base, y mantenimiento del ahogador	4	\$ 603,6	1	4	2	1	2	4	14	56
T2	Cambio de crucetas	1	\$ 577,9	1	3	2	1	1	3	11	33

S5	Mantenimiento suspensión posterior	1	\$ 560	1	1	2	1	2	3	10	30
S1	Amortiguadores delanteros	1	\$ 539,84	1	1	2	1	1	3	9	27
T8	Válvula del grupo del cambio	2	\$ 537,04	1	4	2	1	2	3	13	39
A6	Juego de laines de la bomba de inyección	1	\$ 535,36	1	2	2	1	1	3	10	30
AE2	Reparación escape	3	\$ 489,44	1	3	2	1	2	4	13	52
V7	Cambio o reparación del cajetín de la dirección	1	\$ 431,2	2	4	2	1	1	3	13	39
M11	Cambio de empaque de balancín, tapa de válvulas	2	\$ 428,96	2	3	2	1	1	4	13	52
AE5	Reparación y mantenimiento del turbo	2	\$ 375,2	2	4	2	1	1	4	14	56
M2	Cambio de empaque del cabezote	1	\$ 367,96	1	3	2	1	2	3	12	36
H4	Cambio de mangueras, acoples y limpieza de cañerías hidráulicas	3	\$ 328,16	1	1	2	1	1	3	9	27
C3	Cambio de cables	1	\$ 321,44	2	2	2	1	1	3	11	33
F2	Reparación de cañerías que van a los pulmones	4	\$ 313,6	1	3	2	1	1	4	12	48
F1	Empaque del compresor y pulmón	3	\$ 307,67	1	3	2	1	1	4	12	48
H3	Cambio o reparación de válvula de bloqueo de la palanca	1	\$ 288,96	1	4	2	1	1	3	12	36
A8	Cambio de cable del acelerador	2	\$ 277,76	1	3	2	1	1	3	11	33

L2	Cambio de filtro de aceite genuino	1	\$ 265,44	1	3	2	1	1	4	12	48
E9	Cambio Swich de la traba hidráulica	2	\$ 255,36	1	3	2	1	1	4	12	48
E1	Reparación masa de arranque	1	\$ 229,6	1	1	2	1	1	3	9	27
A3	Cambio o reparación de bomba auxiliar de combustible	1	\$ 168	2	2	1	1	1	3	10	30
R1	Cambio de Termostato	1	\$ 154,08	1	3	1	1	1	3	10	30
CH3	Cambio de pernos de la base de la caja	1	\$ 134,4	1	3	1	1	2	3	11	33
C4	Reparación sistema de encendido	1	\$ 134,4	1	2	1	1	1	3	9	27
E10	Sensor de velocidad	1	\$ 128,8	1	3	1	1	1	3	10	30
A10	Válvula para purgar el tanque	1	\$ 122,08	1	3	1	1	1	3	10	30
A4	Limpieza y reparación tanque de combustible	1	\$ 106,4	1	3	1	1	1	3	10	30
E4	Reparación de alternador	1	\$ 100,8	1	1	1	1	1	3	8	24
F7	Calibración de embrague y frenos	1	\$ 89,6	1	3	1	1	1	3	10	30
H2	Cambio de retenedor de la bomba hidráulica	1	\$ 56	1	1	1	1	1	3	8	24
E2	Reparación porta fusibles	1	\$ 50,4	1	3	1	1	1	3	10	30

Fuente: Autores.

3.4. Plan de Mantenimiento para Volquetas.

A continuación, en la tabla 16 se indica el plan de mantenimiento establecido para las volquetas tanto Hino como Chevrolet, en el cual se realiza mayor énfasis en aquellos elementos como actividades consideradas más críticos, se establece intervalos de 5000 kilómetros para la elaboración de actividades de cada uno de los sistemas, empezando así en 1000km hasta los 100000 km.

En la tabla 15 se establecen los indicadores que permiten dar a conocer las actividades prioritarias, rasgos e importancia distintiva para cada una de las acciones que se deben realizar dentro del plan de mantenimiento integral.

Tabla 16: Indicador de actividades y priorización.

INDICADORES DE ACTIVIDAD	
NOMENCLATURA	ACTIVIDAD - EJECUCIÓN
I	Inspeccionar, Ajustar, Comprobar o Verificar
R	Reparar
S	Sustituir
L	Lubricar
P	Limpiar
D	Drenar
COLOR	PRIORIZACIÓN
Rojo	Muy Importante
Amarillo	Importante
Verde	Poco importante

Fuente: Estudiantes

Tabla 17: Plan de mantenimiento integral para volquetas.

ACTIVIDADES	KM/H x 100																				
	10	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Sistema de Alimentación.																					
Filtro primario		I/P		I/P		S/P		I/P		I/P		S/P		I/P		I/P		S/P		I/P	
Filtro secundario		I/P		I/P		S/P		I/P		I/P		S/P		I/P		I/P		S/P		I/P	
Filtro purificador de aire		I/P		I/P		S/P		I/P		I/P		S/P		I/P		I/P		S/P		I/P	
Sensor MAF														I							
Filtro de combustible			S		S		S		S		S		S		S		S		S		
Filtro Racor																S					
Limpieza de tanque de combustible						P					P					P				P	
Sistema de entrada de aire				I			I			I			I			I			I		
Mangueras, Cañerías de combustible	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		
Turbo								I/P							I/P						
Calibración de Inyectores							I/P						I/P						I/P		
Filtro de la bomba de alimentación							I/P						I/P						I/P		
Cable del acelerador											I									S	
Juego de lanas de la bomba de inyección																				S	
Bomba auxiliar de combustible											R/S									R/S	
Válvula para purgar el tanque						I					I					I				I	
Sistema de Distribución																					
Cojinetes de balanceo del eje			P/L			P/L			P/L			P/L			P/L			P/L		P/L	
Rodamiento central			P/L			P/L			P/L			P/L			P/L			P/L		P/L	

Poleas de la bomba de agua, cigüeñal y alternador											I											S	
Lubricación de los bujes, ejes y rodamientos											I/L											I/L	S
Correa del acondicionador de aire											I/L											I/L	S

Sistema de Lubricación

Cambiar filtro de aceite	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cambiar aceite de motor	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Nivel de aceite de los mandos finales	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Revisar el nivel del aceite de Transmisión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Aceite del diferencial delantera y posterior.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cambiar aceite hidráulico								S							S							S	
Cambiar aceite de transmisión				S					S					S				S					S
Filtro de aceite hidráulico								S						S								S	S
Cambiar aceite de los diferenciales				S					S					S								S	S
Aceite de los mandos finales				S																			

Sistema de Refrigeración

Tapa del radiador				I							I										I	
Drenar y lavar el sistema de refrigeración							P/S				P/S					P/S						P/S
Termostato del motor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Cambio, mantenimiento de radiador y elementos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cambio de Termostato																			S
Sistema de Transmisión																			
Chequear y reajustar pernos de las bases de la transmisión										I									I
Engrasar partes móviles. (Crucetas, rotulas, etc.)	P/L		P/L		P/L		P/L		P/L		P/L		P/L		P/L		P/L		P/L
Revisar la presión de los neumáticos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Verificar ajuste de pernos de las ruedas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Revisar y ajustar los soportes de los ejes y transmisión				I				I				I				I			I
Cambio de neumáticos																		S	
Calibración de embrague										I									S
Cambio de retenedores del cono, corona										I									S
Jgo. de clavos, simbras, patines, bases, varillaje de caja de cambios						I						I						I	
Cambio o reparación de válvula de bloqueo de la palanca												I							S
Cambio de crucetas												I							S
Motor																			
Comprobar la compresión y ejecutar la prueba de																		I	I

Cambio de retenedor de la bomba hidráulica																		S
Kit de reparación de cilindro hidráulico telescópico																		S
Sistema de Frenos																		
Chequear la operación de pastillas de freno y de bloqueo		I		I		I		I		I		I		I				
Reparación de cañerías que van a los pulmones						I												I
Cambio de Pulmón, ventosas, cauchos y varillaje						I												S
Cambio de cilindros de frenos						I												S
Cambio de juego de revestimiento zapatas.				R/S				R/S					R/S					
Verificar el desgaste del freno de servicio y de parqueo).		I		I		I		I		I		I		I				
Cambio o reparación de válvulas y neoplos de aire																		S
Cambio de trompo, base, y mantenimiento del ahogador.																		S
Sistema Eléctrico																		
Chequear el estado del motor de arranque.		I		I				I									R	

Revisar el estado del alternador.		I		I		I		I		I				I	I
Chequear el estado de la batería.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S
Cambio o reparación de bocina, amplificador, corneta														I	S
Cambio de Relay														I	S
Cambio Swich de la traba hidráulica														I	I/S
Sensor de velocidad														I	I/S
Reparación porta fusibles														I	I/S
Revisión de cableado y estado de componentes.		I			I			I					I		I
Faros, guía, halógenos, silbines, flashers, lunas		I						I							S
Chequear los contactos del sistema eléctrico		I			I			I					I		I
Sistema de Suspensión															
Comprobar el estado del pin central y de los bujes.			I					I						I	
Inspeccionar los ejes y bujes de los brazos			I					I						I	
Cambio o reparación de ballestas						I								R/S	
Cambio de juego de pines, bocines o topes														R/S	
Amortiguadores delanteros		I			I		S		I		I			S	
Sistema de Encendido															

Comprobar el estado de bujías de precalentamiento	S			S			S		S
Reparación sistema de encendido				I					S
Sistema de Dirección									
Bomba hidráulica		I							R/S
Cambio de terminales			I			I		I	S
Cambio de barra comando	I		I		I		I	I	I

Fuente: Estudiantes

Conclusiones y Recomendaciones.

4.1. Conclusiones

Se llevó a cabo un compendio bibliográfico en el cual se estableció los fundamentos que permiten comprender aquellos aspectos considerados más relevantes para la realización del plan de mantenimiento basado en la criticidad para los vehículos.

La flota vehicular que se comprende dentro de este proyecto técnico fueron únicamente aquellos que pertenecen a la categoría N (semipesados), mismos que integran camionetas, volquetes, recolectores, tanqueros y cabezales; dando un total de 28 vehículos que comprenden esta categoría.

Se diagnosticó el estado en el que se encuentra actualmente la flota vehicular, para lo cual se parte de un respectivo análisis de la organización del departamento de mantenimiento, el organigrama de procesos de mantenimiento y análisis de toda la flota en donde se indica el número de fallos y costos (tabla 11), generados en un periodo de tres meses para toda la flota.

Se planteó una hoja de actividades diarias o semanales para un mejor control de los vehículos que disminuyan riesgos y maximicen la operabilidad de la flota, posteriormente desarrollar el Plan de Mantenimiento para las camionetas y otro para volquetas, tanqueros, recolectores y cabezales, en base a la información procesada dentro del capítulo 2, se procedió a evaluar la criticidad considerando ciertos aspectos como; el número de fallos, el costo por actividades, el factor de consecuencias, el factor de frecuencia, consecuencia y criticidad; así mismo con la información procesada y con el cálculo de criticidad se procedió a elaborar el plan de mantenimiento con ayuda de manuales, guías y en base a experiencias de un profesional en el área, se plantea intervalos de 5000 km para cada actividad, con ayuda de una tabla de indicadores en

donde se señala las actividades y la priorización de cada una de estas, con el fin de facilitar al usuario la acción a llevar a cabo para cada uno de estos vehículos

4.2. Recomendaciones

Se recomienda al departamento de mantenimiento y transporte del Gad Municipal Del Cantón La Troncal la implementación del Plan de Mantenimiento que se propuso, puesto que está elaborado para toda la flota que se encuentra dentro de la categoría N con el fin de mantener en óptimas condiciones para su respectivo trabajo, y la mayor disponibilidad posible evitando paros no programados.

Se recomienda además que aquellos técnicos que se encuentren dentro del área de mantenimiento vehicular sea personal altamente capacitado para que sus actividades sean óptimas y eficaces al momento que se presenten anomalías repentinas.

También se recomienda que se lleve un correcto archivo tanto de las actividades diarias como de los mantenimientos a largos periodos puesto que estos ayudan a maximizar la vida útil de los elementos y reducir pérdidas económicas; de la misma forma las ordenes de trabajo y las solicitudes de repuestos.

Finalmente se recomienda que dentro de las ordenes de trabajo se contemple los tiempos de ejecución para cada actividad, ya que estas nos ayudaran a estimar tiempos que el vehículo estará inoperable.

Bibliografía

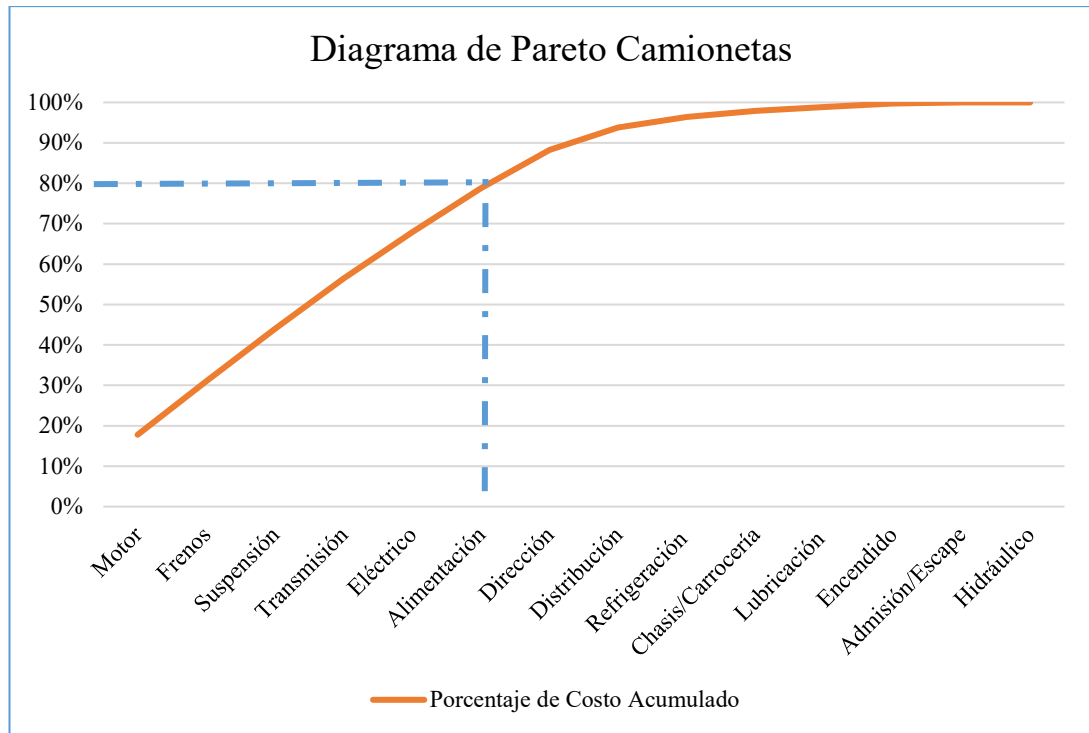
- [1] Chillo, B. M., & Ochoa, F. S. (2020). Diseño de una solución business intelligence para la gestión de información del departamento de predios urbanos del Gad Municipal del Cantón La Troncal. *Repositorio de La Universidad Estatal de Milagro*.
- [2] Del Castillo, A. M., Brito, M. ., & Fraga, E. (2009). Análisis de criticidad personalizados. *Ingenieria Mecanica Vol 12*, 1–12.
- [3] Garrido, S. (2010). *Organizacion y gestión integral de mantenimiento* (E. Díaz de Santos (Ed.)).
- [4] *Gobierno autónomo descentralizado del Cantón La Troncal*. (n.d.).
- [5] Gonzales, J. J., Guerrero, P. M., Linares, A., & Amat, D. (2015). *Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de planta de tratamiento de agua y plantas depuradoras* (E. S.L. (Ed.); 5ta ed.).
- [6] Huerta, R. (2000, September). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. *Congreso Cubano de Ingenieria Mecanica*, 7.
- [7] Iglesias, J. M. (2015). *Mantenimiento correctivo de electrodomésticos de gama industrial* (E. S.A. (Ed.); 5ta ed.).
- [8] Ingeniera En Contabilidad Y Auditoría, T. DE, Beatriz Sumba Remache, G., & Alfredo Eduardo Figueroa Zaldumbide, L. (n.d.). *Portada universitaria nacional de Chimborazo facultad de ciencias politicas y administrativas carrera de contabilidad y auditoría proyecto de investigación*.
- [9] Jiménez, F. (2018). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial* (I. Editorial (Ed.); 1ra ed.). CADI.
- [10] Llanes, A. A., Martín, H. G., & Pascual, K. H. (2008, January). Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros. *Revista Centro Azucar*, 7.
- [11] Molina, J. (2013). Mantenimiento y seguridad industrial. *Gestion de Riesgos*, 1, 11.
- [12] Neto, E. O. (2008). *Mantenimiento Industrial*.
- [13] *NTE INEN 2656 Clasificación vehicular*. (2016).
- [14] Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010, August). Tecnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia et Technica*, 4.
- [15] Primero, D. (2015). Manual para gestion de mantenimiento correctivo de equipos biomedicos en la fundacion valle de Lili. *Revista Ingeniería Biomedica*, 7.
- [16] Ramírez, J. C., Fernando, H., Universidad, M., Francisco, D., De Caldas, J., & Tecnológica, F. (2017). *Elaboración de un análisis de criticidad para la atracción xtreme del parque mundo aventur, tomando como referencia las normas, SAE JA1011 Y SAE JA1012*.

Anexo A

Tabulación de datos de los vehículos

TABULACION POR SISTEMAS DE CAMIONETAS						
Sistema	# De Fallos	Porcentaje de Fallos	Porcentaje de Fallos Acumulados	Coste	Porcentaje de Costo	Porcentaje de Costo Acumulado
Motor	30,00	12%	12%	\$ 6460,01	18%	18%
Frenos	30,00	12%	25%	\$ 4801,13	13%	31%
Suspensión	37,00	15%	40%	\$ 4713,28	13%	44%
Transmisión	31,00	13%	53%	\$ 4517,06	12%	56%
Eléctrico	37,00	15%	68%	\$ 4177,82	11%	68%
Alimentación	14,00	6%	74%	\$ 3944,44	11%	79%
Dirección	18,00	7%	81%	\$ 3441,58	9%	88%
Distribución	21,00	9%	90%	\$ 2033,47	6%	94%
Refrigeración	10,00	4%	94%	\$ 932,87	3%	96%
Chasis/Carrocería	6,00	2%	96%	\$ 561,12	2%	98%
Lubricación	1,00	0%	97%	\$ 347,20	1%	99%
Encendido	7,00	3%	100%	\$ 317,97	1%	100%
Admisión/Escape	1,00	0%	100%	\$ 89,60	0%	100%
Hidráulico	0,00	0%	100%	\$ 0,00	0%	100%
Total	243	24300%	....	\$ 36337,56	3633756%	....

Figura A. 1 Tabulación por sistemas de las Camionetas
Fuente: Autores.



*Figura A. 2 Diagrama de Pareto por sistemas para las Camionetas.
Fuente: Autores.*

DATOS POR ELEMENTOS CAMIONETAS							
Código	Descripción/Elemento	Numero de fallos	% De Fallos	% De fallos acumulados	Costos	% De Costos	% Costos acumulado
M12	Reparación motor	23	10%	10%	6000,29	16%	16%
A8	Mantenimiento del cuerpo de aceleración	5	2%	12%	1962,24	5%	22%
S7	Juego de rotulas inferiores y superiores	10	4%	16%	1886,32	5%	27%
E11	Aire Acondicionado	8	3%	19%	1822,91	5%	32%
F15	Revisión y cambio del hidrovac	4	2%	21%	1777,38	5%	37%
V2	Terminales de la dirección	6	2%	23%	1541,30	4%	41%
T2	Cambio de crucetas / tricetas	9	4%	27%	1493,40	4%	45%
T4	Kit de embrague	9	4%	31%	1413,46	4%	49%
A3	Cambio de la bomba de combustible	5	2%	33%	1202,96	3%	52%
S4	Juego de bocines del plato superior e inferior	9	4%	36%	1090,82	3%	55%
T5	Cilindro y Rodillo de rueda posterior	6	2%	39%	1054,48	3%	58%
F6	Cambio de juego de pastillas	6	2%	41%	865,18	2%	61%
F3	Cambio del cilindro principal del freno	3	1%	43%	864,91	2%	63%
V11	Banda de la dirección	6	2%	45%	772,50	2%	65%
E6	Bombillo stop, Guía	10	4%	49%	750,96	2%	67%
D2	Poleas del motor	10	4%	53%	736,40	2%	69%
D4	Templadores de banda	4	2%	55%	717,92	2%	71%
F6	Revisión y cambio del juego de zapatas	5	2%	57%	690,20	2%	73%
S2	Juego y cauchos de barras estabilizadoras	6	2%	60%	687,62	2%	75%
D1	Banda de distribución	6	2%	62%	617,23	2%	77%
V4	Juego de rotulas inferiores y superiores	2	1%	63%	575,8032	2%	78%
A2	Calibración de inyectores	1	0%	63%	537,6	1%	80%
F7	ABC de frenos	8	3%	67%	452,82	1%	81%
E1	Reparación del motor de arranque	7	3%	69%	451,36	1%	82%
S1	Amortiguadores delanteros	2	1%	70%	425,13	1%	83%
R5	Cambio de la bomba de agua	2	1%	71%	395,72	1%	85%
E7	Reparación del Sistema Eléctrico, Reparación tablero interior y Trompo de freno.	3	1%	72%	362,88	1%	86%
M11	Empaque tapa válvula	6	2%	75%	353,33	1%	86%
L1	Bomba de Aceite	1	0%	75%	347,2	1%	87%
R1	Cambio del termostato	4	2%	77%	343,95	1%	88%
S5	Alineación y balanceo	6	2%	79%	342,72	1%	89%
E10	Mantenimiento de la ECU	3	1%	81%	332,64	1%	90%
T3	Rodillo externo e interno del cono del diferencial	4	2%	82%	323,90	1%	91%
E4	Reparación del alternador	3	1%	83%	305,76	1%	92%
T7	Retenedores de la rueda	2	1%	84%	294,65	1%	93%
S3	Reparación y cambio de ballestas	3	1%	86%	280,67	1%	94%
CH2	Servicio de latonería	1	0%	86%	257,6	1%	94%
A4	Limpieza del tanque de combustible	4	2%	88%	241,64	1%	95%
CH5	Arreglo de chapas	4	2%	89%	213,92	1%	95%
C3	Cables de bujías	2	1%	90%	173,04	0%	96%
R8	Cambio del trompo de temperatura	3	1%	91%	163,18	0%	96%
T2	Rodillo central del cardan	1	0%	92%	131,60	0%	97%
C4	Botón de encendido	2	1%	93%	128,80	0%	97%
E9	Arreglo Switch	2	1%	93%	127,68	0%	97%

Figura A. 3 Datos para establecer el Diagrama de Pareto obtenidos por elemento de Camionetas.

Fuente: Autores.

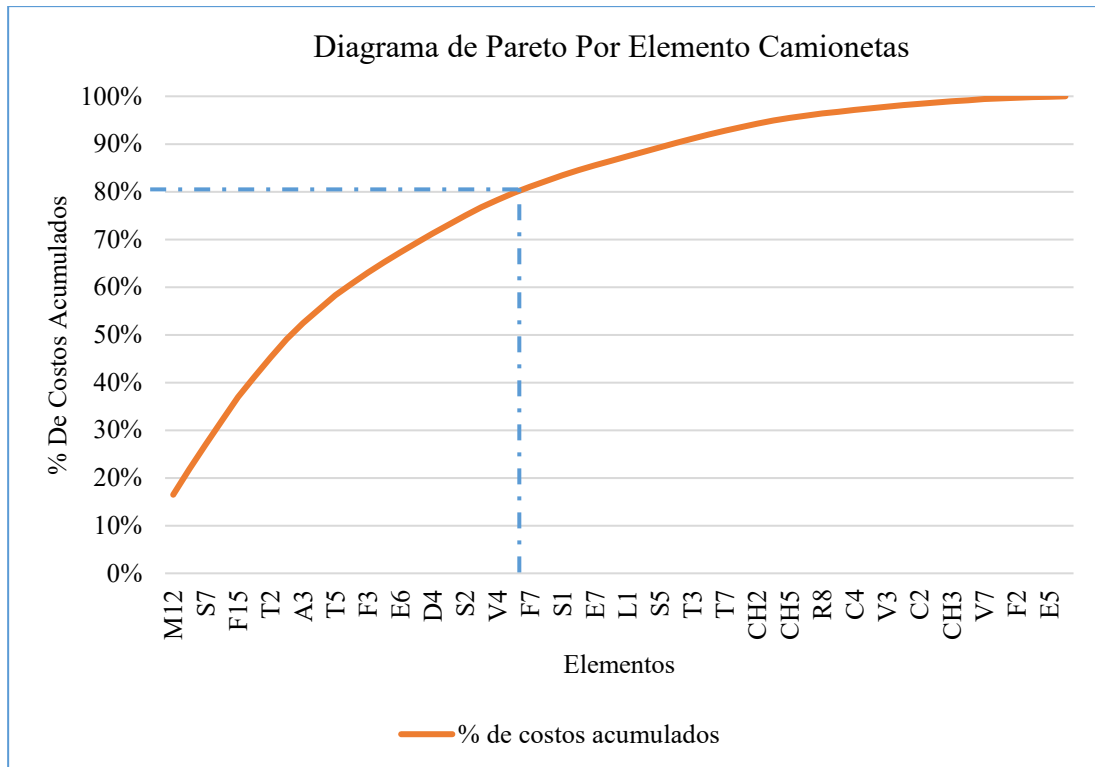


Figura A. 4 Diagrama de Pareto por elemento de las Camionetas.
Fuente: Autores.

TABULACION POR SISTEMAS PARA LOS RECOLECTORES

Sistema	# De Fallos	Porcentaje de Fallos	Porcentaje de Fallos Acumulados	Coste	Porcentaje de Costo	Porcentaje de Costo Acumulado
Chasis/Carrocería	9	17%	17%	\$ 4961,6	34%	34%
Eléctrico	16	30%	47%	\$ 2536,14	17%	51%
Transmisión	8	15%	62%	\$ 2462,36	17%	67%
Hidráulico	8	15%	77%	\$ 1973,44	13%	81%
Alimentación	5	9%	87%	\$ 1215,2	8%	89%
Frenos	3	6%	92%	\$ 1178,96	8%	97%
Refrigeración	2	4%	96%	\$ 271,04	2%	99%
Motor	1	2%	98%	\$ 134,4	1%	100%
Encendido	1	2%	100%	\$ 72,8	0%	100%
Distribución	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Lubricación	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Admisión/Escape	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Dirección	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Suspensión	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Total	53	100%	....	\$ 14805,94	100%	....

Figura A. 5 Tabulación por sistemas para los Recolectores.
Fuente: Autores.

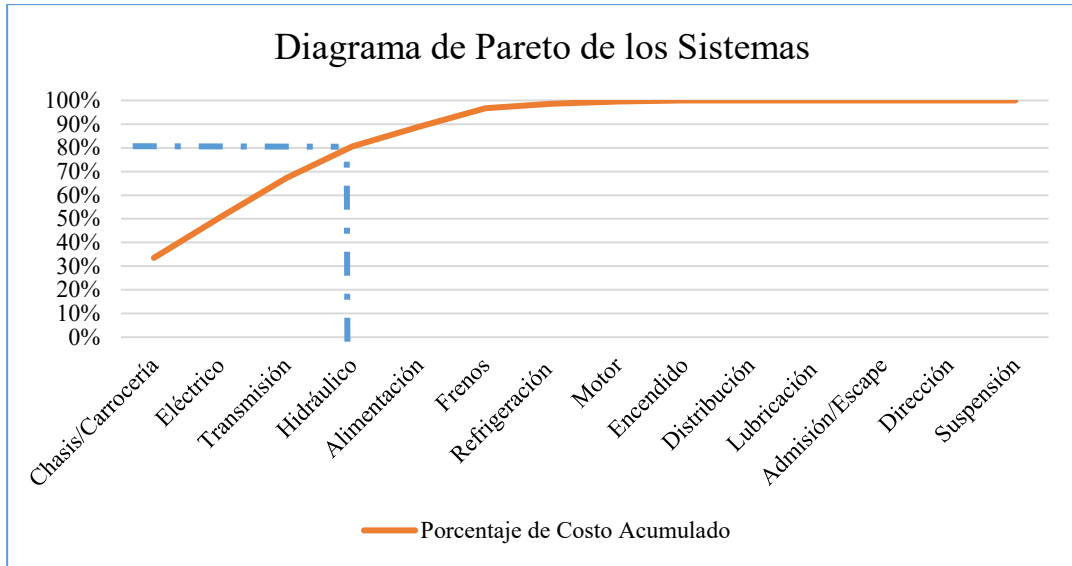


Figura A. 6 Diagrama de Pareto de los sistemas del Recolector.
Fuente: Autores.

DATOS DE ELEMENTOS PARA LOS RECOLECTORES							
Código	Descripción/Elemento	Numero de fallos	% De Fallos	% De fallos acumulados	Costos	% de costos	% de costos acumulados
CH3	Instalación de codos y anillos de tolva	6	11%	11%	2872,80	19%	19%
H4	Manguera Hidráulica	5	9%	21%	1816,64	12%	32%
CH5	Cambio y arreglo de carrileras de piso	2	4%	25%	1584,8	11%	42%
T4	Booster de embrague genuino, Kit de embrague, Revestimiento	3	6%	30%	1313,27	9%	51%
A10	Cambio de Válvula de Aire	5	9%	40%	1215,20	8%	59%
E6	Guías posteriores y estrella	6	11%	51%	852,54	6%	65%
F10	Rache delantero RH y LH	2	4%	55%	803,76	5%	71%
T2	Crucetas genuinas y Cardán	2	4%	58%	706,70	5%	75%
E8	Cambio de bocina e instalación de corneta	4	8%	66%	533,92	4%	79%
CH1	Refuerzo del chasis	1	2%	68%	504	3%	82%
T1	Arreglo de base de cambios	3	6%	74%	442,40	3%	85%
F2	Juegos de rines de las cañerías metálicas	1	2%	75%	375,20	3%	88%
E3	Bombillo y Relay 24v	3	6%	81%	364,00	2%	90%
R4	Mantenimiento del radiador	2	4%	85%	271,04	2%	92%
E10	Limpieza de la ECU	1	2%	87%	246,40	2%	94%
E9	Switch de aceleración	1	2%	89%	246,40	2%	96%
E8	Convertidor de sonido	1	2%	91%	192,64	1%	97%
H6	Sensor de la trova hidráulica	1	2%	92%	156,80	1%	98%
M12	Reparación del ahogador del Motor	1	2%	94%	134,40	1%	99%
E2	Fusible principal	2	4%	98%	100,24	1%	100%
C3	Arreglo del cable de encendido	1	2%	100%	72,80	0%	100%
Total		53	-----	100%	14805,94	-----	100%

Figura A. 7 Datos para establecer el Diagrama de Pareto obtenidos por elemento de Recolectores.

Fuente: Autores.

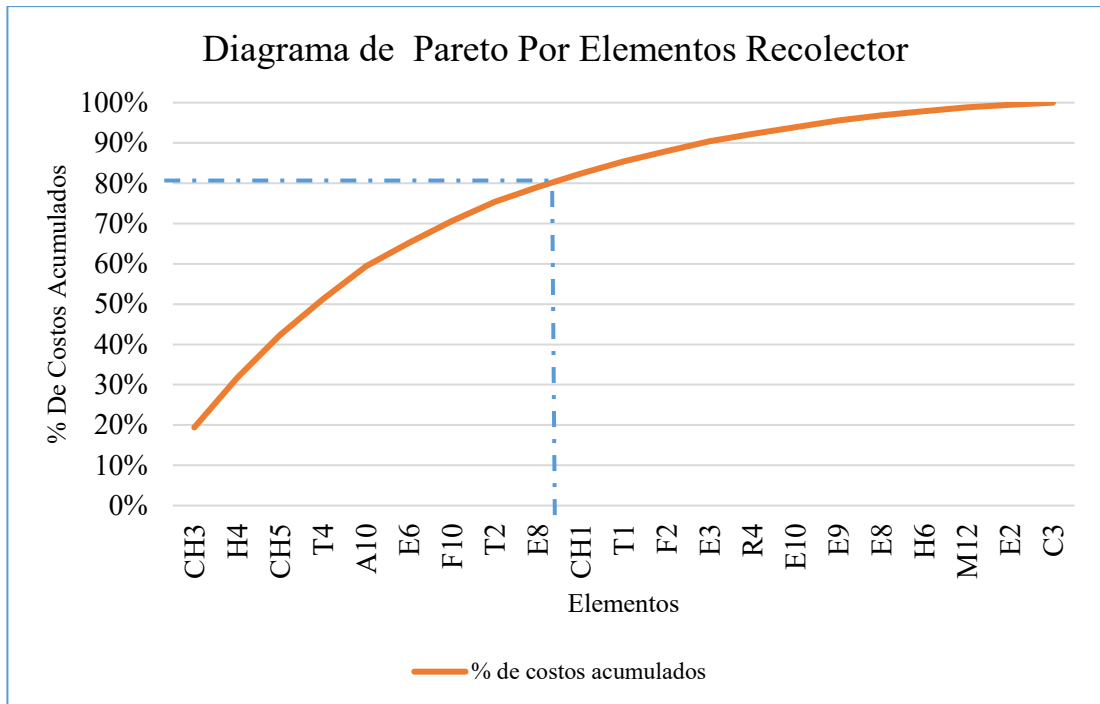


Figura A. 8: Diagrama de Pareto por Elementos Para Recolectores.
Fuente: Autores.

TABULACION POR SISTEMAS PARA LOS TANQUEROS						
Sistema	# De Fallos	% De Fallos	% De Fallos Acumulados	Costo	% De Costo	% De Costo Acumulado
Eléctrico	6	50%	50%	\$ 864,64	46%	46%
Motor	1	8%	58%	\$ 543,2	29%	75%
Distribución	2	17%	75%	\$ 217,28	12%	87%
Refrigeración	2	17%	92%	\$ 169,12	9%	96%
Dirección	1	8%	100%	\$ 75,6	4%	100%
Alimentación	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Lubricación	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Admisión/Escape	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Encendido	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Transmisión	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Suspensión	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Frenos	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Hidráulico	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Chasis/Carrocería	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
TOTAL	12	100%	....	\$ 1869,84	100%	....

Figura A. 9 Tabulación por sistemas para los Tanqueros.
Fuente: Autores.

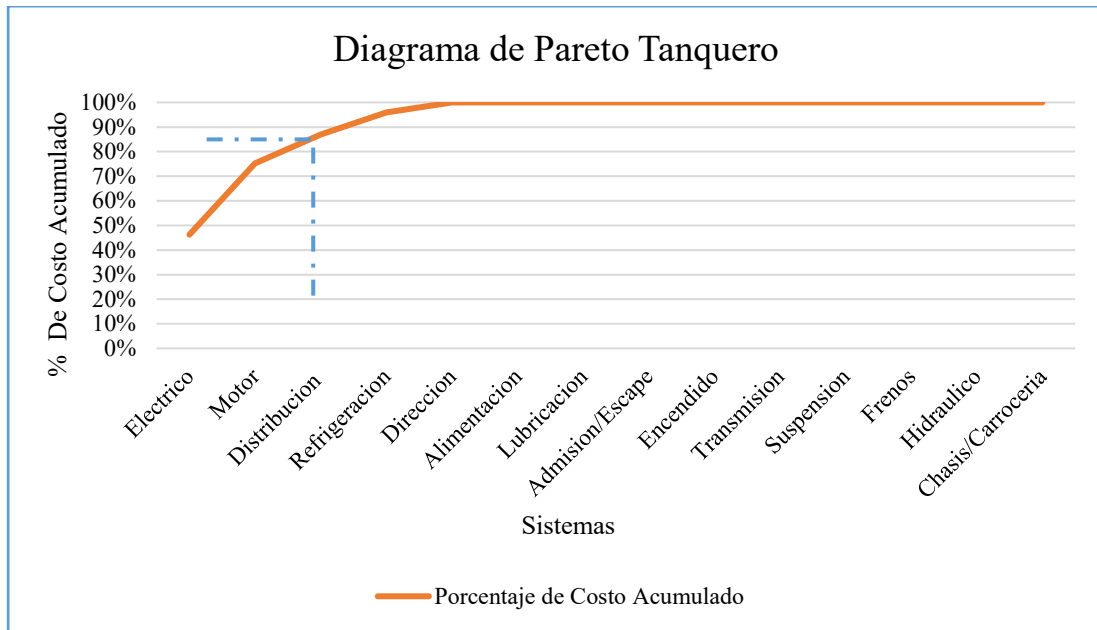


Figura A. 10: Diagrama de Pareto por sistema de los tanqueros.
Fuente: Autores.

DATOS POR ELEMENTO PARA TANQUEROS							
Código	Actividad / Elemento	Numero de Fallos	% De Fallos	% Fallos Acumulado	Costo Por Actividad	% De Costo	% De Costo Acumulado
E6	Cambio o reparación de guías, luces	3	23%	23%	389,76	21%	21%
M2	Cepillado de cabezote	1	8%	31%	350	19%	40%
D1	Banda del alternador, dirección, distribución	3	23%	54%	292,88	16%	55%
E11	Socket para guías	1	8%	62%	285,6	15%	71%
M11	Cambio de empaque de cabezote sobre medida 0,30mm	1	8%	69%	193,2	10%	81%
E10	Trompo de retro original	1	8%	77%	138,88	7%	88%
R2	Reparación del ventilador	1	8%	85%	108,64	6%	94%
R4	Tapa del radiador original	1	8%	92%	60,48	3%	97%
E1	Automático de arranque 24v genuino	1	8%	100%	50,4	3%	100%
Total		13	100%	.....	1869,84	100%	.....

Figura A. 11 Datos para establecer el diagrama de Pareto obtenidos por elemento de Tanqueros.
Fuente: Autores.

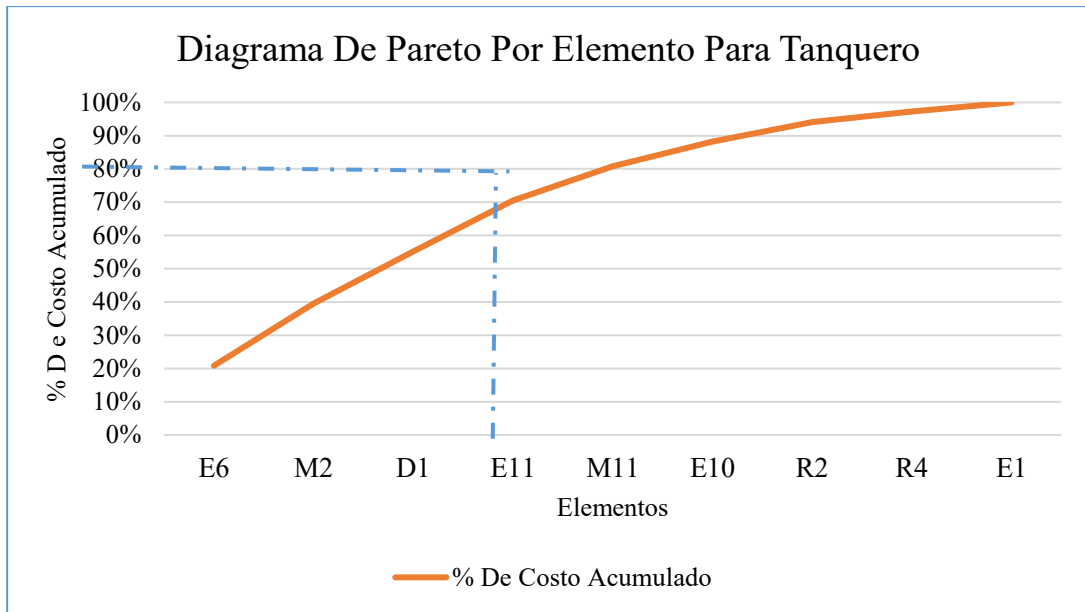


Figura A. 12: Diagrama de Pareto por elemento de los Tanqueros

Fuente: Autores.

TABULACION POR SISTEMAS PARA LOS CABEZALES						
Sistema	# De Fallos	Porcentaje De Fallos	% De Fallos Acumulados	Costo	% De Costo	% De Costo Acumulado
Frenos	2	22%	22%	\$ 1225,056	56%	56%
Hidráulico	1	11%	33%	\$ 386,4	18%	74%
Eléctrico	4	44%	78%	\$ 313,6	14%	88%
Chasis/ Carrocería	1	11%	89%	\$ 168	8%	96%
Transmisión	1	11%	100%	\$ 84	4%	100%
Alimentación	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Distribución	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Lubricación	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Refrigeración	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Admisión/Escape	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Motor	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Encendido	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Dirección	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
Suspensión	0	0%	100%	\$ 0	0%	100%
TOTAL	9,00	100%	.....	\$ 2177,06	100%	.....

Figura A. 13 Tabulación por sistemas para las Cabezales.
Fuente: Autores.

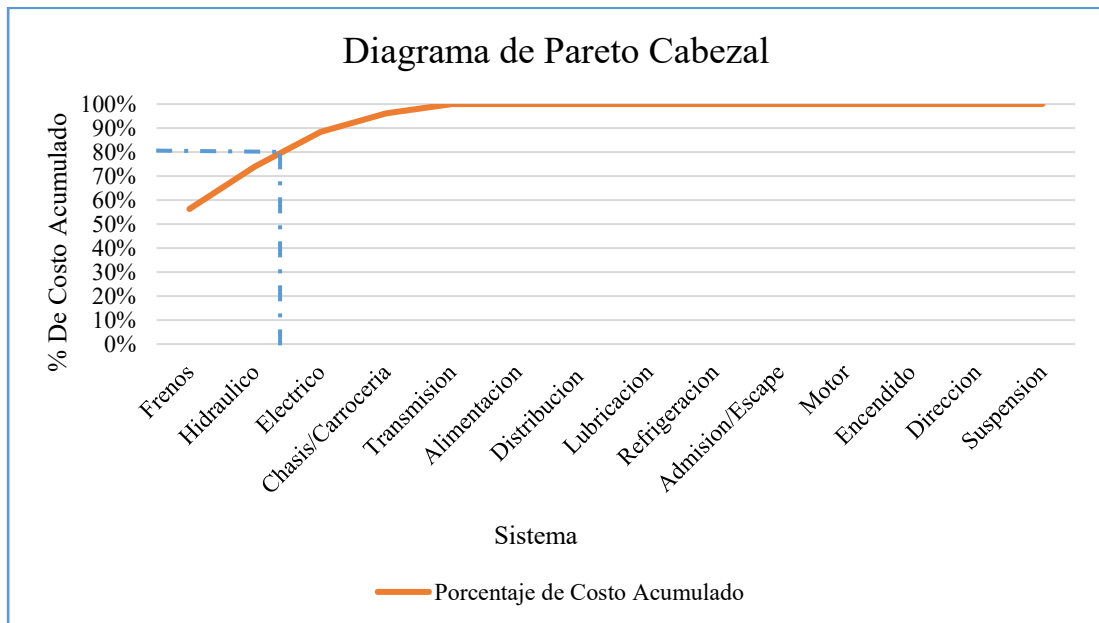


Figura A. 14: Diagrama de Pareto por sistema para el Cabezal.
Fuente: Autores.

DATOS POR ELEMENTO PARA CABEZALES							
Código	Actividad / Elemento	Numero de Fallos	% De Fallos	% De Fallos Acumulado	Costo Por Actividad	% De Costo	% De Costo Acumulado
F12	Cambio o reparación de pulmones de freno posteriores	1	13%	13%	874,27	57%	57%
F8	Cambio de cauchos o rines para las mangueras de aire	2	25%	38%	273,73	18%	75%
E6	Arreglo de luces posteriores y laterales	2	25%	63%	173,6	11%	86%
E7	Arreglo sistema eléctrico de la cabina	1	13%	75%	95,2	6%	92%
F11	Cambio de neoplos	1	13%	88%	77,06	5%	97%
E8	Cambio de bocina	1	13%	100%	44,8	3%	100%
TOTAL		8	100%	.....	1538,66	100%	.....

Figura A. 15 Datos para establecer el diagrama de Pareto obtenidos por elemento de Cabezales.

Fuente: Autores.

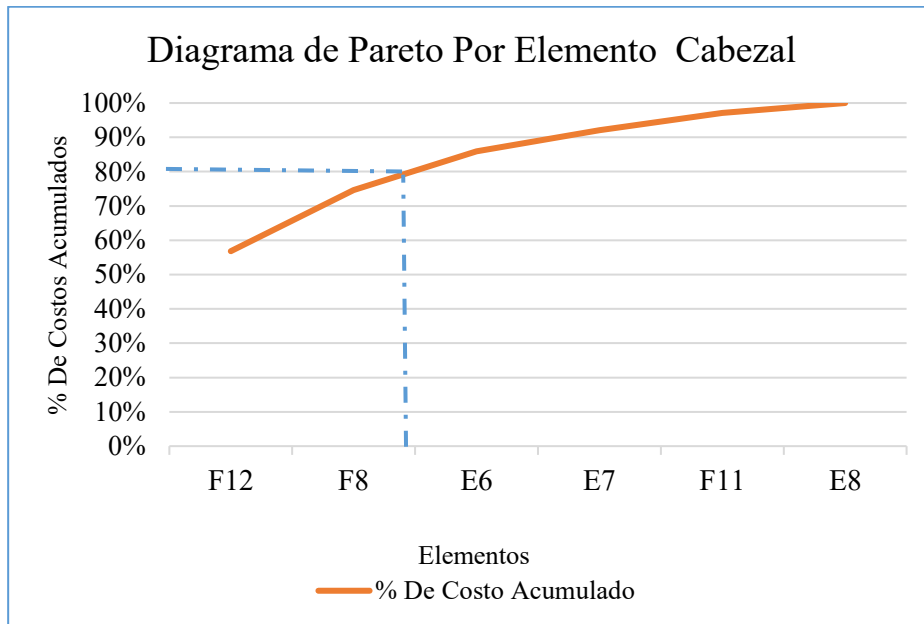


Figura A. 16: Diagrama de Pareto por elemento de los Cabezales.

Fuente: Autores.

Anexo **B**

Cálculo de la Criticidad

Anexo B. 1 Cálculo del valor de la Criticidad para las Camioneta.

Código	Descripción / Elemento	Numero de Fallos	Costo Por Actividad	FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)					FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
				Impacto operacional (IO)	Factor flexibilidad operacional (FO)	Costos de mantenimiento (CM)	Impacto medio ambiente (IMA)	Impacto seguridad (IS)			
M12	Reparación motor	23	6000,29	3	4	3	3	1	2	16	32
A8	Mantenimiento del cuerpo de aceleración	5	1962,24	1	3	2	2	1	3	12	36
S7	Juego de rotulas inferiores y superiores	10	1886,32	1	1	2	1	1	4	10	40
E11	Aire Acondicionado	8	1822,91	1	1	2	1	1	4	10	40
F15	Revisión y cambio del hidrovac	4	1777,38	1	2	2	1	2	3	11	33
V2	Terminales de la dirección	6	1541,3	1	1	2	1	2	4	11	44

T2	Cambio de crucetas/tricetas	de	9	1493,4	1	1	2	1	2	3	10	30
T4	Kit embrague	de	9	1413,46	1	2	2	1	1	2	9	18
A3	Cambio de la bomba de combustible	de	5	1202,96	1	1	2	2	1	4	11	44
S4	Juego de bocines del plato superior e inferior	de	9	1090,82	1	3	2	1	2	2	11	22
T5	Cilindro y Rodillo de rueda posterior	y de	6	1054,48	1	2	2	1	2	2	10	20
F6	Cambio de juego de pastillas	de de	6	865,18	1	3	2	1	2	4	13	52
F3	Cambio cilindro principal del freno	del del	3	864,91	1	3	2	1	2	3	12	36
V11	Banda de la dirección	de la	6	772,5	1	1	2	1	1	1	7	7
E6	Bombillo stop, Guía	stop,	10	750,96	1	3	2	1	1	5	13	65
D2	Poleas del motor	del	10	736,4	1	1	2	1	1	2	8	16
D4	Templadores de banda	de	4	717,92	1	1	2	1	1	2	8	16
F6	Revisión y cambio del juego de zapatas	y del	5	690,2	1	1	2	2	2	3	11	33

S2	Juego y cauchos de barras estabilizadoras	6	687,62	1	2	2	1	1	2	9	18
D1	Banda de distribución	6	617,23	1	2	2	1	1	1	8	8
V4	Juego de rotulas inferiores y superiores	2	575,803	1	2	2	1	2	3	11	33
A2	Calibración de inyectores	1	537,6	1	2	2	2	1	2	10	20
F7	ABC de frenos	8	452,82	1	1	2	2	1	3	10	30
E1	Reparación del motor de arranque	7	451,36	1	3	2	1	1	2	10	20
S1	Amortiguadores delanteros	2	425,13	1	1	2	2	2	1	9	9
R5	Cambio de la bomba de agua	2	395,72	1	2	2	1	1	2	9	18
E7	Reparación del Sistema Eléctrico, Reparación tablero interior y Trompo de freno.	3	362,88	2	4	2	1	1	2	12	24
M11	Empaque tapa válvula	6	353,33	1	1	2	1	1	1	7	7
L1	Bomba de Aceite	1	347,2	1	2	2	2	1	1	9	9
R1	Cambio del termostato	4	343,95	1	1	2	1	1	1	7	7
S5	Alineación y balanceo	6	342,72	1	1	2	1	2	3	10	30
E10	Mantenimiento de la ECU	3	332,64	1	2	2	1	1	1	8	8

T3	Rodillo externo e interno del cono del diferencial	4	323,9	1	1	2	1	1	1	7	7
E4	Reparación del alternador	3	305,76	1	1	2	1	1	2	8	16
T7	Retenedores de la rueda	2	294,65	1	1	2	1	1	2	8	16
S3	Reparación y cambio de ballestas	3	280,67	1	1	2	1	1	2	8	16
CH2	Servicio de latonería	1	257,6	2	1	2	3	1	3	12	36
A4	Limpieza del tanque de combustible	4	241,64	1	1	2	3	1	3	11	33
CH5	Arreglo de chapas	4	213,92	1	1	2	1	2	3	10	30
C3	Cables de bujías	2	173,04	1	1	1	1	1	3	8	24
R8	Cambio del trompo de temperatura	3	163,18	1	2	1	1	1	2	8	16
T2	Rodillo central del cardan	1	131,6	1	2	1	1	4	2	11	22
C4	Botón de encendido	2	128,8	1	1	1	1	1	2	7	14
E9	Arreglo Switch	2	127,68	1	1	1	1	1	1	6	6
V3	Rodillos de rueda delantera	1	127,01	1	1	1	1	1	2	7	14
M12	Chequeo por Scanner	1	106,4	1	1	1	1	1	3	8	24
C2	Bujías	4	105,73	1	1	1	1	1	2	7	14

V5	Cambio articulaciones de dirección	1	99,7248	1	2	1	1	2	3	10	30
CH3	Juego de pernos de la base	1	89,6	1	1	1	1	1	1	6	6
F10	Reguladores de freno	1	89,152	1	4	1	1	1	2	10	20
V7	Juego de bocines del colgante de la dirección	1	80,64	1	2	1	1	2	2	9	18
T1	Juegos de seguro y reguladores	1	56	1	1	1	1	1	2	7	14
F2	Cambio de cañería	1	53,76	1	2	1	1	1	2	8	16
V10	Puntas de eje	1	47,936	1	2	1	1	1	2	8	16
E5	Batería	2	31,36	1	1	1	3	1	2	9	18
R4	Tapa del radiador	1	30,02	1	1	1	1	1	1	6	6

Anexo B. 2 Cálculo del valor de la Criticidad para los Recolectores.

Código	Descripción / Elemento	Número de fallos	Costos	FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)					FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
				Impacto operacional (IO)	Factor de flexibilidad operacional (FO)	Costos de mantenimiento (CM)	Impacto medio ambiente (IMA)	Impacto seguridad (IS)			
CH3	Instalación de codos y anillos de tolva	6	2872,80	3	3	2	2	1	4	15	60
H4	Manguera 3/4 r-2 con neplos	5	1816,64	1	2	2	2	1	3	11	33
CH5	Cambio y arreglo de carrileras de piso	2	1584,80	2	2	2	1	1	3	11	33
T4	Booster de embrague genuino, Kit de embrague, Revestimiento	3	1313,27	1	4	2	2	2	3	14	42
A10	Cambio de válvula de aire	5	1215,20	1	3	2	1	1	4	12	48
E6	Guías posteriores y estrella	6	852,54	1	3	2	1	1	4	12	48

F10	Rache delantero RH y LH	2	803,76	1	3	2	1	1	2	10	20
T2	Crucetas genuinas y Cardán	2	706,70	1	2	2	1	1	2	9	18
E8	Cambio de bocina e instalación de corneta	4	533,92	1	3	2	1	1	3	11	33
CH1	Refuerzo del chasis	1	504,00	1	3	2	1	2	1	10	10
T1	Arreglo de base de cambios	3	442,40	1	2	2	1	2	2	10	20
F2	Juegos de rines de las cañerías metálicas	1	375,20	1	3	2	1	2	3	12	36
E3	Bombillo y relay de 24 v	3	364,00	1	3	2	1	2	2	11	22
R4	Mantenimiento del radiador	2	271,04	1	3	2	1	1	2	10	20
E10	Limpieza de la ECU	1	246,40	1	3	2	1	1	1	9	9
E9	Switch de aceleración	1	246,40	1	3	2	1	1	1	9	9
E8	Convertidor de sonido	1	192,64	1	2	1	1	1	1	7	7
H6	Sensor de la troya hidráulica	1	156,80	2	3	1	2	1	1	10	10
M12	Reparación del ahogador del Motor	1	134,40	2	3	1	1	1	1	9	9

E2	Fusible principal	2	100,24	1	3	1	1	1	1	8	8
C3	Arreglo del cable de encendido	1	72,80	1	2	1	1	1	1	7	7

Fuente: Autores.

Anexo B. 3 Calculo del Valor de la Criticidad para los Tanqueros.

Código	Actividad / Elemento	Número de Fallos	Costo Por Actividad	FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)					FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
				Impacto operacional (IO)	Factor de flexibilidad operacional (FO)	Costos de mantenimiento (CM)	Impacto medio ambiente (IMA)	Impacto seguridad (IS)			
E6	Cambio o reparación de guías, luces	3	389,76	1	1	2	1	1	5	11	55
M2	Cepillado de cabezote	1	350	1	2	2	1	1	2	9	18
D1	Cambio de banda del alternador, dirección, distribución	3	292,88	1	1	2	1	1	1	7	7
E11	Cambio Socket para guías	1	285,6	1	1	2	1	1	2	8	16

M11	Cambio de empaque de cabezote sobre medida 0,30mm	1	193,2	1	2	2	1	1	2	9	18
E10	Trompo de retro original	1	138,88	1	1	1	1	1	1	6	6
R2	Reparación del ventilador	1	108,64	1	4	1	1	1	2	10	20
R4	Cambio de la tapa del radiador original	1	60,48	1	1	1	1	1	1	6	6
E1	Cambio del Automático de arranque 24v genuino	1	50,4	1	2	1	1	1	2	8	16

Fuente: Autores.

Anexo B. 4 Cálculo del valor de la Criticidad para los Cabezales.

Código	Actividad / Elemento	Número de Fallos	Costo Por Actividad	FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)					FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
				Impacto operacional (IO)	Factor flexibilidad operacional (FO)	Costos de mantenimiento (CM)	Impacto medio ambiente (IMA)	Impacto seguridad (IS)			
F12	Pulmones de freno posteriores	1	874,27	2	4	2	1	2	2	13	26
F8	Cambio de Cauchos o rines para las mangueras de aire	2	273,73	1	2	2	2	2	1	10	10
E6	Arreglo de luces posteriores y laterales	2	173,6	1	1	1	1	1	3	8	24
E7	Arreglo sistema eléctrico de la cabina	1	95,2	2	1	1	1	1	2	8	16
F11	Cambio de neoplos	1	77,06	1	1	1	1	1	2	7	14
E8	Cambio de bocina	1	44,8	1	1	1	1	1	1	6	6

Fuente: Autores.

Cabezales

Código	Actividad / Elemento	Número de Fallos	Costo Por Actividad	FACTOR DE CONSECUENCIAS (CO)					FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
				Impacto operacional (IO)	Factor flexibilidad operacional (FO)	Costos de mantenimiento (CM)	Impacto medio ambiente (IMA)	Impacto seguridad (IS)			
F12	Pulmones de freno posteriores	1	874,27	2	4	2	1	2	2	13	26
F8	Cambio de Cauchos o rines para las mangueras de aire	2	273,73	1	2	2	2	2	1	10	10
E6	Arreglo de luces posteriores y laterales	2	173,6	1	1	1	1	1	3	8	24
E7	Arreglo sistema eléctrico de la cabina	1	95,2	2	1	1	1	1	2	8	16
F11	Cambio de neoplos	1	77,06	1	1	1	1	1	2	7	14
E8	Cambio de bocina	1	44,8	1	1	1	1	1	1	6	6

Planes de Mantenimiento

Anexo C. 1 Plan de Mantenimiento para las Camionetas.

ACTIVIDADES	X100 Km/h																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Sistema de Alimentación																				
Limpiar tanque de combustible										P										
Cambio bomba sumergible de combustible y flotador																S				
Mantenimiento del cuerpo de aceleración								I												
Cables de bujías			S																	
Filtro de Aire	I	I/P	S	I	I/P	S	I	I/P	S	I	I/P	S	I	I/P	S	I	I/P	S	I	I/P
Bujías																				
Sistema de Distribución																				
Banda de distribución					I					S										
Templadores de banda					I					S										
Sistema de Lubricación																				

Revisar y cambiar candados doble tracción											I/P									I/P	
Cambiar guardapolvos semiejes											I								I		S
Cambiar puntas homocinéticas																				I/L	
Crucetas	P/L		P/L			P/L					S										
Fluido en el tanque de reserva del Embrague	I	I	I	S	I	I	I	I	S	I	I	S	I	I	I	S	I	I	I	S	
Reparar eje de transmisión											I								I		R
Motor																					
Empaques de cabezote											I								I		S
Cambio de empaque de cárter											I								I		S
Reparación del Motor											I								I		I/R
Sistema de Frenos																					
Discos de frenos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R/S	I	I	I	I	I	I	I	I
Bomba de frenos																					S
Rodamientos de ruedas												S									
Tambores de frenos	I/P		I/P			I/P				I/P		I/P		S		I/P			I/P		I/P
Cambio de cilindros de frenos											I/P										S
Hidrovac											I										I
Juego de pastillas				P/I				P/S												P/S	
Juego de zapatas																					P/S
Fluido en el tanque de reserva de Freno	I	I	I	S	I	I	I	I	S	I	I	S	I	I	I	S	I	I	I	S	
Reguladores de freno												I									I
Sistema Eléctrico / Encendido																					

Revisar/Cambiar motor de arranque	P/I									P/I							P/I				
Baterías																	I/S				
Bombillo stop, Guía	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sistema Eléctrico, tablero e interior.			I			I			I/R				I				I			I	
Bujías de Encendido		I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I
Mantenimiento y chequeo de la ECU		I/L		I/L		I/L		I/L		I/L		I/L		I/L		I/L		I/L		I/L	
Cables de encendido	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Banda de alternador	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Switch																					
Sistema Limpia Parabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I	I	I	I
Botón de encendido																					
Sistema de Suspensión																					
Sistema de suspensión (Bujes, amortiguadores, barra estabilizadora)	I		I		I/S/R		I		I		I/S/R		I		I		I/S/R		I		
Terminales y rotulas.	I/L		I/L		I/S		I/L		I/L		I/S		I/L		I/L		I/S		I/L		
Cambio brazos de suspensión			I								I										
Cambio de abrazaderas y hojas de suspensión posterior			I								I						S				
Resortes de suspensión			I								I										
Juego de bocines del plato superior e inferior		I			I					I			I			I			I		
Sistema de Dirección																					

Bomba de dirección hidráulica	I	I	I	I	I	I	I	I	I/S/R	I	I	I	I	I	I	I	I	I/S/R	I	I												
Cambiar mangueras de dirección hidráulica		I			I				I		S	I			I			I														
Puntas de eje					I								S																			
Juego de bocines del colgante de la dirección					I					I					S																	
Banda de la dirección					I			R																								
Articulaciones de dirección									I				R							S												
Sistema de Chasis y Carrocería																																
Servicio de latonería (Latas, Torque de pernos, tuercas de chasis)	I/A				I/A				I/A				I/A				I/A				I/A				I/A				I/A			

Fuente: Autores.

Anexo C. 2 Plan de Mantenimiento para los Recolector.

ACTIVIDADES	1000XKM/H																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Sistema de Alimentación.																				
Filtro Purificador de Aire	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sensor de flujo de masa de aire (MAF)							I							I						I
Filtro de combustible	S		S		S		S		S		S		S		S		S		S	
Filtro primario	I		I		S		I		I		S		I		I		S		I	
Filtro secundario	I		I		S		I		I		S		I		I		S		I	
Limpieza del tanque de combustible									R											R
Sistema de entrada de aire			I			I		I		I		I		I		I		I		
Mangueras, Cañerías de combustible																				
Turbo						R					R							R		
Calibración de Inyectores																				I
Filtro de alimentación del combustible				I						I						I				C
Válvula de aire						I						I								C
Sistema de Distribución																				
Banda de distribución										I										C
Correas en V										I										C
Templadores de banda										I										C
Sistema de Lubricación																				
Bomba de aceite										I										I
Cambio Aceite/ Filtro	S																			
Cañerías					I					I					I					S
Sistema de Refrigeración																				
Sistema de refrigeración				I				I				I				I				I

Líquido refrigerante	I	I	I	S	I	I	I	S	I	I	I	S	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Mangueras de agua					I																I
Bomba de agua																					S
Radiador, Tapa				I						P									I		
Termostato										I											S
Sistema de Transmisión																					
Control de transmisión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Estado del eje delantero, Posterior				I						I									I		I
Presión del Neumáticos			I			I			I			I			I				I		
Rotación de Neumáticos				R			R			R			R			R			R		R
Alineación y balanceo	I	I	S	I	I	S	I	I	S	I	I	S	I	I	S	I	I	S	I	I	S
Juego libre de rodamientos				I					I				C						I		I
Caja del eje posterior								I												I	
Fuga de aceite de engranaje de diferencial	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Semieje						I							I								I
Cojinetes de Ruedas delanteras y posteriores				I						I						I					I
Aceite de caja de cambios															S						
Pedal de embrague				I						I					I				I		I
Juntas de eje	I	I	I	I	I	S	I	I	I	I	I	I	I	I	S						
Eje de cardan			I						I				I						I		
Nivel de aceite caja de cambios	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	
Líquido de embrague	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Respiradero de transmisión										R											R
Aceite de engranajes del diferencial	S														S						
Puntos de engrase							I						I							I	
Crucetas genuinas													I								S

Revisar/Cambiar motor de arranque	P/I				P/I						P/I	
Baterías												
Bombillo stop, Guía, Replay	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Mantenimiento y chequeo de la ECU			I			I				I/R		
Cables de encendido		I	I	R	I	I	R	I	I	I	R	
Sistema Limpia Parabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Convertidor de sonido	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Bocina, Corneta												
Fusible	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Bujías de precalentamiento		S		S	I	S		S		S	S	
Sistema de Suspensión												
Sistema de suspensión (Bujes, amortiguadores, barra estabilizadora)		I		I		I		S		I		I
Pernos en U			I	I			I	I		I	I	
Ballesta	I		I	I	I		I		I	I		I
Soporte de ballestas							I					I
Reajuste de suspensión delantera y posterior	R		R		R		R		R		R	
Sistema de Dirección												
Bomba de dirección hidráulica	I		I	I	I	I	I	I	I	I	I/S/R	I
Cambiar mangueras de dirección hidráulica				I			I				I	
Puntas de eje						I						
Articulaciones de dirección										I		
Sistema de Chasis y Carrocería												

Servicio de latonería (Latas, Torque de pernos, tuercas de chasis)	I/A	I/A	I/A	I/A	I/A
Codos y anillos de tolva	I	I	I	I/A	I/A
Carrileras de piso	I	I	I	I/A	I/A
Refuerzo de chasis	I	I	I	I/A	I/A
Sistema de Hidráulico					
Manguera		I			S
Sensor de la trova Hidráulica		I			I
Templadores de banda		I			S

Fuente: Autores.