ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA VEHICULAR DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA CIUDAD DE GUANO"

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR:

JULIO ISMAEL RAMOS SANDOVAL

Riobamba - Ecuador

2022

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA VEHICULAR DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA CIUDAD DE GUANO"

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR: JULIO ISMAEL RAMOS SANDOVAL

DIRECTOR: ING. CRISTIAN DAVID REDROBÁN DILLON

Riobamba - Ecuador

2022

©2022, Julio Ismael Ramos Sandoval

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Julio Ismael Ramos Sandoval declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados sean auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de agosto 2022.

Julio Ismael Ramos Sandoval
060483326-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, tipo: Proyecto Técnico, **"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA VEHICULAR DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA CIUDAD DE GUANO"** realizado por el señor: **JULIO ISMAEL RAMOS SANDOVAL**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	**FECHA**
Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñan **PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**		2022-08-09
Ing. Cristian David Redrobán Dillon **DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION**		2022-08-09
Ing. Cesar Marcelo Gallegos Londoño **MIEMBRO DE TRIBUNAL**		2022-08-09

DEDICATORIA

Dedico está tesis en primer lugar a Dios por haberme brindado fortaleza y sabiduría para poder afrontar los retos que se han presentado durante mi carrera estudiantil. A mi madre Nancy Sandoval, por ser mi ejemplo a seguir y demostrarme que con esfuerzo, constancia y sacrificio se llega a la meta. A mi padre Pablo Ramos por los valores que ha inculcado en mí y a pesar de la distancia siempre ha estado brindándome palabras de aliento para seguir hacia adelante hasta alcanzar mis objetivos.

A mis hermanas Evelyn, Jessica y Paola quienes han estado conmigo en los momentos más importantes de mi vida brindándome su apoyo y amor incondicional, gracias por su paciencia. A mi tío Hugo Sandoval que desde el cielo me seguirá guiando por el buen camino a quien considere como mi segundo padre.

Julio Ismael Ramos Sandoval

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, permitiéndome alcanzar exitosamente este sueño tan anhelado para mí. Un agradecimiento especial al director y miembro de tesis por impartirnos sus conocimientos y su apoyo constante durante la realización del trabajo de Tesis.

Un más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por el apoyo que nos ha brindado en el desarrollo del presente trabajo de tesis. A todos nuestros familiares, amigos, maestros y personas quienes nos han brindado su apoyo durante nuestra etapa estudiantil.

Julio Ismael Ramos Sandoval

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS ix
ÍNDICE DE FIGURAS xi
ÍNDICE DE GRAFICOS xii
ÍNDICE DE ANEXOS xiii
RESUMEN xiv
SUMMARY xv
INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I

1. GENERALIDADES 1
1.1 Antecedentes 1
1.2 Definición del problema 2
1.3 Justificación e importancia 3
1.4 Objetivos 4
1.4.1 ***Objetivo general*** 4
1.4.2 ***Objetivos específicos*** 4

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS. 5
2.1 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. 5
2.2 Desarrollo del RCM para maquinaria. 5
2.2.1 ***Ventajas y Desventajas del RCM*** 5
2.2.2 ***Análisis de criticidad para maquinaria.*** 6
2.2.3 ***Desarrollo del Inventario técnico para vehículos y maquinarias.*** 10
2.2.4 ***Contexto operacional*** 10
2.2.5 ***Funciones de maquinarias*** 11
2.2.6 ***Fallos funcionales de las maquinarias*** 13
2.2.7 ***Modos de fallo de una maquinaria.*** 13
2.2.8 ***Efectos de fallos de una maquinaria.*** 14
2.2.9 ***Consecuencias de fallo de las máquinas.*** 14
2.2.10 ***Hoja de información*** 15
2.2.11 ***Hoja de decisiones*** 16

2.2.12 ***Preguntas de las hojas de decisiones.*** 17
2.2.13 ***Tareas proactivas*** 22
2.2.14 ***Tareas de reacondicionamiento cíclico y sustitución cíclica*** 23
2.2.15 ***Acciones de omisión*** 24
2.3 **Frecuencia de las actividades de mantenimiento** 24
2.4 **El intervalo P-F** 25
2.5 **Programación y planificación del Mantenimiento.** 26
2.6 **Requerimientos logísticos para la gestión de mantenimiento** 27
2.6.1 ***Recursos humanos*** 27
2.6.2 ***Recursos materiales*** 28
2.6.3 ***Cálculo de las unidades operadas por semana.*** 29

CAPÍTULO III

3. **METODOLOGÍA** 30
3.1 **Inventario técnico de vehículos y maquinaria.** 30
3.2 **Fichas técnicas de los vehículos y maquinarias.** 32
3.3 **Análisis de criticidad de los vehículos y maquinarias.** 33
3.4 **Contexto operacional de los vehículos y maquinarias.** 35
3.5 **Funciones y parámetros de funcionamiento de los vehículos y maquinarias.** 36
3.5.1 ***Funciones primarias de los vehículos y maquinarias.*** 36
3.6 **Hoja de información** 38
3.7 **Cálculo del recorrido.** 55
3.8 **Plan de mantenimiento.** 56
3.9 **REQUERIMIENTOS LOGÍSTICOS** 59
3.10 **Costo de implementación del plan** 60
3.10.1 ***Costo personal*** 60
3.10.2 ***Rutinas de mantenimiento.*** 62

CAPITULO IV

4. **RESULTADOS** 64
4.1 **Inventario técnico.** 64
4.2 **Fichas técnicas** 64
4.3 **Resultados del análisis cualitativo de criticidad** 65
4.4 **Hoja de decisiones.** 65

4.5 Resultados de logística de repuestos 66
CONCLUSIONES 69
RECOMENDACIONES 70
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Las siete preguntas del RCM 6
Tabla 2-2: Ventajas y desventajas del RCM.....6
Tabla 3-2: Métodos de análisis de criticidad. 7
Tabla 4-2: Niveles de codificación.....10
Tabla 5-2: Puntos bajo las cuales opera el activo físico o sistema.....10
Tabla 6-2: Aspectos a considerar para definir las funciones de un activo. 12
Tabla 7-2: Plantilla para las funciones primarias y secundarias. 12
Tabla 8-2: Aspectos a considerar para identificar los modos de fallo.....13
Tabla 9-2: Aspectos a considerar para definir los efectos de fallo.....14
Tabla 10-2: Tipos de consecuencias de fallas.....15
Tabla 11-2: Hoja de información del RCM.....16
Tabla 12-2: Hoja de decisiones RCM 17
Tabla 13-2: Factibilidad técnica de las tareas de reacondicionamiento cíclico.....23
Tabla 14-2: Factibilidad técnica de las tareas a condición.....23
Tabla 15-2: Tipos de tareas de acciones de omisión 24
Tabla 16-2: Frecuencia de mantenimiento. 24
Tabla 17-2: Plantilla de la logística. 28
Tabla 18-2: Preguntas para los recursos humanos.....28
Tabla 19-2: Recursos materiales anuales.....29
Tabla 20-2: Ejemplo del cálculo de unidades operadas por semana.....30
Tabla 1-3: Manual de codificación.....31
Tabla 2-3: Inventario técnico. 31
Tabla 3-3: Modelo ficha técnica.....32
Tabla 4-3: Análisis de criticidad del vehículo liviano VH-VL-CA**03**. 33
Tabla 5-3: Análisis de criticidad del vehículo pesado VH-VP-CA**09**.....34
Tabla 6-3: Análisis de criticidad de la maquinaria VH-MA-TO**25**.....34
Tabla 7-3: Contexto operacional. 35
Tabla 8-3: Funciones primarias y secundarias de VH-VL-CA03 36
Tabla 9-3: Funciones primarias y secundarias de VH-VP-CA09 36
Tabla 10-3: Funciones primarias y secundarias de VH-MA-TO25 37
Tabla 11-3: AMEF del sistema de carrocería y chasis.....39
Tabla 12-3: AMFE del sistema del motor de combustión. 40
Tabla 13-3: Hoja de decisión motor de combustión. 43

Tabla 14-3: AMFE del sistema de trasmisión de potencia. 44
Tabla 15-3: Hoja de decisión trasmisión de potencia. 46
Tabla 16-3: AMEF del sistema de dirección 46
Tabla 17-3: Hoja de decisiones del RCM del sistema de dirección.....48
Tabla 18-3: AMEF del sistema de frenos.....49
Tabla 19-3: Hoja de decisión sistema de frenos. 50
Tabla 20-3: AMEF del sistema de suspensión 51
Tabla 21-3: Hoja de decisión sistema de suspensión.....52
Tabla 22-3: AMEF del sistema eléctrico y electrónico 53
Tabla 23-3: Hoja de decisión sistema eléctrico. 55
Tabla 24-3: Calculo de las unidades operadas por semana.....56
Tabla 25-3: Cronograma de actividades VH-VL-CA03.....57
Tabla 26-3: Logística de materiales. 59
Tabla 27-3: Personal de mantenimiento según la tarea.....60
Tabla 28-3: Componentes salariales.....61
Tabla 29-3: Logística de repuestos.....61
Tabla 30-3: Logística de repuestos del camión CA09.....61
Tabla 31-3: Logística de herramientas 62
Tabla 32-3: Rutina de Mantenimiento de VH-VL-CA03.....63
Tabla 1-4: Número de acciones a realizar en cada equipo.....65
Tabla 2-4: Costo de repuestos por un año de los vehículos livianos.....67
Tabla 3-4: Costo de repuestos de los vehículos pesados. 67
Tabla 4-4: Costos de repuestos de la maquinaria. 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Modelo de flujo grama de criticidad. 8
Figura 2-2: Pregunta "H" del RCM 19
Figura 3-2: Preguntas S y E del RCM. 20
Figura 4-2: Pregunta O del RCM 21
Figura 5-2: Pregunta N1 del RCM 22
Figura 6-2: Intervalo P-F. 26
Figura 7-2: Flujo de trabajo en la NORMA UNE-EN 13460:2009 27

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-4: División de inventario.....64
Gráfico 2-4: Análisis de criticidad 65

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Inventario técnico

ANEXO B: Fichas técnicas**.**

ANEXO C: Análisis de criticidad.

ANEXO D: Contexto operacional de los equipos.

ANEXO E: Funciones primarias y secundarias.

ANEXO F: Hoja de anlisis de modo de fallos, causa y efecto. Hoja de decisiones.

ANEXO G: Calculo de unidades operadas por semana.

ANEXO H: Plan de mantenimiento.

ANEXO I: Logística de materiales.

ANEXO J: Logística de repuestos**.**

ANEXO K: Rutinas de mantenimiento.

RESUMEN

El presente trabajo técnico tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento aplicando la metodología del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM), para la flota vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Guano. El desarrollo de la metodología se distribuyó en seis fases: la primera fue el listado y codificación de equipos, recolectando la mayorparte de la información de cada uno, la segunda fase se identificó los fallos funcionales y técnicos donde se investigó los posibles defectos para cada equipo, en la tercera fase se determinó el modelo de fallos, en la cuarta fase se realizó el análisis de criticidad utilizando la metodología delanálisis cualitativo, en la quinta fase se especificó las acciones preventivas que se deben realizar mediante los resultados que se obtuvieron en las hojas de decisiones y por último la fase seis donde se desarrolló el plan de mantenimiento. Como resultado se obtuvo el inventario de 35 vehículos y su respectivo cronograma con las diferentes actividades a realizarse durante el año, obteniendo un total de 35 tareas de mantenimiento para cada equipo con la finalidad de optimizar la seguridad, la confiabilidad y determinar el estado crítico de los equipos. Por tanto, se concluye que, la elaboración de un cronograma ordenado para el plan de mantenimiento con sus respectivas fechas para reparar los equipos, evita la acumulación de paradas de la flota vehicular, mejorando así la confiabilidad y seguridad que son los puntos más importantes analizados en este estudio. Es así que, se recomienda implementar el plan de mantenimiento para poder distribuir correctamente el tiempo y evitar la acumulación de los mantenimientos en los diferentes vehículos.

Palabras clave: <PLAN DE MANTENIMIENTO> <MANTENIMIENTO BASADO EN LACONFIABILIDAD (RCM)> <FLOTA VEHICULAR> <ANÁLISIS DE CRITICIDAD> <MODELO DE FALLOS>.

1877-DBRA-UTP-2022

ESPOCH - DBRAI
PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL
DBRAI
16 SEP 2022
REVISIÓN DE RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA
Por: Hora: 08:42

SUMMARY

The objective of this technical work was to develop a maintenance plan applying the Reliability-Based Maintenance (RCM) methodology, for the vehicle fleet of the Decentralized Autonomous Government of the city of Guano. The development of the methodology was distributed in six phases: the first was the list and coding of equipment, collecting most of the information of each one, the second phase was the identification of functional and technical failures where the possible defects for each were investigated equipment, in the third phase the failure model was determined, in the fourth phase the criticality analysis was carried out using the qualitative analysis methodology, in the fifth phase the preventive actions that must be carried out were specified through the results obtained in the decision sheets and finally phase six where the maintenance plan was developed. As a result, the inventory of 35 vehicles and their respective schedule was obtained with the different activities to be carried out during the year, obtaining a total of 35 maintenance tasks for each team to optimize safety, reliability and determine the critical state of the vehicle the teams. Therefore, it is concluded that the development of an orderly schedule for the maintenance plan with their respective dates to repair the equipment, avoids the accumulation of vehicle fleet stops, thus improving reliability and safety, which are the most important points analyzed. in this studio. Thus, it is recommended to implement the maintenance plan to correctly distribute the time and avoid the accumulation of maintenance in the different vehicles.

Keywords: <MAINTENANCE PLAN> <RELIABILITY-BASED MAINTENANCE (RCM)> <VEHICULAR FLEET> <CRITICALITY ANALYSIS> <FAULT MODEL>.

Lic. Francisco Mantilla Mgs.
0603747809

INTRODUCCIÓN

La flota vehicular del GAD Municipal de Guano está constituida por 35 unidades de automotores entre los cuales se dividen en tres grupos que son: 12 livianos, 13 pesados y 10 en maquinaria. Vehículos livianos son autos, pick up, todo terreno, vehículos pesados son camiones, volquetes, tanqueros, recolectores y maquinaria son equipo caminero.

Al no existir una planificación en el mantenimiento de la maquinaria y vehículos, provoca que un 30% de los automotores no realicen las funciones para el cual fueron adquiridos, siendo los principales problemas la adquisición de los repuestos y la planificación del mantenimiento a cada equipo, evitando la acumulación de mantenimientos.
Realiza el inventario de cada unidad de la flota vehicular del área de gestión de maquinaria del municipio de Guano para mejorar la Gestión de Mantenimiento, obteniendo datos de cada unidad que conforma la flota vehicular con estos datos obtenidos empezaremos a elaborar el plan de mantenimiento para la flota vehicular del GAD- Municipal de Guano utilizando la metodología del RCM y gracias a esto poder definir la logística necesaria para cumplir con el plan propuesto.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Con el transcurso del tiempo las empresas van aumentando de tamaño, ya sea por estructura o por adquisición de equipos, el objetivo es abastecer y poder competir en el mercado, por lo que estos equipos deben estar con una disponibilidad muy alta, la que es importante para poder realizar la actividad adecuada para el cual fue adquirido.

La mayoría de las industrias ecuatorianas no cuentan con un plan de mantenimiento, únicamente aplican un mantenimiento correctivo, sin embargo, este mantenimiento no es muy fiable en muchas de las ocasiones, ya que no se cuenta con un seguimiento de fallos, este plan facilita eficazmente cualquier actividad relacionada con el mantenimiento de maquinarias o equipos en cualquier momento, lo que significa que si se tiene el repuesto en bodega se puede hacer el cambio de manera inmediata caso contrario se introduciría en una burocracia, generando esto pérdida de tiempo y detención de la actividad programada. Al contar con un plan de

seguimiento de fallos se evitará contratiempos generados ya sea por daño o rotura de algún elemento indispensable o no que forme parte de la maquinaria, sin embargo, al no tener un registro de actividad de cada vehículo no se pueda realizar el pedido adecuado y correspondiente de los repuestos necesarios evitando así realizar un mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento según la norma UNE-EN13306 – Terminología del Mantenimiento nos dice que es un conjunto estructurado de tareas que comprenden las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para ejecutar el mantenimiento, lo que reafirma la importancia que implica tener un registro de actividades, el recorrido que realiza cada uno de los automotores, actividades básicas que se debe realizar a los vehículos, como cambio de aceite, cambio de banda, revisión de líquido de freno, inspección de líquido refrigerante, entre otras actividades, colaboran en la programación del mantenimiento de la maquinaria evitando así ceses innecesarios.

La flota vehicular del GAD Municipal de Guano está constituido por 35 unidades de automotores entre los cuales se dividen en tres grupos que son: 12 livianos, 13 pesados y 10 en maquinaria. Vehículos livianos son autos, pick up, todo terreno, vehículos pesados son camiones, volquetes, tanqueros, recolectores y maquinaria son equipo caminero.

1.2 Definición del problema

Al no tener una lista de tareas y un seguimiento adecuado de los daños que se tiene en cada automotor no se puede anticipar los fallos, por tanto esto genera un paro constante y excesivo de los vehículos, sumado a esto la inexistencia de diferentes piezas y repuestos en bodega debido a la falta de control en el inventario, también se considera una problemática para los automotores, debido al tiempo de espera que este proceso (petición al departamento financiero y tiempo en que llegue el pedido del repuesto) genera. Dentro de esta problemática también se encuentra la falta de planificación con respecto al mantenimiento de la maquinaria y vehículos, puesto que en ocasiones existe un excesivo número de automotores en el área de mantenimiento, lo que provoca el uso desmedido de los materiales e insumos empleados en el mantenimiento, desabasteciendo así el área de bodega.

Por tanto, es necesario el plan de mantenimiento para tener un seguimiento de los fallos y saber que tarea se debe realizar en cada automotor, todo automotor necesita mantenimiento ya sea cambio de aceite del motor, cambio de aceite del diferencial, bujías, bandas, baterías entre otras, como estas tareas son cambios que se lo hacen a todo automotor, muchas de las veces se

acumulan las tareas de mantenimiento a varios automotores por lo que existe una baja disponibilidad para la movilidad, construcción y limpieza.

Al no existir una planificación en el mantenimiento de la maquinaria y vehículos, provoca que un 30% de los automotores no realicen las funciones para el cual fueron adquiridos, siendo los principales problemas la adquisición de los repuestos y la planificación del mantenimiento a cada equipo, evitando la acumulación de mantenimientos.

En el GAD-Municipal de Guano los vehículos de transporte, construcción y limpieza deben estar al orden del día, sin embargo, al no tener una planificación adecuada para realizar el mantenimiento a cada uno los automotores, se dificulta la movilidad, construcción o limpieza para lo cual son usados debido al paro de los equipos, ya sea por el cambio de algún elemento que se ha desgastado con el uso o porque se encuentran en mantenimiento.

1.3 Justificación e importancia

Con la correcta gestión del mantenimiento a los automotores mejorará la disponibilidad de los vehículos creando una planificación adecuada y dando fechas exactas de los mantenimientos a realizarse a cada uno de los vehículos para que no exista una acumulación de paradas y gracias a esto se puede realizar el servicio adecuado a las comunidades del cantón Guano, generando conformidad.

Al generar el plan de mantenimiento se obtiene datos en el que se tiene en cuenta que mantenimientos posibles se pueden hacer en el año, esto permite que se pueda hacer un pedido de los repuestos y elementos que se necesitan para tener en stock de bodega, y no tener los inconvenientes burocráticos al hacer los pedidos.

El GAD- Municipal de Guano, es una institución gubernamental cuyo deber fundamental es servir a la comunidad del cantón Guano, para realizar dichos servicios se debe gestionar las máquinas y vehículos que tiene a su cargo el área de gestión de maquinaría y mantenimiento vial, una de las actividades es: dar servicio de movilidad a los distintos departamentos del municipio, eso con lleva a tener en óptimas condiciones cada uno de los vehículos, los cuales por el tiempo y uso se desgasta de manera prolongada cada uno de sus elementos, por lo que al no tener un plan de mantenimiento no se puede planificar las actividades que se debe realizar a cada uno de los equipos para que no se acumulen las tareas y poderlas distribuir en la semana evitando los paros acumulados de los vehículos y maquinarías.

Según la resolución 460. CPÁG.2019 en el presente proyecto técnico que se, se encuentra en las líneas de investigación del presente proyecto está enmarcado en las líneas institucionales de administración y economía dentro del programa de gestión del mantenimiento industrial a la misma vez en las líneas de procesos tecnológicos artesanales e industriales dentro del programa de herramientas para el mantenimiento.

1.4 **Objetivos**

1.4.1 ***Objetivo general***

Proponer un plan de mantenimiento aplicando la metodología del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad para la flota vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Guano.

1.4.2 ***Objetivos específicos***

Realizar el inventario de cada unidad de la flota vehicular del área de gestión de maquinaria del municipio de Guano.

Obtener datos de cada unidad que conforma la flota vehicular del área de gestión de maquinaria y mantenimiento vial del municipio de Guano.

Elaborar el plan de mantenimiento para la flota vehicular del GAD- Municipal de Guano utilizando la metodología del RCM.

Definir la logística necesaria para cumplir con el plan propuesto.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

2.1 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una Filosofía de Gestión de Mantenimiento, que optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, en función de que tan críticos son los activos, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de falla de dichos activos, sobre la seguridad, al ambiente, o las operaciones.(PEREIRA, MONTILLA, C. , FELIPE, M., CARLOS, A., SILVA, E., 2007, pp 273-274)

El objetivo del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) o RCM (Realiability Centred Maintenance) según la norma SAE JA 1011(SAE:JA 1011, 1999),es optimizar la seguridad, la confiabilidad y determinar el estado crítico de los equipos de cualquier proceso, basándose en esta información implementar un Mantenimiento Preventivo para las organizaciones.

En la actualidad, existen normas como la SAE JA 1011 y SAE JA 1012 en las que se describen los criterios mínimos que debe cumplir un proceso para que sea considerado como RCM. Aunque la misma norma SAE JA 1011, indica que no intenta definir un proceso específico; la norma SAE JA 1012, es una Guía que amplifica, y donde se realizan aclaraciones a conceptos y términos clave, especialmente las que son exclusivas de RCM (SAE: JA1012, 2002).(VILLACRÉS PARRA, 2016, pág.9)

2.2 Desarrollo del RCM para maquinaria.

El desarrollo del RCM radica en analizar, investigar y realizar notas de las diferentes características de la empresa, sistemas y equipos por los que están compuestos, realizando una observación de las funciones que realiza y en qué estado se encuentran cada uno de ellos.
Para el desarrollo correcto se toma en cuenta las siete preguntas que se detallan en la tabla 1-2.
Donde se encuentran numeradas las preguntas, la descripción de las preguntas y su significado.

2.2.1 *Ventajas y Desventajas del RCM*

En la tabla 2-2 se menciona varias ventajas y desventajas que se tiene en la utilización de la metodología del RCM.

Tabla 1-2: Las siete preguntas del RCM

Número de pregunta	Descripción de la pregunta	Requisito
1	¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?	Funciones
2	¿De qué manera puede fallar al cumplir sus funciones?	Fallos funcionales
3	¿Cuál es la causa de cada fallo funcional?	Modo de fallo
4	¿Qué sucede cuando ocurre cada fallo?	Efectos de fallo
5	¿De qué manera afecta cada fallo?	Consecuencias
6	¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada fallo?	Tareas proactivas y frecuencias de ejecución
7	¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?	Acciones predeterminadas

Fuente: (SAE:JA 1011, 1999)

Realizado por: (Villacrés, Sergio, 2016, pág.9)

Tabla 2-2: Ventajas y desventajas del RCM

Ventajas	Desventajas
La mejora de la seguridad.	Es un método muy basado en la experiencia de los participantes, por lo que se pueden presentar serios problemas para llevarlo a cabo internamente con equipos y sistemas nuevos.
La mejora del impacto ambiental.	El éxito del proceso depende de capacidad de liderazgo del guía y de la predisposición al cambio y motivación de los participantes, por lo que es básico analizar previamente la situación socio laboral, el momento, etc.
El aumento de la producción.	Es un proceso arduo y lento, por lo que la estrategia de implementación debe ser cuidadosa para no desmotivar a los participantes.
El aumento de la fiabilidad de la instalación.	Es un proceso arduo y lento, por lo que la estrategia de implementación debe ser cuidadosa para no desmotivar a los participantes.
La disminución de los costos de mantenimiento	El conocimiento de nuevas tecnologías (sobre todo predictivas) es importante, pues, en su defecto, el grupo de trabajo cae con gran facilidad en volver a definir un nuevo Plan sólo preventivo sistemático.
El aumento en el conocimiento de la instalación.	
La disminución de la dependencia de los fabricantes.	

Fuente: (Cabrera Escobar, 2015, pp 11-12)

2.2.2 *Análisis de criticidad para maquinaria.*

El análisis de criticidad integral de activos físicos, permite establecer jerarquías o prioridades en instalaciones industriales, sistemas, equipos y dispositivos, considerando la contribución del riesgo total asociado al proceso o negocio. La metodología genera una estructura que facilita tomar decisiones, direccionar acciones y recursos; hacia las áreas operacionales, considerando distintas situaciones desde la perspectiva del impacto en el negocio.(SANTOS, J., GUTIÉRREZ, E., STREFEZZA, M. y AGUERO, M., 2013 pág. 9)

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable (Castillo-serpa, 2009, pág. 2).

2.2.2.1 Metodologías de análisis de criticidad

Para realizar el análisis de criticidad existen varios métodos, para elegir el adecuado dependerá de la información disponible que existe en la empresa evaluada, el análisis se lo realiza a nivel jerárquico (sistema, equipo) priorizando cada nivel evaluado para mantener los objetivos de mantenimiento. La tabla 3-2 se muestra los diferentes tipos de metodología para el análisis de criticidad.

Tabla 3-2: Métodos de análisis de criticidad.

Cualitativo	• Método del flujograma de análisis de criticidad
Semicuantitativo	• Modelo de criticidad semicuantitativo “CTR” (Criticidad Total de Riesgos) • Modelo de criticidad semicuantitativo “MCR” (Matriz de Criticidad por Riesgos)
Cuantitativo	• Modelo de criticidad cuantitativo “AHP” (Proceso de Análisis Jerárquico)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

El método a utilizar será el del flujograma de análisis de criticidad (cualitativo), En este primer método el autor (Crespo, 2012, pág. 3) presenta una técnica que hace referencia a un análisis puramente cualitativo sobre la jerarquía de equipos de producción. Como podemos observar en la figura 1, el resultado del proceso es una clasificación de nuestros equipos en tres categorías: A, B, C, siendo los equipos tipo A los equipos de mayor prioridad. Para llegar a esa clasificación final se procede de forma secuencial a realizar una serie de preguntas al equipo natural de trabajo conformado en la empresa a tal fin.

La secuencia marca la importancia que da el equipo de trabajo a cada atributo que se analiza a la hora de establecer la prioridad. De alguna forma, el orden en la secuencia marca el peso que damos en nuestra gestión a cada uno de los atributos.(Crespo, 2012, pág. 3)

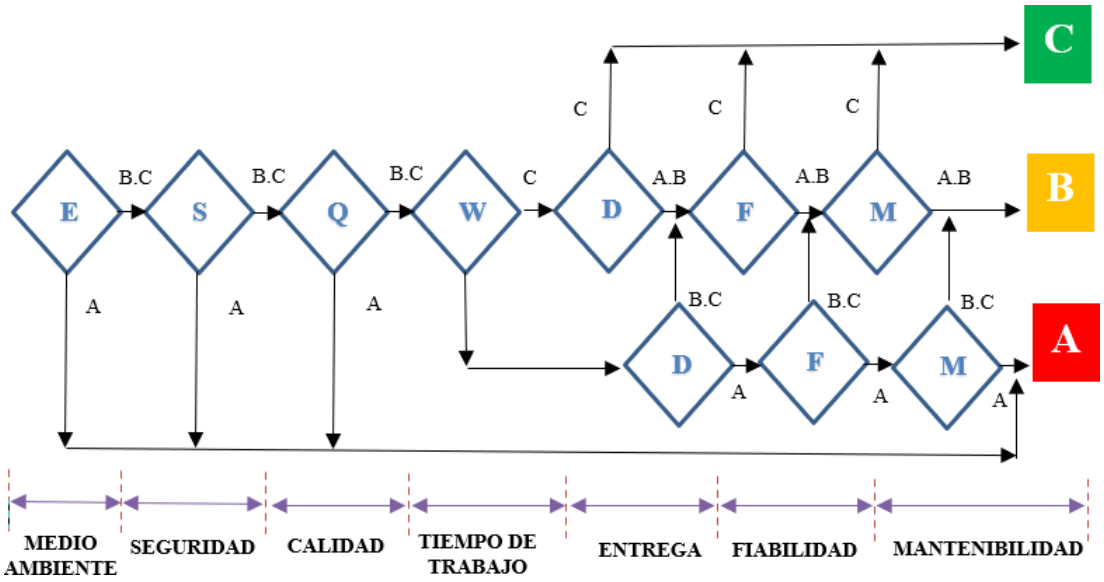

Figura 1-2. Modelo de flujo grama de criticidad.

Fuente: (Crespo, 2012, pág.3)

De cada pregunta existen tres respuestas posibles A, B o C que nos sirve para caracterizar al equipo. Por ejemplo: (Crespo, 2012, pp 4-5)

- La primera pregunta está relacionada con el medio ambiente (E), el dispositivo puede ser considerado Clase A, si la falla de la empresa puede causar que la empresa requiera notificar a las autoridades públicas sobre problemas potenciales que afecten la salud humana y el medio ambiente. (por ejemplo, fuga de amoníaco). El equipo será Clase B si la falla resulta en una contaminación o una condición manejable dentro de la empresa. Finalmente, un equipo puede ser considerado Clase C si la falla no resulta en ningún tipo de contaminación ambiental.
- Los problemas de seguridad se analizan a continuación (S). Las características de clase A son aquellas cuyo fallo puede dar lugar a un accidente que dé lugar a un ausentismo temporal o permanente del trabajo. La falla de la propiedad Clase B puede causar daños menores a las personas en el lugar de trabajo y no resultar en la terminación del empleo. Una vez más, los activos de Clase C son aquellos cuya falla no puede tener consecuencias para la seguridad humana.

- La calidad (Q) es el siguiente tema que se evalúa mediante diagramas de flujo. Este procedimiento de evaluación es similar al que hicimos para la evaluación ambiental del dispositivo. Los defectos de calidad también pueden crear una externalidad significativa, o una imagen muy negativa de la empresa en el mercado, cuando se descubre un defecto después de que el producto llega al cliente final. Actualmente, la

clase A está reservada para propiedades que probablemente tengan este tipo de falla. Las Clases B y C serán activos que, si no se mantienen adecuadamente, pueden experimentar fallas que solo tienen un impacto interno o ningún efecto, respectivamente.

- El tiempo de trabajo de un activo (W) también puede determinar su gravedad. En este estudio de caso, los trabajadores que trabajaron tres turnos serían calificados como "A". Las propiedades con dos turnos estarán en la Categoría B. Finalmente, cuando los activos de producción con un turno por día estén programados, los pondremos en Clase C. En algunos casos, en promedio, el trabajo adicional requerido para el mantenimiento y reparación de la propiedad también puede contarse dentro de este criterio. Las propiedades que requieran una cantidad significativa de trabajo extra para arreglarse serán calificadas como "A", etc.

- La entrega (D) es un criterio relacionado con el impacto operativo de la propiedad dañada. Los activos de clase A ahora son activos que cierran plantas enteras cuando fallan. El contenido de tipo B solo puede interrumpir una línea de producción si ocurre un problema. Finalmente, los bienes que no causen interrupciones significativas en la producción se clasificarán como “C”.

- La fiabilidad (F) también se introduce como un criterio en el diagrama de flujo y se relaciona con la frecuencia con la que pueden ocurrir fallas en un activo que no se ha mantenido adecuadamente. En nuestro caso de estudio, analizamos el contenido de Tipo A con una tasa de fallas de menos de 5 horas. Los bienes con una frecuencia de fallas de más de 5 horas y menos de 10 horas se clasificarán como "B". Finalmente, para activos con una tasa de falla superior a 10 horas, utilizaremos la Clase C. Usualmente al tomar en cuenta el criterio de frecuencia que genera el 20% del contenido en la categoría “A”, más del 30% del contenido estará en la “B”, mientras que el 50% estará en la categoría “C”.

- La mantenibilidad (M), es decir, la mantenibilidad, es el último criterio a considerar. Este criterio se relaciona con el tiempo promedio que lleva corregir un error. El contenido que requiere un tiempo de reparación promedio superior a 90 minutos se califica como "A". Entre 45 y 90 minutos, será una Clase B. Finalmente, aquellos con un tiempo medio de reparación inferior a 45 minutos serán clasificados como “C”.

2.2.3 *Desarrollo del Inventario técnico para vehículos y maquinarias.*

El inventario técnico es un registro de los activos que tiene una empresa donde se ubica una codificación numérica o alfa-numérica para su identificación, en qué lugar de la empresa se encuentra, grupo al que pertenece, también otras identificaciones intrínsecas como maraca, modelo, número de serie, color entro otros.

Para que el inventario este correctamente, hay que actualizarlo cada vez que se adquiera nuevos equipos.

Cada uno de los niveles que se muestran en la tabla 4-2 deberá tener un código, el cual deberá ser lo más corto posible.

Tabla 4-2: Niveles de codificación

Nivel 1	PLANTAS
Nivel 2	ÁREAS
Nivel 3	SISTEMAS MÁQUINAS
Nivel 4	EQUIPOS
Nivel 5	COMPONETES
Nivel 6	ELEMENTOS

Fuente: (ISO 14224, 1999, pág.10)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

2.2.4 *Contexto operacional*

Según la norma SAE JA 1011, *Evaluation Criteria for Realiability – Centered Maintenance (RCM) Processes*, da su definición de contexto operacional como las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico o sistema. A partir de esta definición tomamos en cuenta todos los elementos y condiciones del equipo que estará entregando la demanda solicitada a lo largo de su ciclo de vida.

En la tabla 5-2 se lista los puntos que se deben tomar en cuenta al momento de realizar el contexto operaciones de los equipos.

Tabla 5-2: Puntos bajo las cuales opera el activo físico o sistema

CONTEXTO OPERACIONAL DE EQUIPOS			
Equipo:	CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL	Código:	VH-VL-CA**03**

CONTINUA

Funcionamientode cada equipo	El sistema es sustentado con un motor de 2,5L Turbo Diesel CRDI (Inyección Directa por Conducto Común) conectado a un sistema eléctrico de 12 voltios alimentado por una batería. Capacidad de cinco pasajeros, el peso del vehículo es de 1,09 toneladas, peso máximo a soportar es de 3,5 toneladas, trasmisión manual y dirección hidráulica. .
Condiciones atmosféricas	El vehículo efectúa trabajos en campo abierto en donde se encuentra exhibida a diversas condiciones atmosféricas que constantemente son variantes como de sol y lluvia.
Operación	El vehículo es utilizado para el traslado de personas de un lugar a otro. Su modo de operación es una jornada de 8 horas diarias 5 días a la semana.
Reiteración de equipos	Se encuentra seis vehículos con similares características de trabajo lo cuales permiten su intercambio de esta.
Afectaciones medioambientales	Se encuentra dentro de los rangos permisibles de riesgos medioambientales.
Conflictos de seguridad	Riesgos ergonómicos, caídas a desnivel, golpes o asfixia en la cabina, caída de objetos sobre el conductor, volcamiento.

Fuente: Apuntes de clases

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

2.2.5 *Funciones de maquinarias*

Cada activo que se adquiere nace de una necesidad, para poder adquirir el activo se debe plantear objetivos que se va a alcanzar, como que función se requiere que el equipo cumpla, para definir bien la función se debe iniciar con un verbo en infinitivo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el cliente. En la tabla 6-2 indicaremos los pasos a seguir para realizar correctamente la definición de las funciones. Existen dos tipos de funciones las primarias y secundaria:

Funciones primarias: es la razón principal por lo que fue adquirido el bien, por lo tanto, es el motivo principal por el que existe y se debe definir con precisión. Esta función es fácil de reconocer, porque la mayoría de los bienes industriales está basada en su función primaria. Por

ejemplo, la función de una maquina empacadora es empacar, de una aplanadora, aplanar. Esta categoría de funciones cubre temas tales como velocidad, rendimiento, capacidad de transportación o almacenamiento, calidad del producto y servicio al cliente.

Funciones secundarias: se espera que la mayoría de los bienes sean útiles para una o más funciones adicionales, además de su función primaria. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como ser seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia de operación, cumplimiento con las normas medioambientales, y hasta la estética o apariencia del bien.

Por lo general son menos obvias que las funciones primarias, pero la pérdida de una función secundaria puede traer serias consecuencias a veces más serias que la pérdida de la función principal, por lo que se llega al objetivo que se debe identificar claramente las características principales de las funciones secundarias. en la tabla 7-2 se muestra una plantilla de la tabla a utilizar para definir las funciones principales y secundarias.

Tabla 6-2: Aspectos a considerar para definir las funciones de un activo.

Funciones de un activo
Definir el contexto operacional de un activo.
Identificar todas las funciones del activo/sistema (todas las funciones primarias y secundarias, incluyendo las funciones de todos los dispositivos de función)
Todos los enunciados de una función deben contener un verbo, un objeto y un estándar de desempeño (cuantificado en cada caso que se pueda hacer)
Los estándares de desempeño incorporado en los enunciados de una función deben tener el nivel de desempeño deseado por el dueño o usuario del activo/sistema en su contexto operacional.

Fuente: (SAE:JA 1011, 1999)

Realizado por: (Villacrés, Sergio, 2016, pág.10)

Tabla 7-2: Plantilla para las funciones primarias y secundarias.

VEHÍCULO LIVIANO		
CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL		
SISTEMAS	**FUNCIÓN PRIMARIA**	**FUNCIÓN SECUNDARIA**
CAROCERIA-CHASIS	Incrementar la seguridad y absorber la energía proveniente de impactos.	Estética y modelo del vehículo.
MOTOR DE COMBUSTIÓN	Trasmitir energía mecánica mediante la energía química	
SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	Trasmitir el movimiento y potencia a las ruedas para su movimiento.	
SISTEMA ELÉCTRICO	Se encarga de repartir la alimentación de electricidad hacia todo el vehículo para el arranque.	Las funciones secundaria encender luces y radio.

CONTINUA

SISTEMA DE FRENO	Disminuir progresivamente la velocidad del vehículo o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.	
SISTEMA DE SUSPENCIÓN	Reducir los efectos de las irregularidades del camino, evitando que las oscilaciones se transmitan a los pasajeros o la carga.	
SISTEMA DE DIRECCIÓN	Orientar las ruedas delanteras o directrices para que el conductor, sin esfuerzo, pueda guiar el vehículo	

Realizado por: Ramos, Julio, 2022.

2.2.6 *Fallos funcionales de las maquinarias*

Fallos que provoca el cese de una función determinada de un activo respecto a sus indicadores de desempeño ya sea que este siga funcionando, pero ya no cumple con el cometido requerido. Según Moubray (1997, pág.46), Una falla funcional se define como la incapacidad de todo bien de cumplir una función a un nivel de desempeño aceptable por el usuario.

2.2.7 *Modos de fallo de una maquinaria.*

El paso siguiente es tratar de identificar los modos de falla que tienen más posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto permite comprender exactamente qué es lo que puede que se esté tratando de prevenir (Moubray, 2004, pág.10).

Cuando se está realizando este paso, es importante identificar cuál es la causa origen de cada falla. Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Al mismo tiempo, cada modo de falla debe ser considerado en el nivel más apropiado, para asegurar que no se malgasta demasiado tiempo en el análisis de falla en sí mismo (Moubray, 2004, pág.10), para describir correctamente el modo de falla se debe primero comenzar con identificar un objeto, continuar con un adjetivo y su complemento, ejemplo (motor quemado por sobre carga).

En la tabla 8-2 se detallan los aspectos más relevantes que se deben tomar en cuenta al momento de detallar los modos de fallos.

Tabla 8-2: Aspectos a considerar para identificar los modos de fallo.

Modos de fallo
Identificar los modos de falla “probables” que puedan causar cada falla funcional.
El método utilizado para decidir que constituye un modo de falla “probable” debe ser aceptado por el dueño o usuario del activo

CONTINUA

Identificar los modos de falla en un nivel de causalidad que haga posible identificar una política de manejo de fallas apropiada.
Las listas de los modos de falla deben incluir los modos de falla que han ocurrido antes, los modos de falla que están siendo prevenidos actualmente por la existencia de programas de mantenimiento, y los modos de falla que no han ocurrido aún pero que se piensan probables (creíbles) en el contexto operacional.
Las listas de los modos de falla deben incluir cualquier evento o proceso que probablemente pueda causar una falla funcional, incluyendo deterioro, defectos de diseño, y errores humanos que pueden ser causados por operadores o mantenedores (a menos que el error humano esté siendo activamente dirigido por un proceso analítico aparte del RCM).

Fuente: (SAE:JA 1011, 1999)

Elaborado por: (Villacrés, Sergio, 2016, pág. 11)

2.2.8 *Efectos de fallos de una maquinaria.*

Un efecto de falla no es más que los daños ocurridos cuando existe un modo de falla, es muy importante la descripción de efecto de fallo para tener en cuenta la gravedad de impacto que tienen hacia la empresa.

En la tabla 9-2, se enlista varias preguntas que se deben hacer para definir correcta mente el efecto de fallos de los activos.

Tabla 9-2: Aspectos a considerar para definir los efectos de fallo.

Efectos de fallo
Los efectos de falla deben describir lo que puede pasar si no se realiza ninguna tarea específica para anticipar, prevenir o detectar la falla.
Los efectos de falla deben incluir toda la información necesaria para soportar la evaluación de las consecuencias de la falla, tales como: 1. ¿Cómo se puede evidenciar si la falla ha ocurrido (en el caso de funciones ocultas, que podría pasar si ocurre una falla múltiple)? 2. ¿Afecta en la seguridad física de la persona o afectos adversos en el ambiente y si se puede cuantificar? 3. ¿Qué hacer para no tener efecto adverso en la producción o en las operaciones? 4. ¿Qué daño físico ocurre a la máquina (si existe alguno) para que cause la falla? 5. ¿Qué (si existe algo) debe ser hecho para restaurar la función del sistema después de la falla?

Fuente:(SAE:JA 1011, 1999)

Realizado por:(Villacrés, Sergio, 2016, pág.11)

2.2.9 *Consecuencias de fallo de las máquinas.*

En el proceso del RCM es preguntar cómo y (cuánto) importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si la respuesta es positiva, también sugieren con qué esfuerzo debe tratar de encontrar los fallas.(Moubray, 2004, pág.11).

Si una falla tiene consecuencias significativas en los términos de cualquiera de estas categorías, es importante tratar de prevenirlas. Por otro lado, si las consecuencias no son significativas, entonces no merece la pena hacer cualquier tipo de mantenimiento sistemático que no sea el de las rutinas básicas de lubricación y servicio (Moubray, 2004, pág.12).

Según Moubray (2004, pág.11) clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos como se lo describe en la tabla 10-2.

Tabla 10-2: Tipos de consecuencias de fallas

Tipos de consecuencias de fallo	
Consecuencias de las fallas ocultas	Las fallas que no son evidentes no tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que trata los fallas que no son evidentes, primero reconociéndolos como tales, en segundo lugar, otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente adoptando un acceso simple, práctico y coherente con relación a su mantenimiento.
Consecuencias de las fallas evidentes	
Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente	Una falla tiene consecuencias sobre la seguridad si puede afectar físicamente a alguien. Tiene consecuencias sobre el medio ambiente si infringe las normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente. RCM considera las repercusiones que cada falla tiene sobre la seguridad y el medio ambiente, y lo hace antes de considerar la cuestión del funcionamiento. Pone a las personas por encima de la problemática de la producción.
Consecuencias Operacionales	Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero, y lo que cuesten sugiere cuanto se necesita gastar en tratar de prevenirlas.
Consecuencias que no son operacionales	Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

Fuente: (Moubray, 2004)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

2.2.10 *Hoja de información*

Moubray , (2004, pág.93) presenta en la Matriz "Análisis de modos de falla y sus efectos AMFE", la misma que se obtiene de la investigación y determinación de funciones, falla funcional para cada función, modos de falla relacionados con las fallas funcionales, se determina los efectos de la falla.

Los efectos de la falla describen, que pasa cuando ocurre un modo de falla; es decir se trata de realizar un análisis completo, de la forma de trabajo, la característica de y sobre todo que pasa cuando un activo falle, así como establecer un análisis de como poder evitar este fallo y si sucede cual será el plan de acción para minimizar la consecuencia.

En la tabla 11-2 se muestra una plantilla de hoja de información, donde existen varios casilleros que se debe llenar de acuerdo al sistema de cada equipo. Después de llenar la tabla cada modo de malla adquiere un código alfanumérico, estos están conformados de la siguiente manera el primero viene a ser el número de función del sistema, la segunda es la letra de la falla funcional y el ultimo es el número del modo de falla.

Tabla 11-2: Hoja de información del RCM.

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Empresa:</td><td colspan="2">Área:</td><td colspan="2">Realizado por:</td><td>Revisado por:</td><td rowspan="2">Código:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Equipo:</td><td colspan="2">Sistema:</td><td>Fecha:</td></tr>
<tr><th>N°</th><th>FUNCIÓN</th><th colspan="2">FALLA FUNCIONAL</th><th colspan="2">MODO DE FALLA</th><th>(Efecto de la falla)</th><th>CONSECUENCIAS</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">.</td><td rowspan="3">A</td><td rowspan="3">.</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Fuente: (Moubray, 2004, pág.93)

Realizado por: Ramos Julio, 2021

2.2.11 *Hoja de decisiones*

En esta hoja de decisión permite asentar las preguntas formuladas en el Diagrama de Decisión, y en función de las respuestas se obtendrá:

- Que mantenimiento de rutina si lo hay, con qué frecuencia será realizado y con quien lo hará.
- Que fallas son lo suficientemente serías como para justificar el rediseño.
- Casos en los cuales se opta por tomar la estrategia de trabajas hasta el fallo.

La tabla 12-2 se muestra una plantilla de hoja de decisión que está dividida en dieciséis columnas, las columnas tituladas F, FF y MF identifican el modo de falla que se analiza en esa línea Se utilizan para correlacionar las referencias entre las Hojas de Información y las Hojas de Decisión.

Los encabezamientos de las próximas diez columnas se refieren a las preguntas del diagrama de decisión de RCM como sigue:

- Las columnas tituladas H, S, E, O, son utilizadas para registrar las respuestas a preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla
- Las tres columnas siguientes (tituladas Hl, H2, H3, etc.) registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva, y si es así, qué tipo de tarea
- Si se hace necesario responder cualquiera de las preguntas "a falta de" las columnas encabezadas con H 4 y H 5 o la S 4 permiten registrar esas respuestas.

Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hubiera), la frecuencia con que se realizara esto y quien ha sido seleccionado para hacerlo. La columna "tarea propuesta" también se utiliza para registrar los casos donde se requiere el rediseño, o en que se ha decidido que el modo de falla no necesita mantenimiento programado.

Tabla 12-2: Hoja de decisiones RCM

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">HOJA DE DECISIÓN RCM</td><td colspan="7">SISTEMA:</td><td colspan="3">SISTEMA Nº:</td><td colspan="2">FECHA:</td><td>HOJA Nª</td></tr>
<tr><td colspan="7">SUBSISTEMA:</td><td colspan="3">SUB SISTEMA Nº:</td><td colspan="2">FACILITADOR:</td><td>DE</td></tr>
<tr><td colspan="3">Referencia de información</td><td colspan="4">Evaluación de las consecuencias.</td><td>H1 S1 O1</td><td>H2 S2 O2</td><td>H3 S3 O3</td><td colspan="3">ACCIÓN A FALTA DE</td><td>Tareas propuestas</td><td colspan="2">Intervalo inicial</td><td>A realizarse por</td></tr>
<tr><td>F</td><td>F F</td><td>F M</td><td>H</td><td>S</td><td>E</td><td>O</td><td>N1</td><td>N2</td><td>N3</td><td>H 4</td><td>H 5</td><td>S4</td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
</table>

Fuente: (Moubray, 2004, pág. 96)

Realizado por: Ramos, Julio, 2021

2.2.12 *Preguntas de las hojas de decisiones.*

Después de llenar la hoja de información de cada uno de los activos, se debe es llenar las hojas de decisiones, donde se hacen diversas preguntas en secuencia, respondiéndoles con un sí o un no dependiendo cual sea el caso.

La primera pregunta que se debe responder es la de la letra H que dice ¿Sera evidente para los operarios la perdida de la función causada por este modo de fallo en circunstancias normales? Si la respuesta es "si" se dirige a la pregunta S (seguridad) y E (medio ambiente), caso contrario, si la respuesta es "no" debe seguir las flechas del flujo grama como se muestra la figura 2-2, señalando que tipo de tarea se debe realizar al equipo entre esas tareas son, tarea a condición, tarea de reacondicionamiento cíclico y tarea de sustitución cíclica, si no se puede realizar

ninguna de estas tareas se opta por la tarea de búsqueda de fallas, rediseño obligado o ningún mantenimiento programado.

En la figura 3-2 son pregunta de seguridad y medio ambiente si en la pregunta de la figura 2-2 la respuesta es sí, se procede a contestar las siguientes preguntas ¿produce este modo fallos perdida de función u otros daños que pudieran lesionar o matar a alguien? o ¿Produce este modo de falla una pérdida de función que pueda infringir alguna normativa ambiental? , si la respuesta para cualquiera de estas preguntas es no, se debe dirigir a la siguiente pregunta que es la letra O (operacional) caso contrario si la respuesta es sí, se debe seleccionar que tarea se realiza entre tarea a condición, tarea de reacondicionamiento cíclico, tarea de sustitución cíclica, tareas a condición de no existir únala elección de una de las tres tareas se opta por combinación de tareas y rediseño obligatorio.

En la figura 4-2 y figura 5-2 se debe responder la pregunta de operación q es la letra O, aquí se hace la siguiente pregunta ¿Ejerce el modo de falla un efecto adverso directo sobre la capacidad operacional (producción, calidad, servicios o costos operativos además de los de reparación)? Si la respuesta es no o si se debe escoger una de las tres tareas que son tareas a condición, tarea de reacondicionamiento cíclico, y tarea de sustitución cíclica, en caso de no existir ninguna de estas tareas, se seleccione ninguna tarea de mantenimiento programado es decir se trabaja al fallo.

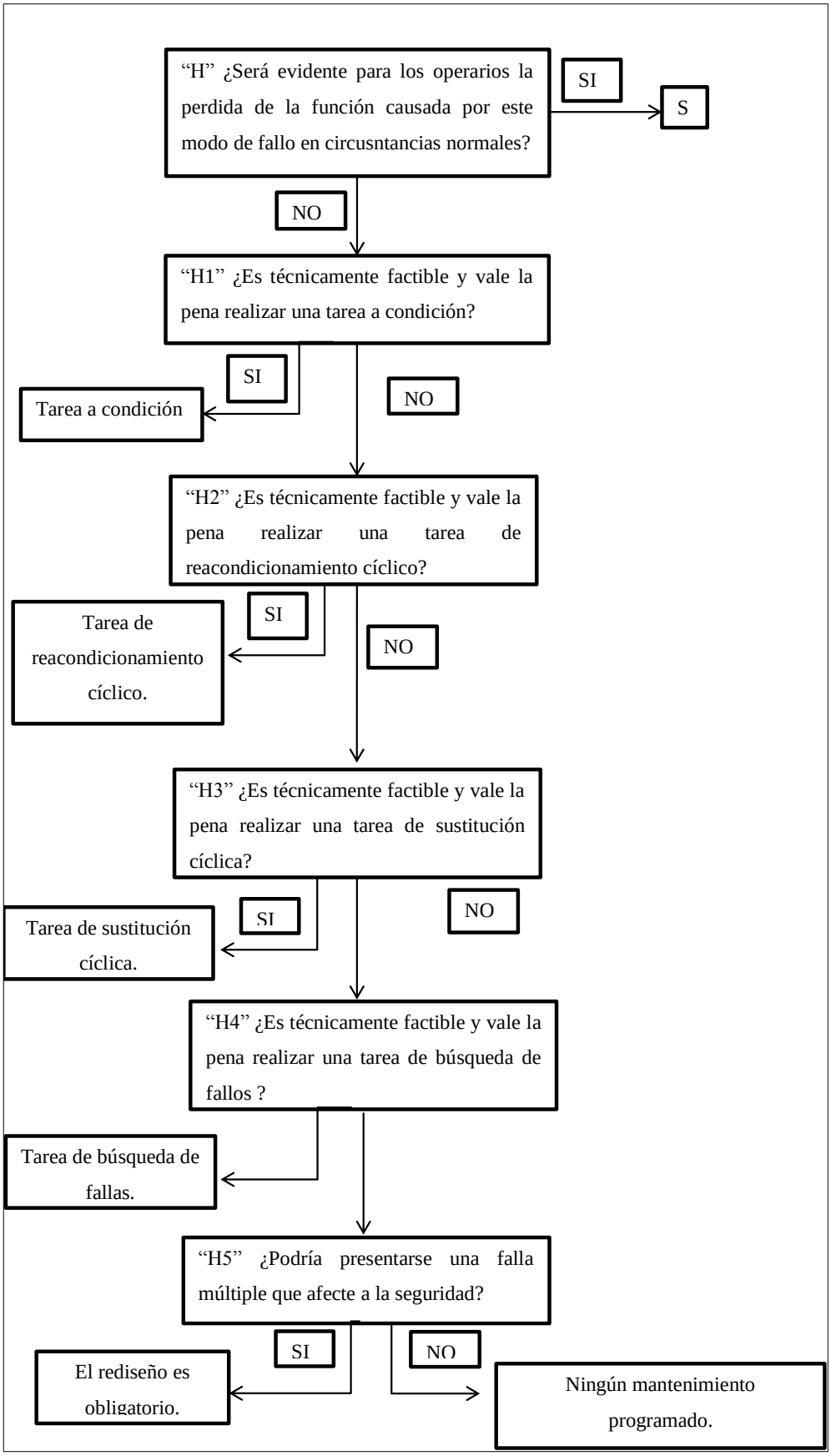

Figura 2-2. Pregunta "H" del RCM

Fuente: (Moubray, 1997)

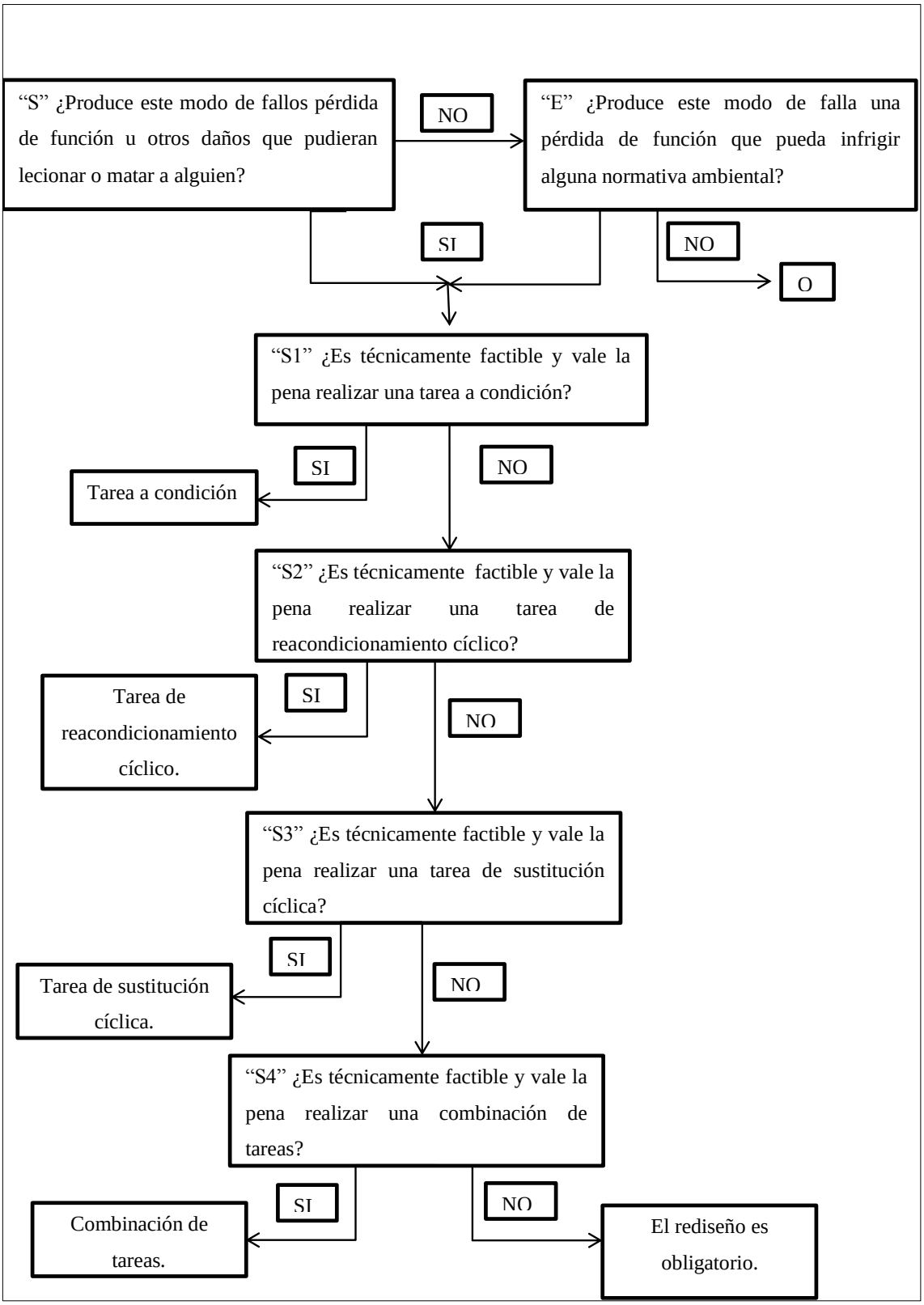

Figura 3-2. Preguntas S y E del RCM.

Fuente: (Moubray, 1997)

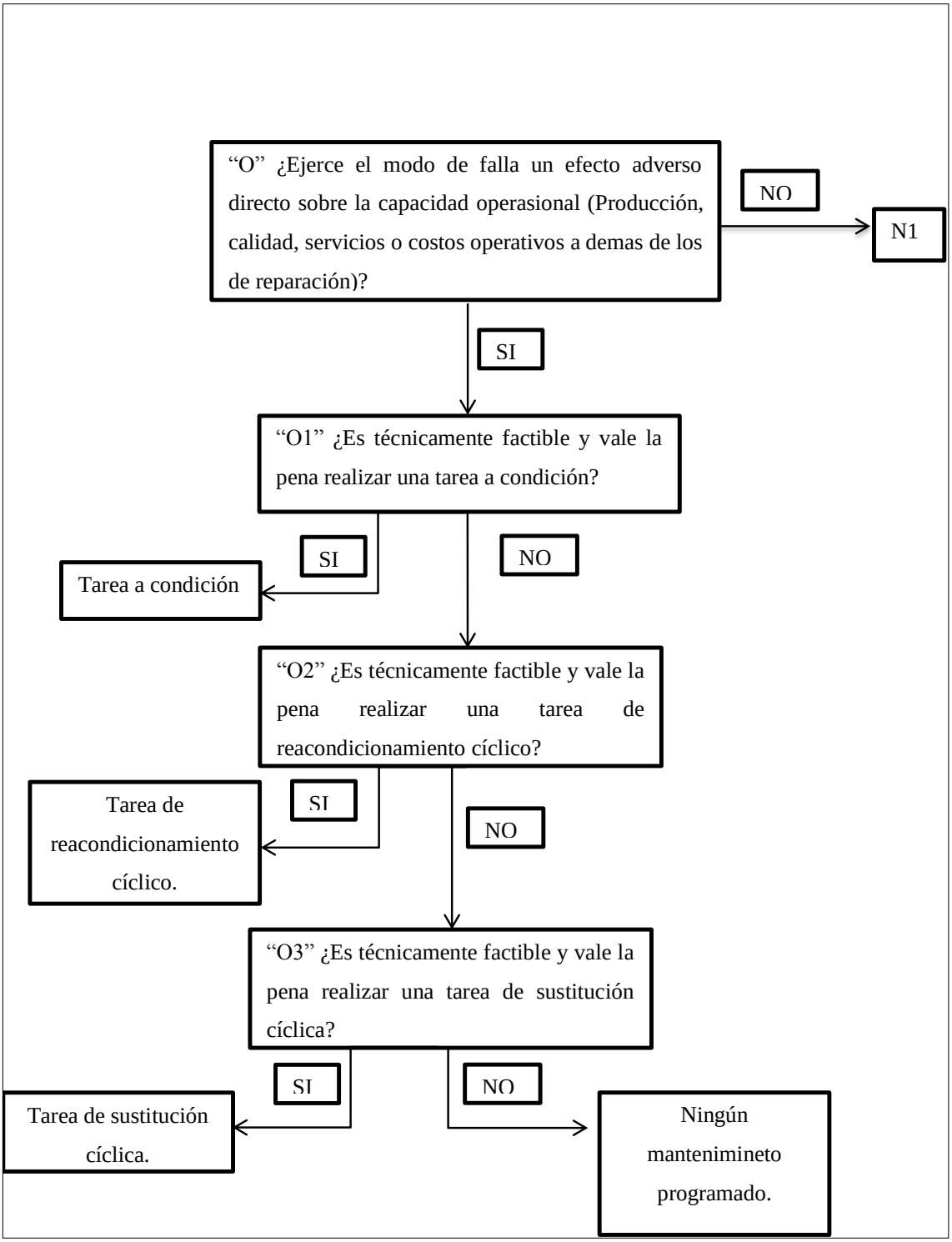

Figura 4-2. Pregunta O del RCM

Fuente: (Moubray, 1997)

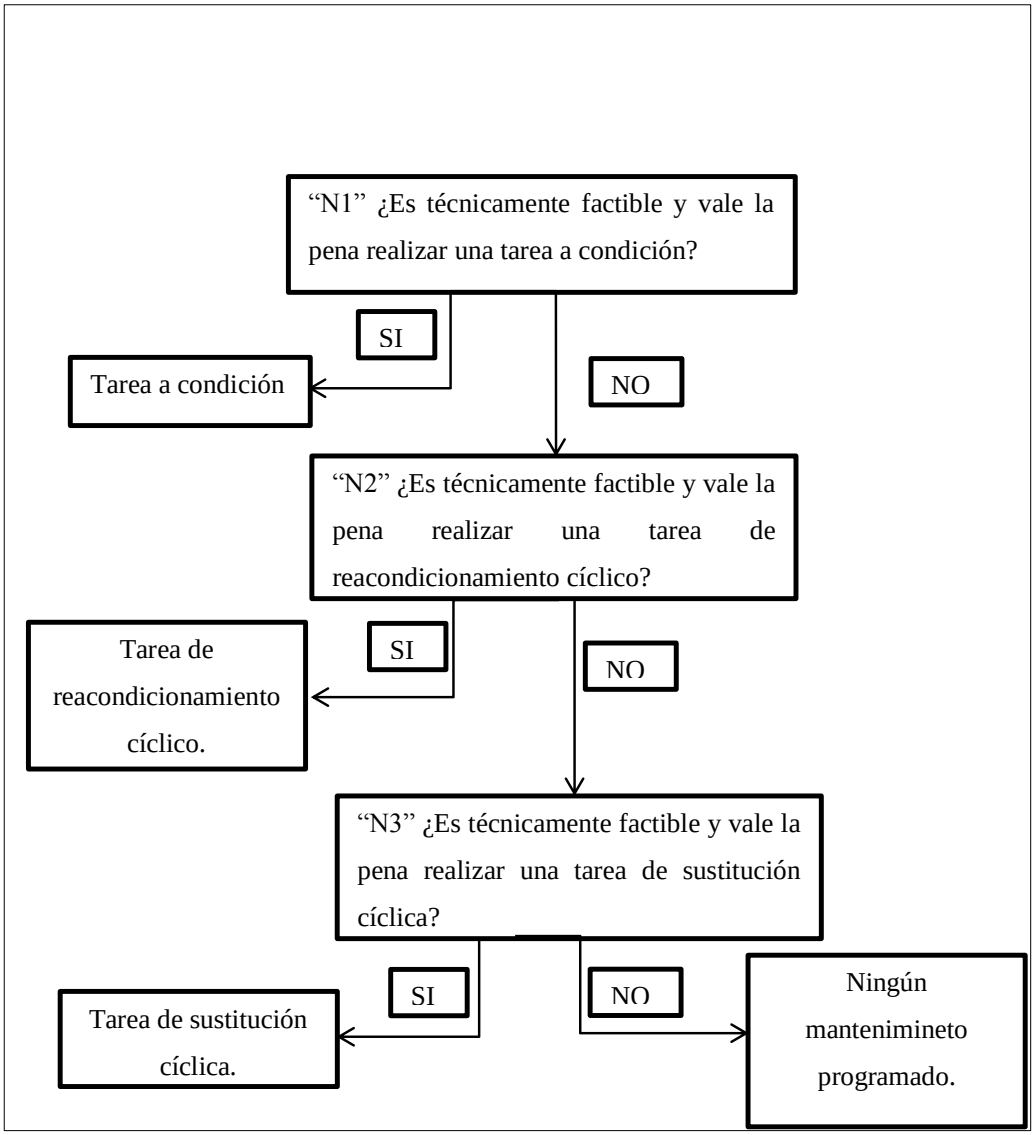

Figura 5-2. Pregunta N1 del RCM

Fuente: (Moubray, 1997)

2.2.13 *Tareas proactivas*

Son los trabajos realizados antes de que la falla ocurra, para prevenir que el equipo llegue a un estado de falla. Esto abarca lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento "predictivo" o "preventivo". Aunque veremos más adelante que RCM utiliza los términos restauración programada, descarte programado o mantenimiento en condición. (Moubray, 2004,pág.121).

2.2.13.1 Factibilidad de las tareas proactivas

"Una tarea es técnicamente factible si físicamente permite reducir o realizar una acción que reduzca las consecuencias del modo de falla asociado, a un nivel que sea aceptable para el dueño o usuario del activo" (Moubray, 2004,pág.133).

2.2.14 *Tareas de reacondicionamiento cíclico y sustitución cíclica*

Como menciona (Moubray, 2004) el reacondicionamiento cíclico es una forma de restablecer la condición de un elemento anticipándose o en el límite de su vida útil, sin importar el estado del elemento en ese momento y a la vez define a la sustitución cíclica como una tarea en donde se desecha un componente del activo físico.

2.2.14.1 Factibilidad técnica de las tareas de reacondicionamiento cíclico

La tarea de reacondicionamiento cíclico o también se conoce como tareas de retrabajo es reacondicionar la capacidad de un elemento antes o en límite de edad definido, incluyendo revisiones y cambios a intervalos preestablecidos para prevenir modos de falla específicos relacionados con la edad. Como da entender, tarea de reacondicionamiento cíclico es técnicamente factible si cumple los requisitos de la tabla13-2.

Tabla 13-2: Factibilidad técnica de las tareas de reacondicionamiento cíclico

Como da entender, tarea de reacondicionamiento cíclico es técnicamente factible si cumple con los siguientes requisitos:
• Existe un tiempo reconocible en donde el componente aumenta rápidamente su probabilidad de fallar.
• Resisten a esta edad o tiempo casi todos los componentes.
• Se pude restablecer las condiciones de resistencia iniciales del componente.

Fuente: (Moubray, 2004)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

2.2.14.2 Factibilidad técnica de las tareas a condición

Son nombradas así a la tarea de inspección rutinaria que se realiza a los componentes de un equipo, observando si existe alguna anomalía a los estándares de operación especificados, para tomar la decisión de intervenir o dejar en servicio. En la tabla 14-2 se puede observar los parámetros que debe tener una tarea a condición.

Tabla 14-2: Factibilidad técnica de las tareas a condición

Como nos dice que una tarea a condición posee factibilidad técnica si:
• Es factible determinar un estado de falla potencial

CONTINUA

• El intervalo P-F es estable
• Es conveniente realizar un monitoreo a intervalos menores que el P-F al elemento de estudio
• Existe una adecuada duración del intervalo P-F neto para realizar tareas antes que se produzca la falla

Fuente: (Moubray, 2004)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

2.2.15 *Acciones de omisión*

Estas se encargan del estado de falla, y son utilizadas cuando no es posible identificar una consigna proactiva efectiva. Las acciones de omisión incluyen búsqueda de la falla, rediseño, y acudir a la falla. (Moubray, 2004, pág.121). En la tabla 15-2 se define cada una de las tareas de acciones de omisión.

Tabla 15-2: Tipos de tareas de acciones de omisión

Trabajar al fallo	Después de un análisis la mejor opción es trabajar al fallo que es esperar que el los componentes o elementos lleguen al fin de su vida útil.
Rediseño	Es el cambio de cualquier especificación de un componente o equipo.
Tarea de búsqueda de fallos	Consiste en chequear una función oculta a intervalos reguladores para ver si ha fallado, el objetivo es dar la tranquilidad que un dispositivo de seguridad proveerá la protección requerida si fuese necesario.

Realizado por: Ramos, Julio, 2021

2.3 Frecuencia de las actividades de mantenimiento

Para establecer un plan de mantenimiento y el costo, es importante determinar con qué frecuencia se debe realizar cada una de las tareas, teniendo en cuenta que las frecuencias no deben ser muy cortas porque generan costos por mantenimiento muy elevado, al contrario, tener frecuencias con periodos muy elevados puede ocasionar fallas antes de lo establecido.

Cuando se realiza por primera vez un plan de mantenimiento en una empresa, se debe considerar la experiencia de los operadores y mecánicos para poder establecer las frecuencias, sabiendo que tienen más interacción con los equipos y partiendo con ese conocimiento para establecer el plan de mantenimiento, sin embargo, se debe estar en constantes actualizaciones.

En la tabla 16-2 se citan varios criterios que se deben tomar en cuenta para establecer las frecuencias de mantenimiento.

Tabla 16-2: Frecuencia de mantenimiento.

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	
CONTEXTUALIZADA	**CRITERIO CONTRACTUAL** Se basa en las condiciones económicas de la empresa mas no en las decisiones técnicas por lo tanto no analiza las necesidades de la maquina

CONTINUA

	CRITERIO ANALÍTICO ESTADÍSTICO Se sintetiza la experiencia que brinda el historial de fallas e intervenciones asociadas con los activos combinado con técnicas de análisis cualitativo de fallos, técnicas de Análisis Causa Raíz (RCA) y otras de la misma naturaleza una desventaja es que la mayoría de empresas no disponen de la información necesaria para ejecutar este método
	CRITERIO BASADO EN LA EXPERIENCIA Se basa en el dominio del particular contexto operacional donde se desenvuelve el activo. Es el criterio que puede combatir con más efectividad a los fallos inducidos por errores de operación y mantenimiento y garantizar las condiciones de ejercicio que respeten las exigencias de seguridad y ambientales
	CRITERIO, EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN La evaluación de la condición es un criterio principal para determinar y ajustar frecuencias de actividades de mantenimiento. Es la base del mantenimiento basado en condición y fase inviolable para cualquier modelo de pronóstico de mantenimiento predictivo
	CRITERIO DE INFORMACIÓN NO CONTEXTUALIZADA En caso de no disponer de información del pasado (quizás no hay pasado por ser equipos nuevos o por carencia de registros) entonces, una alternativa, puede ser la apelación a bases de datos Igualmente, pueden ser empleadas bases de datos obtenidas en contextos de empresas que se dedican al mismo giro de negocio.
No Contextualizada	**CRITERIOS DEL FABRICANTE** Este es uno de los criterios más populares entre técnicos de menor experiencia y cuando hay poco dominio del contexto operacional. Salvando a los mejores fabricantes que también se ocupan de mejorar la confiabilidad y mantenibilidad de sus equipos y se preocupan de considerar las experiencias de sus clientes Una desventaja de esta metodología es que el fabricante desconoce el contexto operación en el que está trabajando el equipo

Fuente:(Sexto, 2017)

Realizado por: Ramos, Julio, 2021.

2.4 El intervalo P-F

Al intervalo P-F se lo conoce por el tiempo en que se hace detectable la falla potencial hasta el punto que se deteriora, llegando a la falla funcional. Es la manera más fiable para detectar la frecuencia de una tarea a condición ya que para esta tarea se quiere detectar la falla potencial antes de que se convierta en falla funcional, el tiempo en que se debe realizar las inspecciones tienen que ser menores a la del intervalo P-F.

En la figura 6-2 se puede observar el ciclo del intervalo P-F, que empieza desde la falla potencial y termina en falla.

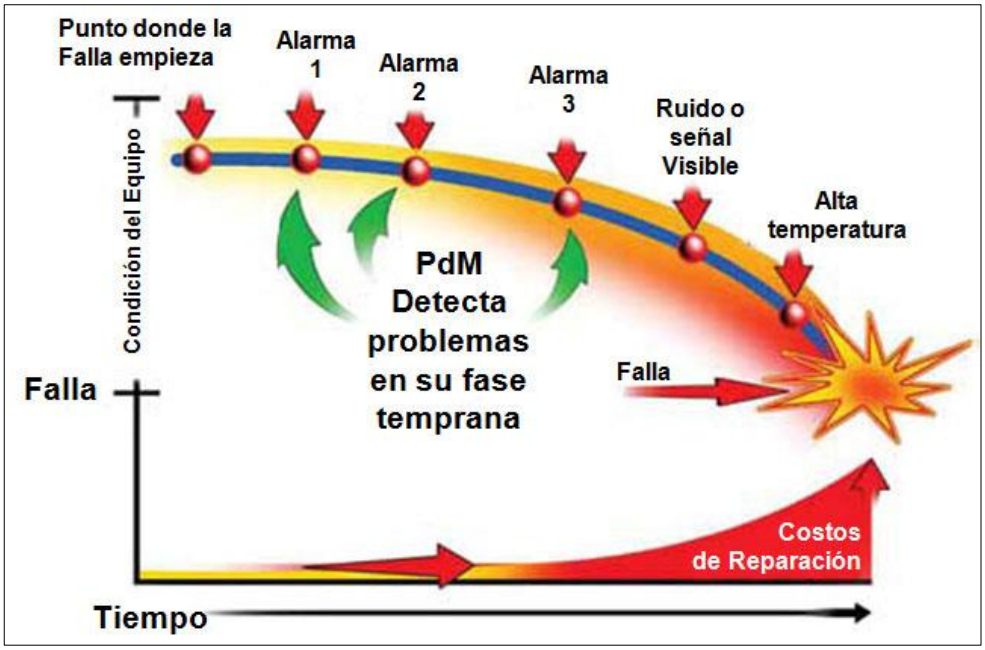

Figura 6-2: Intervalo P-F.
Fuente: (JIMENEZ, 2011)

2.5 Programación y planificación del Mantenimiento.

La norma europea llamada terminología del mantenimiento define a la Gestión del mantenimiento como: "Todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control y la mejora de las actividades de mantenimiento y las económicas.". (EN 13306, 2011).

En la figura 7-2 se muestra un flujograma que indica los pasos a seguir para una buena gestión de mantenimiento.

El trabajo técnico se realiza con una Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), es conocido como un sistema de gestión aprovechado para el mantenimiento, genera información que ayuda con el aumento de la rentabilidad, eficiencia del factor humano, materiales y mejora la confiabilidad y desempeño de los equipos industriales

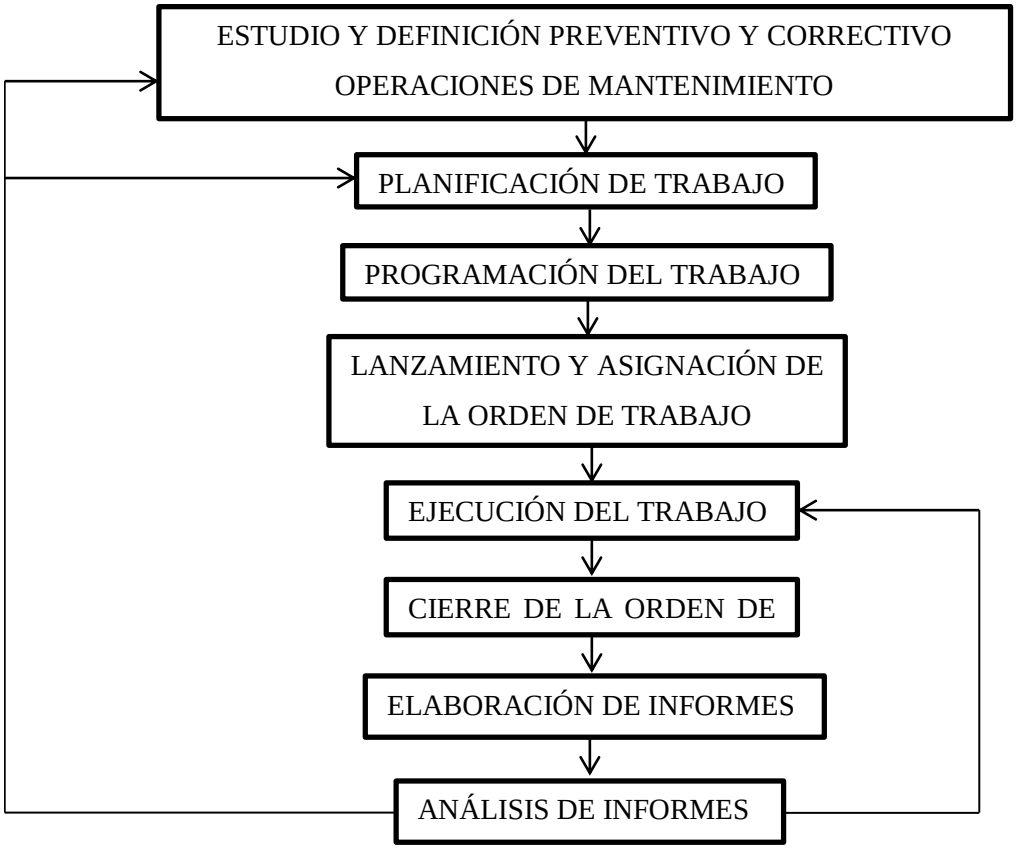

Figura 7-2. Flujo de trabajo en la NORMA UNE-EN 13460:2009

Fuente: (EN 13460, 2009, p 8)

2.6 Requerimientos logísticos para la gestión de mantenimiento

2.6.1 *Recursos humanos*

Los recursos humanos es una pieza importante, nuestras miradas se dirigen a buscar el ahorro, con el objetivo que la empresa sea más competitiva.

Se debe hacer una serie de preguntas clave, cuya respuesta nos indicará si estamos en el camino correcto o no: (García Garrido, 2003, pp 131-132).

Según García Garrido (2003, pág.135) las funciones que debe cumplir la gente que integra el departamento de mantenimiento serán:

- Gestionar el mantenimiento desde el punto de vista técnico (cuando no existe Director de Mantenimiento, también lo hace desde el punto de vista económico).
- Se encarga de asignar los recursos necesarios para la realización de cada tarea.
- Resuelve los problemas que surgen en la realización de los trabajos.

- Comprobar que las programaciones se cumplan, resolviendo las desviaciones que puedan aparecer.
- Se implica personalmente en las emergencias que se puedan presentar en la planta.

En la tabla 17-2 es una plantilla que se llena con, el código del equipo, las tareas de mantenimiento, el tiempo que toma realizar la tarea, la frecuencia, equipos de protección personal, que materiales y herramientas se utiliza para el mantenimiento, y el personal que va a realizar el mantenimiento.

Tabla 17-2: Plantilla de la logística.

Equipo: VH-VL-CA03	**DURACION (h)**	**FRECUENCIA (SEMANL)**	**LOGISTICA**		
TAREA DE MANTENIMIENTO			**Número y tipo de personal**	**Horas hombre (h)**	**Herramientas y equipos**
Inspección batería	0,5	1	1 operador	0.5	Destornillador de punta plana

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 18-2 se muestra una encuesta para evaluar a los recursos humanos donde se desea saber si existe el personal adecuado para realizar el mantenimiento.

Tabla 18-2: Preguntas para los recursos humanos

¿Se tiene la cantidad de personal que necesitamos?	Si se tiene más de los que se debe emplear, estaremos derrochando recursos económicos. Pero si se tiene menos, el tiempo de respuesta puede no ser el adecuado, con lo que estaremos malgastando dinero en forma de pérdidas de producción.
¿El personal tiene la formación adecuada?	Se debe preguntar si su formación es la que debe tener para poder dar respuesta a las incidencias de la planta. Para saber si la formación es la adecuada, se debe que tener en cuenta si la preparación que tenía cada uno de sus miembros cuando se les contrató permite una formación posterior más específica, o si esta formación era tan básica que hay que comenzar por una preparación general. Hay que saber cuál es la base inicial con la que cuenta cada integrante del departamento de mantenimiento, e identificar sus carencias.

Fuente: (García Garrido, 2003, pág.132)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

2.6.2 *Recursos materiales*

Los recursos de materiales no es uno de los principales costos, pero si el segundo en importancia, el cual conlleva a ser un costo a optimizar.

Los departamentos financieros y el estricto control económico que se hace de cada una de las partidas presupuestarias de una empresa, han impuesto unas políticas de reducción de stock cada vez más agresivas, de manera que se hace necesario estudiar qué materiales son los imprescindibles para mantenerlos en stock.
La disponibilidad de las plantas se ve seriamente afectada por un stock de repuesto adecuado.(García Garrido, 2003 pág.119), en el sector público estos procesos se ven afectado afectos por presupuestos muy bajos y procesos inadecuados.

En la tabla 19-2 se observa las diferentes casillas que se debe llenar para tener un estimado de materiales a utilizar en el año, como por ejemplo que material se va utilizar, la cantidad necesaria en el año, en que unidad se mide cada material, puede ser en galones, litros, libras entre otros, también se debe saber el precio o costo de cada material.

Tabla 19-2: Recursos materiales anuales.

Material	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Precio total
Agua destilada	1	1	$1.00	$1.00

Realizado: Ramos, Julio, 2022

2.6.3 *Cálculo de las unidades operadas por semana.*

La aplicación de las unidades operadas por semana (UOPS) permite determinar la fecha de la próxima ejecución de mantenimiento, esto es importante en el cronograma de actividades, ya que para cada tarea de cada equipo se debe tener una tarea de ejecución. Para el cálculo de las UOPS se debe tener un registro de recorrido de las últimas seis semanas, para que se pueda sacar un promedio del recorrido o kilómetros.

En la tabla 20-2 se muestra un ejemplo del cálculo de las unidades operadas por semana donde se puede observar las semanas y el recorrido que han hecho cada vehículo permitiendo así sacar un promedio de recorrido por semana.

Una vez determinadas las tareas de mantenimiento y sus frecuencias, es necesario calcular un presupuesto anual, sabiendo que las frecuencias encontradas son en kilómetros, se debe estimar cuando se produce el siguiente mantenimiento según tiempo calendario, por lo que se debe realizar el cálculo de las unidades operadas por semana

Tabla 20-2: Ejemplo del cálculo de unidades operadas por semana

Cálculos de los oups						
Vehículo	Camioneta	**Año**	2015			
Número del vehículo	3	**Modelo**	Chevrolet			
Color	Plomo	**Placa**	Hma-1103			
Tareas	Inspeccionar batería					
Frecuencia	1000		Km			
N°	**Kilometraje (km)**	**Km**	**Fechas**	**Fecha inicial**	**Fecha final**	**Semanas**
1	274404		13/08/2020	13/08/2020	31/08/2020	3
7	278238	3834	31/08/2020			
Cálculo de los oups		**1180**	**Km/semanas**			
Fecha de intervención		**1**	**Semanas**			

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Canto Guano (GADM-CG)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Inventario técnico de vehículos y maquinaria.

El inventario se lo realizo con una codificación para cada vehículo, sabiendo que dentro del área de mantenimiento es muy importante tener una, para la identificación y la nueva codificación para los vehículos del Gobierno Autónomo descentralizado de Guano se la realiza de manera alfanumérica, en la cual, las letras especifican, a la planta que es el MUNICIPIO DE GUANO (MG), el área que es GESTIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y MANTENIMIENTO VIAL (MP) y el tipo de vehículo separando en tres grupos, vehículos livianos, pesados y maquinarias donde:

- Vehículos livianos (VL): Autos, pick up, todo terreno.
- Vehículos pesados (VP): Camiones, volquetes, tanqueros, recolectores.
- Maquinaria (MA): Equipo caminero.

En la tabla 1-3 se muestra cómo se codifico cada uno de los niveles, para que la persona que esté a cargo de cada equipo lo pueda entender de forma correcta, o si con el tiempo existen posibles adquisiciones de nuevos vehículos.

Tabla 1-3: Manual de codificación

Nivel 1: planta VH	Nivel 2 máquina: VL	Nivel 3 equipo: CA03	Nivel 4 sistemas: SC01
En el primer nivel ocupamos dos letras que son la primera y tercera letra de vehículo (VH)	En el nivel de máquina al distribuir los vehículos en tres grupos donde son vehículos livianos, pesados y maquinarias se usó, la primera letra de vehículos (V) y la otra es la primera letra de livianos (L).	En el nivel de equipo le utilizamos dos letras y dos números, las dos primeras letras son del tipo de vehículo por ejemplo enteste caso es camioneta entonces es CA, a menos que tenga dos palabras ejemplo tractor oruga (TO) se ocupa las dos primeras letras de cada palabra y los numero se ocuparon los mismo con los que tenían codificado el municipio.	El nivel de sistema la codificación está compuesta por el sistema alfanumérico, en el orden de dos letras, S de sistema la siguiente C del tipo de sistema en este caso chasis, seguido por dos número 01 por ser el primer sistema de chasis.

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

A continuación, en la tabla 2-3 se muestra un fragmento de la codificación de los equipos del municipio de guano, donde se tomó un vehículo de cada nivel de máquina con su respectivo código para dar un entendimiento de cómo se realizó el inventario. Revisar Anexo A, para ver la tabla con todos los equipos codificados.

Tabla 2-3: Inventario técnico.

DESCRIPCIÓN		**CÓDIGO**
PLANTA		
Vehículos del municipio de Guano		VH
MAQUINA		
Vehículo liviano		VH-VL
Vehículo pesado		VH-VP
Maquinaria		VH-MA
EQUIPO		
VEHÍCULO LIVIANO		**VH-VL**
CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL		VH-VL-CA**03**
SISTEMAS	**CODIGO**	**CODIGO FINAL**
CAROCERIA-CHASIS	SC01	VH-VL-CA03-SC01
MOTOR DE COMBUSTIÓN	SM01	VH-VL-CA03-SM01
SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	ST01	VH-VL-CA03-ST01
SISTEMA ELECTRICO	SE01	VH-VL-CA03-SE01
SISTEMA DE FRENO	SF01	VH-VL-CA03-SF01

CONTINUA

SISTEMA DE SUSPENCIÓN	SS01	VH-VL-CA03-SS01
SISTEMA DE DIRECCIÓN	SD01	VH-VL-CA03-SD01
VEHÍCULO PESADO		**VH-VP**
CAMIÓN HMA-1010 HD65 CHASIS CABINADO		VH-VP-CA**09**
SISTEMAS	**CODIGO**	**CODIGO FINAL**
CAROCERIA-CHASIS	SC01	VH-VL-CA03-SC01
MOTO DE COMBUSTIÓN	SM01	VH-VL-CA03-SM01
SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	ST01	VH-VL-CA03-ST01
SISTEMA ELECTRICO	SE01	VH-VL-CA03-SE01
SISTEMA DE FRENO	SF01	VH-VL-CA03-SF01
SISTEMA DE SUSPENCIÓN	SS01	VH-VL-CA03-SS01
SISTEMA DE DIRECCIÓN	SD01	VH-VL-CA03-SD01
MAQUINARIA		**VH-MA**
Tractor Oruga 3.2-6-000465 D65 EX		VH-MA-TO**25**
SISTEMAS	**CODIGO**	**CODIGO FINAL**
HABITÁCULO-BASTIDOR	HA01	VH-MA-TO25-HA01
MOTO DE COMBUSTIÓN	SM01	VH-MA-TO25-SM01
SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	ST01	VH-MA-TO25-ST01
SISTEMA ELECTRICO	SE01	VH-MA-TO25-SE01
SISTEMA DE HIDRÁULICO	SF01	VH-MA-TO25-SF01
SISTEMA DE TREN DE RODAJE	SS01	VH-MA-TO25-SS01
HERRAMIENTA DE TRABAJO	SD01	VH-MA-TO25-SD01

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Canto Guano (GADM-CG)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.2 Fichas técnicas de los vehículos y maquinarias.

Las fichas técnicas se las realizan con algunos datos de los vehículos, tanto de identificación, como información técnica principal. También se le adiciona imágenes del vehículo de sus cuatro perfiles, con el objetivo de facilitar la identificación y familiarización del vehículo con su código.

En la tabla 3-3 se representa la ficha técnica, existen en total 35 fichas, las cuales se encuentran en el anexo B.

Tabla 3-3: Modelo ficha técnica

INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO		
Código	VH-VL-CA**03**	
Marca	CHEVROLET	

CONTINUA

Tipo	CAMIONETA DOBLE CAB.		
Modelo	D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL		
Año fabricación	2015		
Color	PLOMO		
Ocupantes	5		
INFORMACIÓN DEL REGISTRO			
Nº Placa	HMA-1103		
Nº Motor	4JJ1ME4321		
Nº Chasis	8LBETF3T7F0281423		
INFORMACIÓN TÉCNICA			
Tonelaje	1,09		
Torque	320 @ 1800		
Cilindraje	2999		
Combustible	DIESEL		
Transmisión	Manual		
Dimensiones	Altura	1690 mm	
	Ancho	1766 mm	
	Largo	5295 mm	

Fuente: (GADM-CG)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.3 Análisis de criticidad de los vehículos y maquinarias.

Para realizar el análisis de criticidad utilizamos las definiciones del capítulo dos, página 8 y la figura 1-2 donde nos da una guía de como calificar cada uno de los equipos.

En la tabla 4-3 se puede observar el análisis de criticidad que se le hizo a uno de los equipos livianos. Los demás análisis de los vehículos livianos se encuentran en el anexo C

Tabla 4-3: Análisis de criticidad del vehículo liviano VH-VL-CA**03**.

Equipo	Sistema	Medio ambiente	Seguridad	Calidad	Tiempo de trabajo	Entrega	Fiabilidad	Mantenibilidad	Resultado
VH-VL-CA**03**	Carrocería-chasis	C	C	C	C	C	C	C	C
	Motor de combustión	C	A	-	-	-	-	-	A
	Sistema de trasmisión de potencia	C	C	B	B	A	A	A	A
	Sistema eléctrico	C	C	C	A	A	A	B	B
	Sistema de freno	C	A	-	-	-	-	-	A

CONTINUA

	Sistema de suspensión	C	A	-	-	-	-	-	A
	Sistema de dirección	C	A	-	-	-	-	-	A

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 5-3 se puede observar el análisis de criticidad que se le hizo a uno de los equipos pesado. Los demás análisis de los vehículos pesados se encuentran en el anexo C

Tabla 5-3: Análisis de criticidad del vehículo pesado VH-VP-CA**09**

Equipo	Sistema	Medio ambiente	Seguridad	Calidad	Tiempo de trabajo	Entrega	Fiabilidad	Mantenibilidad	Resultado
VH-VP-CA**09**	Carrocería-chasis	C	C	C	C	C	C	C	C
	Motor de combustión	C	A	-	-	-	-	-	A
	Sistema de trasmisión de potencia	C	C	B	B	A	A	A	A
	Sistema eléctrico	C	C	C	A	A	A	B	B
	Sistema de freno	C	A	-	-	-	-	-	A
	Sistema de suspensión	C	A	-	-	-	-	-	A
	Sistema de dirección	C	A	-	-	-	-	-	A

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 6-3 se puede observar el análisis de criticidad que se le hizo a uno de la Maquinaria. Los demás análisis de la maquinaria se encuentran en el anexo C

Tabla 6-3: Análisis de criticidad de la maquinaria VH-MA-TO**25**

Equipo	Sistema	Medio ambiente	Seguridad	Calidad	Tiempo de trabajo	Entrega	Fiabilidad	Mantenibilidad	Resultado
VH-MA-TO**25**	Habitáculo-bastidor	C	C	C	C	C	C	C	C
	Motor de combustión	C	A	-	-	-	-	-	A
	Sistema de trasmisión de potencia	C	C	B	B	A	A	A	A
	Sistema eléctrico	C	C	C	A	A	A	B	B
	Sistema de hidráulico	C	A	-	-	-	-	-	A

CONTINUA

	Sistema de tren de rodaje	C	A	-	-	-	-	-	A
	Herramienta de trabajo	C	A	-	-	-	-	-	A

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.4 Contexto operacional de los vehículos y maquinarias.

El contexto operacional se lo realizó a nivel de máquina, en la tabla 7-3 se muestra una de las 3 tablas que existen, las demás se podrán observan en el anexo D.

Tabla 7-3: Contexto operacional.

CONTEXTO OPERACIONAL DE EQUIPOS			
Equipo:	CAMIONETA D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL	Código:	VH-VL-CA**03**
Funcionamientode cada equipo	El sistema es sustentado con un motor de 2,5L Turbo Diesel CRDI (Inyección Directa por Conducto Común) conectado a un sistema eléctrico de 12 voltios alimentado por una batería. Capacidad de cinco pasajeros, el peso del vehículo es de 1,09 toneladas, peso máximo a soportar es de 3,5 toneladas, trasmisión manual y dirección hidráulica. .		
Condiciones atmosféricas	El vehículo efectúa trabajos en campo abierto en donde se encuentra exhibida a diversas condiciones atmosféricas que constantemente son variantes como de soly lluvia.		
Operación	El vehículo es utilizado para el traslado de personas de un lugar a otro. Su modo de operación es una jornada de 8 horas diarias 5 días a la semana.		
Reiteración de equipos	Se encuentra seis vehículos con similares características de trabajo lo cuales permiten su intercambio de esta.		
Afectaciones medioambientales	Se encuentra dentro de los rangos permisibles de riesgos medioambientales.		
Conflictos de seguridad	Riesgos ergonómicos, caídas a desnivel, golpes o asfixia en la cabina, caída de objetos sobre el conductor, volcamiento.		

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.5 Funciones y parámetros de funcionamiento de los vehículos y maquinarias.

3.5.1 *Funciones primarias de los vehículos y maquinarias.*

Camioneta: Transportar personas de un lugar a otro para cumplir los trabajos de los diferentes departamentos. En la tabla 8-3 se definen las funciones primarias y secundarias de uno de los vehículos livianos, las tablas de los otros equipos se encuentran en el anexo E.

Tabla 8-3: Funciones primarias y secundarias de VH-VL-CA03

VEHÍCULO		**CÓDIGO**
CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL		VH-VL-CA03
SISTEMAS	**FUNCIÓN PRIMARIA**	**FUNCIÓN SECUNDARIA**
CAROCERIA-CHASIS	Incrementar la seguridad y absorber la energía proveniente de impactos.	Estética y modelo del vehículo.
MOTOR DE COMBUSTIÓN	Trasmitir energía mecánica mediante la energía química	Permitir que la temperatura no se eleve, por su refrigeración
SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	Trasmitir el movimiento y potencia a las ruedas para su movimiento.	Permitir la lubricación de cada una de sus partes esté correcto.
SISTEMA ELECTRICO	Se encarga de repartir la alimentación de electricidad hacia todo el vehículo para el arranque.	Encender luces, radios, permitiendo que no existan sobre intensidades.
SISTEMA DE FRENO	Disminuir progresivamente la velocidad del vehículo o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.	Nivel de lubricante (liquido de freno) se encuentra en su nivel máximo.
SISTEMA DE SUSPENCIÓN	Reducir los efectos de las irregularidades del camino, evitando que las oscilaciones se transmitan a los pasajeros o la carga.	Permitir un viaje sin mucha turbulencia por carreteras dañadas o empedradas.
SISTEMA DE DIRECCIÓN	Orientar las ruedas delanteras o directrices para que el conductor, sin esfuerzo, pueda guiar el vehículo	Que el nivel de lubricante de la dirección se encuentre en su máximo nivel para evitar daños.

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Camión: Transportar herramientas, material para las construcción o arreglo de vías en mal estado, y limpieza de Vías. En la tabla 9-3 se definen las funciones primarias y secundarias de uno de los vehículos pesados, las tablas de los otros equipos se encuentran en el anexo E.

Tabla 9-3: Funciones primarias y secundarias de VH-VP-CA09

VEHÍCULO		**CÓDIGO**
CAMIÓN HMA-1010 HD65 CHASIS CABINADO		VH-VP-CA09
SISTEMAS	**FUNCIÓN PRIMARIA**	**FUNCIÓN SECUNDARIA**
CAROCERIA-CHASIS	Incrementar la seguridad y absorber la energía proveniente de impactos.	Estética y modelo del vehículo.
MOTO DE COMBUSTIÓN	Trasmitir energía mecánica mediante la energía química	Permitir que la temperatura no se eleve, por su refrigeración

CONTINUA

SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	Trasmitir el movimiento y potencia a las ruedas para su movimiento.	Permitir la lubricación de cada una de sus partes esté correcto.
SISTEMA ELECTRICO	Se encarga de repartir la alimentación de electricidad hacia todo el vehículo para el arranque.	Encender luces, radios, permitiendo que no existan sobre intensidades.
SISTEMA DE FRENO	Disminuir progresivamente la velocidad del vehículo o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.	Nivel de lubricante (liquido de freno) se encuentra en su nivel máximo.
SISTEMA DE SUSPENCIÓN	Reducir los efectos de las irregularidades del camino, evitando que las oscilaciones se transmitan a los pasajeros o la carga.	Permitir un viaje sin mucha turbulencia por carreteras dañadas o empedradas.
SISTEMA DE DIRECCIÓN	Orientar las ruedas delanteras o directrices para que el conductor, sin esfuerzo, pueda guiar el vehículo	Que el nivel de lubricante de la dirección se encuentre en su máximo nivel para evitar daños.

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tractor oruga y cama baja: Transportar maquinarias de un lugar a otro, excavación y recolección de material utilizado para el relleno de baches, quebradas, y construcción de vías, aplanamiento de material. En la tabla 10-3 se definen las funciones primarias y secundarias de una de las maquinarias, las tablas de los otros equipos se encuentran en el anexo E.

Tabla 10-3: Funciones primarias y secundarias de VH-MA-TO25

MAQUINARIA		**CÓDIGO**
Tractor Oruga 3.2-6-000465 D65 EX		VH-MA-TO25
SISTEMAS	**FUNCIÓN PRIMARIA**	**FUNCIÓN SECUNDARIA**
HABITÁCULO-BASTIDOR	Incrementar la seguridad y absorber la energía proveniente de impactos.	Estética y modelo del vehículo.
MOTOR DE COMBUSTIÓN	Trasmitir energía mecánica mediante la energía química	Permitir que la temperatura no se eleve, por su refrigeración
SISTEMA DE TRASMISION DE POTENCIA	Trasmitir el movimiento y potencia a las ruedas para su movimiento.	Permitir la lubricación de cada una de sus partes esté correcto.
SISTEMA ELECTRICO Y ELECTRÓNICO	Se encarga de repartir la alimentación de electricidad hacia todo el vehículo para el arranque.	Encender luces, radios, permitiendo que no existan sobre intensidades.
SISTEMA DE HIDRÁULICO	Asegura que la máxima potencia disponible se dirija donde más se necesite, este sistema permite la movilidad de los movimientos simultáneos.	Nivel del líquido hidráulico no se encuentre bajo para aprovechar el trabajo.
SISTEMA DE TREN DE RODAJE	El tren de rodaje debe proporcionar al conductor facilidad de manejo y control en situaciones límite del vehículo, esto se consigue gracias a una extensa insensibilidad al viento lateral, una dirección precisa y una manejabilidad fiable; instrumentos que permiten al conductor responsable circular con máximo nivel de seguridad.	Las cadenas bien tensionadas para evitar el desgaste, Como norma general, cuando se trabaja en condiciones de terreno blandas y embarradas, se recomienda una presión más suelta en las cadenas de las excavadoras.

CONTINUA

HERRAMIENTA DE TRABAJO	Recolección de escombros, compactación acelerada de tierras, acelerada de rellenos, bases y sub bases, pavimentos asfálticos, asentamiento acelerado de terrenos. Enrasado de superficies.	No tener abolladuras, o imperfecciones para permitir un trabajo correcto.

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.6 Hoja de información

En la hoja de información se genera las cuatro primeras respuestas de nuestras interrogantes en el desarrollo del RCM, En la tabla 11-3 se observa los datos de un equipo, como ejemplo, para conocer la función de acuerdo a su característica y estándar de funcionamiento, se observa también el fallo funcional que se puede encontrar en dicha función, modos de fallo que delimita que cumpla con su objetivo y efectos que producen. Para este ejemplo se tomó los datos de la CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, las tablas de los otros equipos se encuentran en el anexo F.

En la tabla 12-3 se observa la hoja de información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de motor de combustión.

En la tabla 13-3 se observa la hoja de decisiones información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de motor de combustión con cada una de sus tareas a realizarse.

En la tabla 14-3 se observa la hoja de información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de trasmisión de potencia.

En la tabla 15-3 se observa la hoja de decisiones información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de trasmisión de potencia con cada una de sus tareas a realizarse.

En la tabla 16-3 se observa la hoja de información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de dirección.

Tabla 11-3: AMEF del sistema de carrocería y chasis.

Empresa: **GADM-CG**		Área: Movilidad		Realizado por:		Revisado por: Julio Ramos	
		Equipo: VH-VL-CA03		Sistema: Carrocería - Chasis		Fecha: 20/12/2022	
Nº	**FUNCIÓN**	**FALLA FUNCIONAL**		**MODO DE FALLA**		**(Efecto de la falla)**	**CONSECUENCIAS**
1	Incrementar la seguridad y absorber la energía proveniente de impactos.	A	No absorbe la energía generada por el impacto, trasmitiendo a los ocupantes provocando lesiones internas.	1	Carrocería deformada por golpes o choque.	Daños físicos a las personas que se trasladan en el automotor. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 24 hora más para reparar. TOTAL= 24,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 24,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $122,50	Seguridad
		B	Endurecimiento de las partes y desgaste por fricción.	1	Chasis torcido por golpes o choque.	Daño del ten delantero, amortiguadores y flechas o puntas. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 24 hora más para reparar. TOTAL= 24,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 24,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $122,50	Seguridad

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tabla 12-3: AMFE del sistema del motor de combustión.

Empresa: **GADM-CG**		Área: Movilidad		Realizado por:		Revisado por: Julio Ramos		
		Equipo: VH-VL-CA03		Sistema: Motor de combustión		Fecha: 20/12/2022		
Nº	**FUNCION**	**FALLA FUNCIONAL**		**MODO DE FALLA**		**Efecto de la falla**	**Consecuencias.**	**Frecuencia de fallas Aprox.**
1	Trasmitir energía mecánica mediante la energía química.	A	No trasmite energía	1	Desgaste u oclusión de uno o varios inyectores por suciedad del combustible.	No llega combustible al motor para que funcione correcta mente. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 3 hora más para reparar. TOTAL= 3,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $17,50	Operacional	1,5 años
				2	Bomba de combustible quemada por sobre intensidades o final de su vida útil.	No trasmite el combustible hacia los inyectores provocando el automóvil no se movilice. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 3 hora más para reparar. TOTAL= 3,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $17,50	Operacional	4 años
				3	Tanque de combustible o Tubería de descarga de combustible roto por golpes.	Al tener una tubería rota, todo el combustible es derramado en el suelo lo cual no llega al motor evitando que funcione correctamente. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 3 hora más para reparar. TOTAL= 3,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $17,50	Operacional	2 años

CONTINUA

				4	Correas de impulsión rotas por fin de su vida útil.	Al tener las correas de impulsión rotas, no permite la trasmisión de energía. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 8 hora más para reparar. TOTAL= 8,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 8,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $42,5	Operacional	4 años
		B	El motor enciende, pero se apaga después.	1	Filtro de aire obstruido por suciedad.	Con un filtro de aire sucio se reduce la entrada de aire y esta disminución del oxígeno afecta la eficiencia del motor. En casos severos, como con un filtro de aire obstruido, el motor puede experimentar una reducción significativa en la aceleración y en la potencia total del arranque. Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 0,5 hora más para reparar. TOTAL= 1 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 1 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $5	Operacional	3 años
				2	Filtro de combustible obstruido por suciedad del combustible.	Un filtro sucio va a provocar un ralentí irregular. Esto se va a percibir, principalmente, al arrancar y al ralentí. Dificultad de arranque. Un filtro de combustible obstruido puede llegar a cortar el flujo de este líquido, con lo que al coche le puede costar arrancar. Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 horas más para reparar. TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,5	Operacional	3 años

CONTINUA

		C	Sobre calentamiento del motor	1	Falta de aceite por tuberías rotas o kilometraje excedido para el cambio de aceite.	Al no tener aceite el motor no tiene lubricación y enfriamiento por lo que aumenta la temperatura. Tiempo de parada: 1 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 3 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. • TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $15	Operacional	3 meses
				2	Termostato atascado.	Sabiendo que el termostato es una válvula que permite el paso del refrigerante que se encuentra en el bloque del motor hacia el radiador, al atascarse no permite esta acción. Tiempo de parada: 1 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 3 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $15	Operacional	4 años
				3	Bomba de agua dañada.	Problemas con la bomba de agua ocasiona un mal funcionamiento del sistema refrigerante. Este es un problema común que puede identificar fácilmente al reconocer fugas de líquido debajo de su carro. Tiempo de parada: 1 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 3 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $15	Operacional	6 años

CONTINUA

				4	Radiador roto u obstruido.	Si se encuentra obstruido en su interior o roto, el refrigerante no puede circular correctamente y el motor puede presentar recalentamientos. De igual forma se puede obstruir por fuera, haciendo que el aire que es utilizado para extraer el calor no circule. Tiempo de parada: 1 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 3 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $15	Operacional	1 año

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tabla 13-3: Hoja de decisión motor de combustión.

HOJA DE DECISIÓN DEL RCM															
SISTEMA Motor de combustión			**EQUIPO** VH-VL-CA03			**FECHA**			**ELABORADO**			**APROBADO**			**N°** 01
REFERENCIA			**EVALUACION**				**H1** **S1** **O1**	**H2** **S2** **O2**	**H3** **S3** **O3**	**ACCION**			**TAREAS**	**FREC.**	**RESPÁG.**
F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**	**N1**	**N2**	**N3**	**H4**	**H5**	**S4**			
1	A	1	S	N	N	S	N	S	-	-	-	-	Limpieza de inyectores.	30000 km	Mecánico
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de la bomba de combustible.	90000 km	Mecánico
1	A	3	N	-	-	-	S	-	-	-	-	-	Inspección del tanque de combustible y tuberías.	45000 km	Operador
1	A	4	N	-	-	-	N	N	S	-	-	-	Cambio de correas de impulsión.	5000 km	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio filtro de aire.	15000km	Mecánico

CONTINUA

1	B	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de filtro de combustible.	60000 km	Mecánico
1	C	1	N	-	-	-	N	N	S	-	-	-	Cambio de filtro y aceite de combustible.	5000 km	Mecánico
1	C	1	N	-	-	-	S	-	-	-	-	-	Inspecciones de tuberías de aceite y refrigerante.	45000 km	Operador
1	C	2	N	-	-	-	N	N	S	-	-	-	Cambio del termostato	80000 km	Mecánico
1	C	3	N	-	-	-	N	N	S	-	-	-	Cambio de bomba de agua.	120000 km	Mecánico
1	C	4	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisión del radiador.	20000 km	Operador
1	C	4	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisar líquido refrigerante	1000 km	Operador

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tabla 14-3: AMFE del sistema de trasmisión de potencia.

Empresa: **GADM-CG**		Área: Movilidad		Realizado por:		Revisado por: Julio Ramos		
		Equipo: VH-VL-CA03		Sistema: Sistema de trasmisión de potencia.		Fecha: 20/12/2022		
N°	**FUNCIÓN**	**FALLA FUNCIONAL**		**MODO DE FALLA**		**Efecto de la falla**	**Consecuencias**	**Frecuencia de fallas Aprox.**
	Trasmitir el movimiento y potencia a las ruedas para su movimiento.	A	No trasmite movimiento y potencia a las ruedas.	1	Embrague desgastado por uso excesivo.	No permite que el auto avance. • Tiempo de parada: 1 hora hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 3 hora más para reparar. TOTAL= 4 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 4 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $20	Operacional	9 años

CONTINUA

				2	Ruptura de dientes del diferencial por esfuerzos de flexión.	Al momento de hacer el cambio de marcha este salta, dejándolo en neutro al vehículo. • Tiempo de parada: 1 hora hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 24 hora más para reparar. TOTAL= 25 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 4 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $125	Operacional	1 año
		B	Acopla y desacopla con dificultad el giro del motor.	1	Cambio de aceite en la caja de cambios.	Al momento de hacer el cambio de marcha existe dureza. • Tiempo de parada: 0,5 hora hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Operacional	1 año
				2	Cambio de aceite en la trasmisión	No existe la correcta lubricación y enfriamiento lo que dificulta el movimiento. • Tiempo de parada: 1 hora hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 3 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $15	Operacional	2,5 años

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tabla 15-3: Hoja de decisión trasmisión de potencia.

HOJA DE DECISIÓN DEL RCM															
SISTEMA Trasmisión de potencia			**EQUIPO** VH-VL-CA03			**FECHA**			**ELABORADO**			**APROBADO**			**N°** 01
REFERENCIA			**EVALUACIÓN**				**H1 S1 O1**	**H2 S2 O2**	**H3 S3 O3**	**ACCION**			**TAREAS**	**FREC.**	**RESPÁG.**
F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**	**N1**	**N2**	**N3**	**H4**	**H5**	**S4**			
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio del disco de embrague	200000 km	Operador
1	A	2	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Inspeccionar que los cambios de marcha no existan dureza.	20000 km	Operador
1	B	1	N	-	-	-	N	N	S	-	-	-	Cabio de aceite de la caja de cambios	25000 km	Mecánico
1	B	2	N	-	-	-	N	N	S	-	-	-	Cambio de aceite de la trasmisión	50000 km	Mecánico

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tabla 16-3: AMEF del sistema de dirección

Empresa: **GADM-CG**		Área: Movilidad	Realizado por:	Revisado por: Julio Ramos		
		Equipo: VH-VL-CA03	Sistema: Sistema de dirección	Fecha: 20/12/2022		
N°	**FUNCIÓN**	**FALLA FUNCIONAL**	**MODO DE FALLA**	**Efecto de la falla**	**Consecuencia.**	**Frecuencia de fallas Aprox.**

CONTINUA

1	Orientar las ruedas delanteras o directrices para que el conductor, sin esfuerzo, pueda guiar el vehículo.	A	No permite la orientación de las ruedas	1	Barra de dirección rota por golpes o uso.	No permite maniobrar o direccionar al vehículo. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar. TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Seguridad	3 años
				2	Unión de la barra de dirección con la caja de dirección dañada por uso y golpes (caídas en baches).	No permite que exista la unión entre la barra de dirección y la caja de dirección. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Seguridad	3 años
				3	Caja de dirección rota.	No permite direccionar a las llantas del vehículo. • Tiempo de parada: 1 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 3 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 3 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $15	Seguridad	3 años
		B	Orienta las ruedas con dureza o dificultad.	1	Bomba del aceite hidráulico con fugas.	No bombea aceite al sistema de dirección generando dureza para maniobrar. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Seguridad	3años

CONTINUA

				2	Nivel de aceite de hidráulico bajo el mínimo.	No se envía aceite al sistema e dirección generando dureza para maniobrar. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 0,5 hora más para reparar TOTAL= 1 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 1 hora de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $5	Seguridad	3 años

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 17-3 se observa la hoja de decisiones información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de dirección con cada una de sus tareas a realizarse.

Tabla 17-3: Hoja de decisiones del RCM del sistema de dirección

HOJA DE DECISIÓN DEL RCM															
SISTEMA SISTEMA DE DIRECCIÓN			**EQUIPO** VH-VL-CA03			**FECHA**			**ELABORADO**			**APROBADO**			**N°** 01
REFERENCIA			**EVALUACION**				**H1 S1 O1 N1**	**H2 S2 O2 N2**	**H3 S3 O3 N3**	**ACCION**			**TAREAS**	**FREC.**	**RESPÁG.**
F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**				**H4**	**H5**	**S4**			
1	A	1	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Revisión y limpieza de la barra de dirección	80000 km	Operador
1	A	2	N	-	-	-	S	-	-	-	-	-	Revisión de la unión de la barra de dirección con la caja de dirección	80000 km	Operador
1	A	3	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisión de la caja de dirección.	80000 km	Operador
1	B	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisión de la bomba de hidráulico que no exista fugas o indicios de goteo de aceite.	80000 km	Operador
1	B	2	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisión del nivel del aceite del hidráulico.	80000 km	Operador

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 18-3 se observa la hoja de información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de frenos.

Tabla 18-3: AMEF del sistema de frenos

Empresa: GADM-CG		**Área:** Movilidad		**Realizado por:**		**Revisado por:** Julio Ramos		
		Equipo:		**Sistema:** Sistema de frenos.		Fecha: 20/12/2022		
N°	FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		Efecto de la falla	Consecuencia.	Frecuencia de fallas Aprox.
1	Disminuir progresivamente la velocidad del vehículo o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.	A	No frena.	1	Sin líquido de freno.	No genera la fuerza hidráulica, perjudicando la comunicación entre pedal zapatas. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 0,5 hora más para reparar TOTAL= 1 HORA DE PARADA • Costo de parada: En 1 hora de parada de la camioneta 03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $5	Seguridad	1 año
				2	Zapatas desgastadas en su totalidad.	No existe el rozamiento con el disco para el frenado parcia. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la camioneta 03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Seguridad	1 años
				3	Sobrecalentamiento de zapatas.	Desgaste de las zapatas progresivamente evitando el frenado. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 0,5 hora más para reparar TOTAL= 1 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 1 hora de parada de la camioneta 03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $5,00	Seguridad	1 año

CONTINUA

		B	Frena parcialmente.	1	Zapatas desgastadas parcialmente.	El pedal del freno se debe presionar al fondo para que pueda ayudar con el frenado. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la camioneta 03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Seguridad	1 año
				2	Tuberías de freno perforadas.	Dificultad al frenar, no existe la adecuada comunicación entre pedal y zapatas. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y1,5 hora más para reparar TOTAL= 2 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la camioneta 03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $10,00	Seguridad	5 meses

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 19-3 se observa la hoja de decisiones información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de frenos con cada una de sus tareas a realizarse.

Tabla 19-3: Hoja de decisión sistema de frenos.

HOJA DE DECISIÓN DEL RCM															
SISTEMA SISTEMA DE FRENOS			**EQUIPO** VH-VL-CA03			**FECHA**			**ELABORADO**		**APROBADO**				**N°** 01
REFERENCIA			**EVALUACION**				**H1 S1 O1 N1**	**H2 S2 O2 N2**	**H3 S3 O3 N3**	**ACCION**			**TAREAS**	**FREC.**	**RESPÁG.**
F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**				**H4**	**H5**	**S4**			
1	A	1	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Inspección del nivel de líquido de freno.	30000 km	Operador

CONTINUA

1	A	2	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Revisión de las zapatas, o inspección auditiva al momento de frenar.	40000 km	Operador
1	A	3	S	S	-	-	N	N	S	-	-	-	Cambio de pastillas o zapatas.	80000 km	Mecánico
1	B	1	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Revisión del desgaste de pastillas y zapatas	20000 km	Mecánico
1	B	2	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Revisión de no existir fugas o indicios de goteo de líquido de freno.	10000 km	Operador

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 20-3 se observa la hoja de información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de suspensión.

Tabla 20-3: AMEF del sistema de suspensión

Empresa: **GADM-CG**		Área: Movilidad		Realizado por:		Revisado por: Julio Ramos		
		Equipo:		Sistema: Sistema de suspensión.		Fecha: 20/12/2022		
N°	**FUNCIÓN**	**FALLA FUNCIONAL**		**MODO DE FALLA**		**(Efecto de la falla)**	**Consecuencia.**	**Frecuencia de fallas Aprox.**
1	Reducir los efectos de las irregularidades del camino, evitando que las oscilaciones se transmitan a los pasajeros o la carga.	A	No reduce los efectos de las irregularidades del camino.	1	Amortiguadores y puntuales desgastados.	El vehículo rebotaría por el camino, haciendo la conducción extremadamente difícil, sin mencionar, peligrosa. Las piezas del sistema de suspensión como rótulas, cojinetes, brazos y demás soportes se desgasten más rápidamente. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 4,5 hora más para reparar TOTAL= 5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $25	Operacional	4 años

CONTINUA

		B	Reduce parcialmente los efectos de las irregularidades del camino.	1	Amortiguadores y puntuales contaminados de aceite o sucios.	La adherencia en las curvas, la pérdida de dirección y el aquaplanning, (derrape involuntario). • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Seguridad	5 meses
				2	Suspensión agrietado o hinchado.	Distancia de frenado notable. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 5 hora más para reparar TOTAL= 5,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 5,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $27,50	Seguridad	5 meses

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 21-3 se observa la hoja de decisiones información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de suspensión con cada una de sus tareas a realizarse.

Tabla 21-3: Hoja de decisión sistema de suspensión.

HOJA DE DECISIÓN DEL RCM					
SISTEMA Sistema de suspensión	**EQUIPO** VH-VL-CA03	**FECHA**	**ELABORADO**	**APROBADO**	**N°** 01

CONTINUA

REFERENCIA			EVALUACION				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	ACCION			TAREAS	FREC.	RESPÁG.
F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**				**H4**	**H5**	**S4**			
1	A	1	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Revisión de los amortiguadores.	100000 km	Operador
1	B	1	S	N	N	N	N	S	-	-	-	-	Limpieza y engrase de amortiguadores.	10000 km	Mecánico
1	B	2	S	S	-	-	S	-	-	-	-	-	Inspección de la suspensión.	10000 km	Operador
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de amortiguadores	65000 km	Mecánico

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 22-3 se observa la hoja de información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de suspensión.

Tabla 22-3: AMEF del sistema eléctrico y electrónico

Empresa: **GADM-CG**		Área: Movilidad		Realizado por:		Revisado por: Julio Ramos		
		Equipo: VH-VL-CA03		Sistema: Sistema eléctrico y electrónico		Fecha:20/12/2022		
N°	**FUNCION**	**FALLA FUNCIONAL**		**MODO DE FALLA**		**Efecto de la falla**	**Consecuencias.**	**Frecuencia de fallas Aprox.**
1	Se encarga de repartir la alimentación de electricidad hacia todo el vehículo para el arranque, y funciones secundaria como encender luces y radio.	A	No alimenta de energía al vehículo (no Arranca).	1	Interruptor de encendido desgastado o roto.	Al introducir la llave y girarle, este movimiento genera un desgaste de contacto por lo que con el tiempo se va acabando su vida útil. **Tiempo de parada:** 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 1,5 hora más para reparar TOTAL= 2 HORAS DE PARADA **Costo de parada:** En 2 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $10,00	Operacional	5 meses

CONTINIA

				2	Fusible quemado.	El fusible se quema cuando existen voltajes mayores para el cual fue diseñado creando así un circuito abierto por el cual no se trasmite la corriente para que el vehículo arranque. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 0,5 hora más para reparar TOTAL= 1 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 1 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $5,00	Operacional	5 meses
				3	Generador de corriente quemado o dañado.	Con el tiempo el generador sufre desgaste ya sea por su uso o un golpe esto le produce daño llegando así a dejar de funcionar esto genera que el vehículo funcione, pero solo con la energía que esta almacenada en la batería hasta agotarla por completo. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 3 hora más para reparar TOTAL= 3,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 5,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $17,50	Operacional	2 años
				4	Batería dañada o desgastada.	La batería se desgasta por el uso excesivo de su energía ya sea que las luces estén prendías o el radio encendido por mucho tiempo, y se sabe que está dañada cuando ya no almacena más energía y se agota en un tiempo muy corto. • Tiempo de parada: 0,5 horas hasta diagnosticar el problema por el cual sucede, y 2 hora más para reparar TOTAL= 2,5 HORAS DE PARADA • Costo de parada: En 2,5 horas de parada de la VH-VL-CA03, sabiendo que si contratamos una camioneta igual nos cobra una tarifa de 5 dólares la hora. TOTAL, DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA = $12,50	Operacional	2 años

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 23-3 se observa la hoja de decisiones información del equipo CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL, con el código VH-VL-CA03, del sistema de suspensión con cada una de sus tareas a realizarse.

Tabla 23-3: Hoja de decisión sistema eléctrico.

HOJA DE DECISIÓN DEL RCM															
SISTEMA Sistema de eléctrico			**EQUIPO** VH-VL-CA03			**FECHA**			**ELABORADO**			**APROBADO**			**N°** 01
REFERENCIA			**EVALUACION**				**H1** **S1** **O1** **N1**	**H2** **S2** **O2** **N2**	**H3** **S3** **O3** **N3**	**ACCION**			**TAREAS**	**FREC.**	**RESPÁG.**
F	**FF**	**FM**	**H**	**S**	**E**	**O**				**H4**	**H5**	**S4**			
1	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisar que el swich no tenga ninguna anomalía	10000 km	Electricista
1	A	2	S	N	N	N	S	-	-	-	-	-	Revisar de fusibles del vehículo.	10000 km	Electricista
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de generador de corriente.	100000 km	Mecánico
1	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Revisión del agua de batería.	5000 km	Operador
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de batería.	40000 km	Mecánico

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.7 **Cálculo del recorrido.**

Para tener el cálculo del recorrido de cada vehículo, se utilizó información de cada que tiempo se abastece el vehículo de combustible y el kilometraje que tenía el vehículo en ese instante, como se puede apreciar en la tabla 24-3. El cálculo de recorrido de cada equipo se encuentra en los anexos G

Tabla 24-3: Calculo de las unidades operadas por semana.

CALCULOS DE LOS UOPS						
VEHICULO	CAMIONETA	**AÑO**	2015			
NUMERO DEL VEHICULO	3	**MODELO**	CHEVROLET			
COLOR	PLOMO	**PLACA**	HMA-1103			
TAREAS	Inspeccionar Batería					
FRECUENCIA	10000		KM			
N°	**KILOMETRAJE (KM)**	**KM**	**FECHAS**	**FECHA INICIAL**	**FECHA FINAL**	**SEMANAS**
1	274404		13/08/2020	13/8/2020	31/8/2020	3
2	278238	3834	31/08/2020			

CALCULO DE LOS UOPS	1180	KM/SEMANAS
FECHA DE INTERVENCIO	8	SEMANAS
	2	MESES

Fuente: GADM-CAG

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.8 Plan de mantenimiento.

La elaboración del plan de mantenimiento mediante la metodología RCM participó el personal del área de mecánica que conocen el funcionamiento y tienen experiencia en el mantenimiento de los automotores, a continuación, en la Tabla 25-3 se presenta el plan de mantenimiento resultado de la implementación de la metodología RCM de la camioneta con el código VH-VL-CA03, el cronograma de los demás vehículos se encuentra en el anexo H.

Tabla 25-3: Cronograma de actividades VH-VL-CA03

	ANTERIOR	EL VEHICULO RECORRE	169	Km x DIA						
Código del equipo:			1180	Km X SEMANA						
G-MP-VL-CA03										
ACTIVIDAD	**FRECUENCIA (Km)**	**SEMANAS**	**TIEMPO ESTIMADO PARA LA TAREA EN HORAS**	**1**	**2**	**3**	**4**	5	6	7
Limpieza de inyectores.	30000	25	3,5 h							
Cambio de la bomba de combustible.	90000	76	3,5 h							
Inspección del tanque de combustible y tuberías.	45000	38	3,5 h							
Cambio de correas de impulsión.	5000	4	8,5h				X			
Cambio filtro de aire.	15000	13	1 h							
Cambio de filtro de combustible.	60000	51	2,5 h							
Cambio de filtro y aceite de combustible.	5000	4	3 h				X			
Inspecciones de tuberías de aceite y refrigerante.	45000	38	3h							
Cambio del termostato	80000	68	3 h							
Cambio de bomba de agua.	120000	102	3h							
Revisión del radiador.	20000	17	4h							
Revisión del líquido refrigerante	2000	2	0,5 h		X		X		X	
Cambio del disco de embrague	200000	169	4h							
Inspeccionar que los cambios de marcha no existan dureza.	20000	17	0,5 h							
Cabio de aceite de la caja de cambios	25000	21	2,5 h							

CONTINUA

Cambio de aceite de la trasmisión	50000	42	4h							
Revisión y limpieza de la barra de dirección	80000	68	2,5 h							
Revisión de la unión de la barra de dirección con la caja de dirección	80000	68	2,5 h							
Revisión de la caja de dirección.	80000	68	3h							
Revisión de la bomba de hidráulico que no exista fugas o indicios de goteo de aceite.	80000	68	2,5h							
Revisión del nivel del aceite del hidráulico.	80000	68	1h							
Inspección del nivel de líquido de freno.	30000	25	1h							
Revisión de las zapatas, o inspección auditiva al momento de frenar.	40000	34	2,5h							
Cambio de pastillas o zapatas.	80000	68	2,5h							
Revisión del desgaste de pastillas y zapatas	20000	17	2h							
Revisión de no existir fugas o indicios de goteo de líquido de freno.	10000	8	1h							
Revisión de los amortiguadores.	100000	85	1h							
Limpieza y engrase de amortiguadores.	10000	8	1h							
Inspección de la suspensión.	10000	8	0,5h							
Cambio de amortiguadores	65000	55	5,5h							
Revisar que el swich no tenga ninguna anomalía	10000	8	2h							
Revisar de fusibles del vehículo.	10000	8	1h							
Cambio de generador de corriente.	100000	85	3,5h							
Revisión del agua de batería.	5000	4	0,5h				X			
Cambio de batería.	40000	34	2h							

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.9 REQUERIMIENTOS LOGÍSTICOS

Al ejecutar un plan de mantenimiento se debe tener muy claro los requerimientos logísticos los cuales son, personal necesario, lista de repuestos, lista de materiales, en la tabla 26-3, se muestra un fragmento de la los materiales y herramienta que se necesitan para cada una de las tareas, en el anexo I se encuentran las tablas de logística de cada uno de los equipos.

Tabla 26-3: Logística de materiales.

Equipo: VH-VL-CA03	**DURACION (h)**	**FRECUENCIA (SEMANL)**	**LOGISTICA**			
TAREA DE MANTENIMIENTO			**Equipo epp**	**Materiales y repuestos**	**Herramientas y equipos**	**Personal**
Limpieza de inyectores.	3,5	25	EPP	Aditivos	----------	Operador
Inspección del tanque de combustible y tuberías.	3,5	38	EPP	----------	----------	Operador
Cambio filtro de aire.	1	8	EPP	Filtro de aire	Destornillador de estrella	Operador
Cambio de filtro de combustible.	2,5	17	EPP	Filtro de combustible	Destornillador	Mecánico
Cambio de filtro y aceite de aceite.	3	4	EPP	Aceite para motor 10w40 Filtro de aceite	Llave de banda para filtro de aceite. Llave inglesa	Mecánico
Inspecciones de tuberías de aceite y refrigerante.	3	38	EPP	----------	----------	Operador
Revisión del radiador.	0,5	17	EPP	----------	----------	Operador
Revisión del líquido refrigerante	4	4	EPP	Líquido refrigerante	Llave #12	Operador
Inspeccionar que los cambios de marcha no existan dureza.	0,5	17	EPP	----------	----------	Operador
Cabio de aceite de la caja de cambios	2,5	21	EPP	Aceite de la caja de cambios SAE 80W	Llave #14	Mecánico
Cambio de aceite de la trasmisión	4	42	EPP	Aceite de trasmisión SAE 80W	----------	Mecánico
Inspección del nivel de líquido de freno.	1	25	EPP	----------	----------	Operador
Revisión de las zapatas, o inspección auditiva al momento de frenar.	2,5	34	EPP	----------	----------	Operador

CONTINUA

Revisión del desgaste de pastillas y zapatas	2	17	EPP	Zapatas	Gata hidráulica Llaves de rueda. Destornillador Juego de alicates mecánicos. Juego de llaves.	Mecánico
Revisión de no existir fugas o indicios de goteo de líquido de freno.	1	8	EPP	----------	----------	Operador
Limpieza y engrase de amortiguadores.	1	8	EPP	Guaipe, grasa para amortiguadores	----------	Mecánico
Inspección de la suspensión.	0,5	8	EPP	----------	----------	Mecánico
Revisar que el swich no tenga ninguna anomalía	2	8	EPP	----------	----------	Operador
Revisar de fusibles del vehículo.	1	8	EPP	Fusibles	Pinza, comprobador	Mecánico
Revisión del agua de batería.	0,5	4	EPP	Acido de batería	Destornillador plano	Operador
Cambio de batería.	2	34	EPP	Batería de 12v	Llave #12	Mecánico

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.10 Costo de implementación del plan

3.10.1 *Costo personal*

En la Tabla 27-3 se detalla el personal que se necesitara para la implementación en la unidad de Gestión de Maquinaria y Mantenimiento vial del GADM-CG.

Tabla 27-3: Personal de mantenimiento según la tarea.

CANTIDAD	PERSONAL	TIPO DE TAREAS	SUELDO ($) MENSUAL
2	Ing. de mantenimiento	Montador. Ajustador. Soldador. Fresador	1400
1	Electricista	Electromecánico.	700
35	Operadores	Limpieza Inspecciones visuales Calibraciones pequeñas	------
TOTAL, SUELDO			2100

Fuente: (Sexto, 2017)

Realizado por: Ramos, Julio. 2022

En la Tabla 28-3 se detalla la inversión que se realizara durante un año con respecto al personal que se necesite.

En la tabla 29-3 se detalla el listado de repuestos que se necesita para la ejecución de plan de mantenimiento y el costo al año para la camioneta con el código VH-VL-CA03, las tablas de la logística de los repuestos se encuentran en el anexo J.

Tabla 28-3: Componentes salariales

COMPONENTES SALARIALES	VALOR
Sueldos Básicos	$ 25.200,00
Décimo Cuarto	$ 1.200,00
Décimo Tercero	$ 2.100,00
IEES	$ 2.492,28
SECAP	$ 126,00
IECE	$ 126,00
Fondos de Reserva	$ 2.100,00
Vacaciones	$ 1.050,00
TOTAL	$ 34.394,28

Fuente: (Sexto, 2017)

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

Tabla 29-3: Logística de repuestos.

Nº de Mantenimientos	CANTIDAD	REPUESTO	EQUIPO	Costo unitario ($)	Costo total. ($)
12	18 galones	Aceite de motor 10w40	VH-VL-CA03	17,90	322,2
12	13 unidades	Filtro de aceite del motor	VH-VL-CA03	6	78
1	1 unidad	Batería de 12V	VH-VL-CA03	90	90
6	6 unidades	Filtro de aire	VH-VL-CA03	10	60
3	1 galones	Aceite de caja de velocidades	VH-VL-CA03	14	42
3	3 unidades	Filtro de combustible	VH-VL-CA03	35	105
2	5 litros	Aceite de diferencial	VH-VL-CA03	39	78
2	2 litros	Líquido de frenos	VH-VL-CA03	10	20
2	2 litros	Aceite del hidráulico	VH-VL-CA03	8	16
1	1 unidad	Banda de distribución	VH-VL-CA03	90	90
6	6 galones	Líquido refrigerante	VH-VL-CA03	5	30
			TOTAL		931,20

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

En la tabla 30-3 se detalla el listado de repuestos que se necesita para la ejecución de plan de mantenimiento y el costo al año para la camioneta con el código VH-VP-CA09, las tablas de la logística de los repuestos se encuentran en el anexo J.

Tabla 30-3: Logística de repuestos del camión CA09

Nº de Mantenimientos	CANTIDAD	REPUESTO	EQUIPO	Costo unitario ($)	Costo total. ($)
1	1 unidad	Bomba de combustible	VH-VP-CA09	28,00	28,00
10	10 unidades	Filtro de aire	VH-VP-CA09	10,00	100,00
2	2 unidades	Filtro de combustible	VH-VP-CA09	35,00	70,00
26	26 unidades	Filtro de aceite	VH-VP-CA09	10,00	260,00
26	169 litros	Aceite de motor 15w40	VH-VP-CA09	45,00	1521,00
1	1 unidad	Termostato	VH-VP-CA09	6,00	6,00
1	1 unidad	Bomba de agua	VH-VP-CA09	40,00	40,00
3	8,40 litros	Aceite de la caja de cambios 75w90	VH-VP-CA09	14,00	42,00

CONTINUA

5	26 litros	Aceite diferencial 80w90	VH-VP-CA09	39,00	280,80
1	1 unidad	Zapatas o pastillas	VH-VP-CA09	20,00	20,00
2	6 unidades	Amortiguadores	VH-VP-CA09	50,00	100,00
1	1 unidad	Generador de corriente	VH-VP-CA09	40,00	40,00
3	3 unidades	Baterías	VH-VP-CA09	90,00	270,00
			TOTAL		$ 2777,80

En la Tabla 31-3 se da a conocer la lista de herramientas y material que se necesitara para la ejecución del plan.

Tabla 31-3: Logística de herramientas

CANTIDAD	NOMBRE	TIPO
2	Flexómetro de 5m	Mecánico
2	Calibrador de 25 in	Mecánico
1	Cepillo de cerdas metálicas	Mecánico
1	Llaves de rueda	Mecánico
1	Martillo de bola	Mecánico
1	Mazo de goma	Mecánico
1	Lima plana	Mecánico
1	Corta pernos	Mecánico
1	Juego de destornilladores estrella aislados 1000v (7 piezas)	Mecánico
1	Juego de destornilladores plano aislados 1000v (7 piezas)	Mecánico
1	Juego de destornillador para tuerca(4 piezas)	Mecánico
1	Juego de destornilladores punta gabinete (2 piezas)	Mecánico
1	Destornillador plano probador de corriente	Mecánico
1	Destornillador rache con 47 puntas intercambiables	Mecánico
1	Destornillador multi punta con efecto rache	Mecánico
2	Juego de llaves hexagonales cortas	Mecánico
1	Juego de llaves hexagonales largas con efecto rache	Mecánico
1	Alicate de presión	Mecánico
1	Llave ajustable- pico de loro	Mecánico
1	Llave de plomerías-llave de tubo	Mecánico
1	Juego de llaves corona (24 piezas)	Mecánico
1	Extractor de poleas	Mecánico
2	Gatas hidráulicas	Mecánico
1	Compreso de aire	Eléctrico
1	Pulidora	Eléctrico
1	Taladro percutor alámbrico	Eléctrico
1	Taladro inalámbrico 12v	Eléctrico
1	Multímetro	Eléctrico
1	Alicate resistente 1000v	Eléctrico
1	Alicate de corte resistente 100v	Eléctrico
1	Tenazas de armador	Eléctrico
1	Alicate para anillos de retención	Eléctrico
1	Pelador de cables 3 en 1	Eléctrico
1	Hidrómetro de batería	Eléctrico

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

3.10.2 *Rutinas de mantenimiento.*

Una vez enlistado las tareas de mantenimiento con sus frecuencias, debemos crear rutinas de mantenimiento estas rutinas pueden estar dadas por áreas, tareas del mismo equipo, tareas que son realizadas por el mismo técnico, o como en este caso de acuerdo a las mismas frecuencias de las tareas de mantenimiento para así tener una secuencia ordenada de tareas a realizar. En la

tabla 32-3 se muestra las rutinas de mantenimiento. Las rutinas de los demás equipos se encuentran en el anexo k

Tabla 32-3: Rutina de Mantenimiento de VH-VL-CA03

Área:	Maquinaria pesada	**Cod máquina:**	**Facilitadores:**	**Período en km**	**Responsable**
Máquina:	CAMIONETA-HMA-1103 D-MAX CRDI 3.0 CD 4X2 TM DIESEL	VH-VL-CA03	Julio Ramos		
Tarea Propuesta					
Cambio de filtro y aceite de motor.				5000	Mecánico
Revisión del agua de batería.				5000	Operador
Revisión de no existir fugas o indicios de goteo de líquido de freno.				10000	Operador
Limpieza y engrase de amortiguadores.				10000	Operador
Inspección de la suspensión.				10000	Mecánico
Revisar que el swich no tenga ninguna anomalía				10000	Operador
Revisar de fusibles del vehículo.				10000	Mecánico
Cambio filtro de aire.				15000	Mecánico
Revisión del radiador.				20000	Operador
Inspeccionar que los cambios de marcha no existan dureza.				20000	Operador
Revisión del desgaste de pastillas y zapatas				20000	Mecánico
Cambio de aceite de la caja de cambios				25000	Mecánico
Limpieza de inyectores.				30000	Mecánico
Inspección del nivel de líquido de freno.				30000	Operador
Revisión de las zapatas, o inspección auditiva al momento de frenar.				40000	Operador
Cambio de pastillas o zapatas.				40000	Mecánico
Inspección del tanque de combustible y tuberías.				45000	Operador
Inspecciones de tuberías de aceite y refrigerante.				45000	Operador
Cambio de aceite de la trasmisión				50000	Mecánico
Cambio de filtro de combustible.				60000	Mecánico
Cambio del termostato				80000	Mecánico
Revisión y limpieza de la barra de dirección				80000	Mecánico
Revisión de la unión de la barra de dirección con la caja de dirección				80000	Mecánico
Revisión de la caja de dirección.				80000	Mecánico
Revisión de la bomba de hidráulico que no exista fugas o indicios de goteo de aceite.				80000	Operador
Revisión del nivel del aceite del hidráulico.				80000	Operador
Cambio de la bomba de combustible.				90000	Mecánico
Cambio de correas de impulsión.				90000	Mecánico
Revisión de los amortiguadores.				50000	Mecánico
Cambio de generador de corriente.				100000	Mecánico
Cambio de bomba de agua.				100000	Mecánico
Cambio del disco de embrague				200000	Mecánico

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Inventario técnico.

El inventario técnico se divide en tres categorías como son, vehículos livianos, en esta categoría se encuentran nueve camionetas, una furgoneta, un jeep y una motocicleta, en la categoría de vehículos pesados se encuentran dos camiones, siete volquetas, una cisterna, un recolector, un bus y una barredora, por último, en la categoría de maquinaria se encuentra un tractor oruga, un rodillo, una mini cargadora, una mini cargadora de orugas, una cargadora y remolque, dos motoniveladoras, una excavadora oruga, y dos retroexcavadoras, llegando así a un total de 35 equipos.

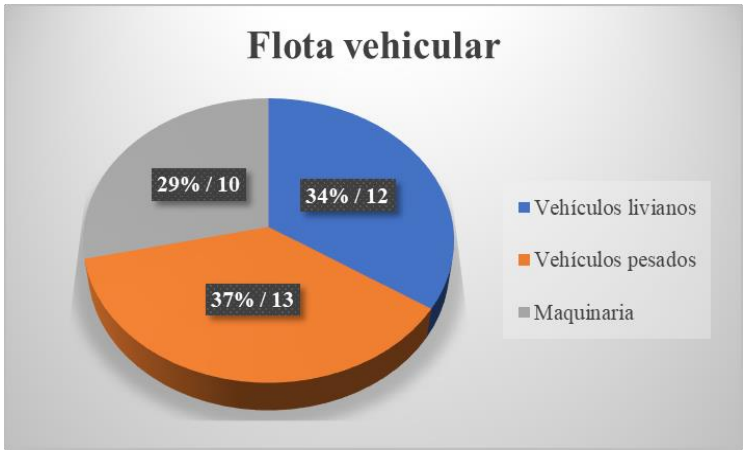

Gráfico 1-4: División de inventario.
Realizado por: Ramos, Julio, 2022

4.2 Fichas técnicas

Para la obtención de las características técnicas e información estandarizada de cada vehículo, se acudió a sus respectivos catálogos y matriculas, obteniendo así toda la información necesaria. Los datos más importantes que se obtuvo de la matricula fueron la marca, tipo, modelo, años de fabricación, color, número de ocupantes, número de placa, motor y chasis, todos estos son la información de registro del vehículo, en cambio para la información técnica se obtuvo de cada uno de los catálogos, y estos datos fueron, tonelaje, torque, combustible, tipo de trasmisión, y las dimensiones de cada uno de los vehículos como altura, largo y ancho. Obteniendo así un total de 35 fichas técnicas.

4.3 Resultados del análisis cualitativo de criticidad

El estado crítico es muy importante para determinar, qué equipo se debe priorizar, para el cálculo cualitativo se lo realiza mediante el flujograma que se encuentra en el capítulo 2. En la figura 1-4 se puede observar que la criticidad se lo evaluó de acuerdo a cada uno de los sistemas por lo que están conformados cada equipo donde el color rojo significa estado crítico, el naranja semi-crítico, y el amarrillo no crítico, al realizar el análisis se observa que los sistemas más críticos son motor de combustión, sistema de trasmisión de potencia, sistema de frenos, sistema de suspensión, sistema de dirección. El análisis de estos equipos se encuentra en el capítulo 3 y anexo C, donde la mayoría de estos sistemas si fallan atentan contra la seguridad de los ocupantes.

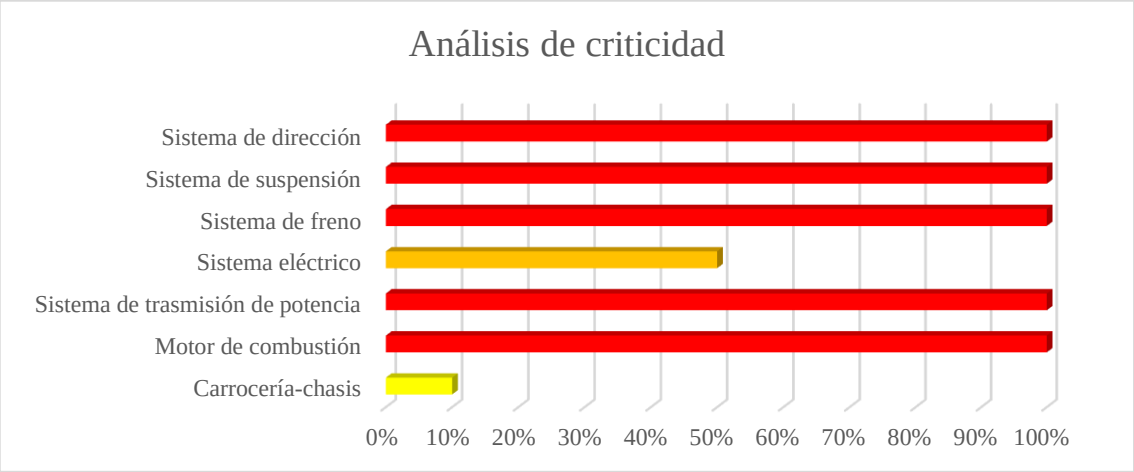

Gráfico 2-4: Análisis de criticidad

Realizado por: Ramos, Julio, 2022

4.4 Hoja de decisiones.

Para realizar la hoja de decisiones se lo hizo por sistemas de cada uno de los equipos obteniendo así las diferentes opciones de tareas, a condición, reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, búsqueda de fallas, rediseño o trabajar al fallo.

En tabla 1-4 se muestra el número de acciones que se van a realizar a cada uno de los equipos.

Tabla 1-4: Número de acciones a realizar en cada equipo

Código de equipos	Tipo de tareas					
	A condición	Reacondicionamiento cíclico	Sustitución cíclica	Búsqueda de fallas	Rediseño	trabajar al fallo
VH-VL-CA03	18	2	14	-	-	-

CONTINUA

VH-VL-CA04	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA05	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA06	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA30	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA31	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA32	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA33	18	2	14	-	-	-
VH-VL-CA35	18	2	14	-	-	-
VH-VL-VU07	18	2	14	-	-	-
VH-VL-VU38	18	2	14	-	-	-
VH-VL-MO43	18	2	14	-	-	-
VH-VP-CA09	18	4	14	-	-	-
VH-VP-CA40	18	4	14	-	-	-
VH-VP-VO08	19	5	17	-	-	-
VH-VP-VO13	19	5	17	-	-	-
VH-VP-VO14	19	5	17	-	-	-
VH-VP-VO15	19	5	17	-	-	-
VH-VP-VO16	19	5	17	-	-	-
VH-VP-VO17	19	5	17	-	-	-
VH-VP-VO20	19	5	17	-	-	-
VH-VP-CI18	18	4	14	-	-	-
VH-VP-VE37	19	5	17	-	-	-
VH-VP-OB42	18	4	14	-	-	-
VH-VP-BA41	18	4	14	-	-	-
VH-MA-TO25	11	11	15	2	-	-
VH-MA-RO28	11	11	15	2	-	-
VH-MA-MC21	11	11	15	2	-	-
VH-MA-MC44	11	11	15	2	-	-
VH-MA-CR19	11	11	15	2	-	-
VH-MA-MO23	11	11	15	2	-	-
VH-MA-MO24	11	11	15	2	-	-
VH-MA-EO39	11	11	15	2	-	-
VH-MA-RE26	11	11	15	2	-	-
VH-MA-RE27	11	11	15	2	-	-

Realizado por: Ramos, Julio, 2022.

4.5 Resultados de logística de repuestos

En la tabla 2-4 se muestra cuantos mantenimientos al año va a tener los vehículos livianos y el costo de cada uno de los repuestos y materiales a ocuparse obteniendo así un aproximado de gastos al año en repuestos.

Tabla 2-4: Costo de repuestos por un año de los vehículos livianos.

Nº de Mantenimientos	CANTIDAD	REPUESTO	EQUIPO	Costo unitario ($)	Costo total. ($)
144	216 galones	Aceite de motor 10w40	Vehículos livianos	17,90	3866,40
144	144 unidades	Filtro de aceite del motor	Vehículos livianos	6	864,00
12	12 unidad	Batería de 12V	Vehículos livianos	90	1080,00
72	72 unidades	Filtro de aire	Vehículos livianos	10	720,00
36	36 galones	Aceite de caja de velocidades	Vehículos livianos	14	504,00
36	36 unidades	Filtro de combustible	Vehículos livianos	35	1260,00
24	60 litros	Aceite de diferencial	Vehículos livianos	39	2340,00
24	24 litros	Líquido de frenos	Vehículos livianos	10	240,00
24	24 litros	Aceite del hidráulico	Vehículos livianos	8	192,00
12	12 unidad	Banda de distribución	Vehículos livianos	90	1080,00
72	72 galones	Líquido refrigerante	Vehículos livianos	5	360,00
			TOTAL		$11.856,40

Realizado por: Ramos, Julio, 2022.

En la tabla 3-4 se muestra cuantos mantenimientos al año va a tener los vehículos pesados y el costo de cada uno de los repuestos y materiales a ocuparse obteniendo así un aproximado de gastos al año en repuestos.

Tabla 3-4: Costo de repuestos de los vehículos pesados.

Nº de Mantenimientos	CANTIDAD	REPUESTO	EQUIPO	Costo unitario ($)	Costo total. ($)
13	1 unidad	Bomba de combustible	Vehículos pesados	28,00	364
130	10 unidades	Filtro de aire	Vehículos pesados	10,00	13000
26	2 unidades	Filtro de combustible	Vehículos pesados	35,00	1820
338	26 unidades	Filtro de aceite	Vehículos pesados	10,00	87880
338	169 litros	Aceite de motor 15w40	Vehículos pesados	45,00	514098
13	1 unidad	Termostato	Vehículos pesados	6,00	78
13	1 unidad	Bomba de agua	Vehículos pesados	40,00	520
39	8,40 litros	Aceite de la caja de cambios 75w90	Vehículos pesados	14,00	1638
65	26 litros	Aceite diferencial 80w90	Vehículos pesados	39,00	18252
13	1 unidad	Zapatas o pastillas	Vehículos pesados	20,00	260
26	6 unidades	Amortiguadores	Vehículos pesados	50,00	2600
13	1 unidad	Generador de corriente	Vehículos pesados	40,00	520
39	3 unidades	Baterías	Vehículos pesados	90,00	10530
			TOTAL		$ 651.560

Realizado por: Ramos, Julio, 2022.

En la tabla 4-4 se muestra cuantos mantenimientos al año va a tener la maquinaria y el costo de cada uno de los repuestos y materiales a ocuparse obteniendo así un aproximado de gastos al año en repuestos.

Tabla 4-4: Costos de repuestos de la maquinaria.

Nº de Mantenimientos	**CANTIDAD**	**REPUESTO**	**EQUIPO**	**Costo unitario ($)**	**Costo total. ($)**
10	1 unidad	Bomba de combustible	Vehículos pesados	28,00	280
100	10 unidades	Filtro de aire	Vehículos pesados	10,00	10000
20	2 unidades	Filtro de combustible	Vehículos pesados	35,00	1400
260	26 unidades	Filtro de aceite	Vehículos pesados	10,00	67600
260	169 litros	Aceite de motor 15w40	Vehículos pesados	45,00	395460
10	1 unidad	Termostato	Vehículos pesados	6,00	60
10	1 unidad	Bomba de agua	Vehículos pesados	40,00	400
30	8,40 litros	Aceite de la caja de cambios 75w90	Vehículos pesados	14,00	1260
50	26 litros	Aceite diferencial 80w90	Vehículos pesados	39,00	14040
10	1 unidad	Zapatas o pastillas	Vehículos pesados	20,00	200
20	6 unidades	Amortiguadores	Vehículos pesados	50,00	2000
10	1 unidad	Generador de corriente	Vehículos pesados	40,00	400
30	3 unidades	Baterías	Vehículos pesados	90,00	8100
			TOTAL		$ 501200

Realizado por: Ramos, Julio, 2022.

CONCLUSIONES

Previo el análisis de la aplicación de la metodología RCM, se realizó un análisis cualitativo a cada equipo para determinar qué tan crítico es cada uno y se determinó que si uno tiende a fallar puede dañar la seguridad de las personas que se encuentren en su interior.

Se realizó un inventario previo a la elaboración del plan de mantenimiento para la unidad de Gestión de Maquinaria y Mantenimiento vial del GADM-CG, creando un modelo de codificación que permite identificar el lugar y área al que pertenece cada uno, permitiendo que su ubicación sea más sencilla.

Se obtuvo los datos de cada unidad que conforma la flota vehicular del área de gestión de maquinaria y mantenimiento vial del municipio de Guano y se definió el contexto operacional de los equipos para entender en qué circunstancias trabaja, y se desarrolló la hoja de información donde se consideró la función, modos de fallas, efectos y las consecuencias que producen los modos de fallos.

Se elaboró un plan de mantenimiento y se desarrolló la hoja de decisiones, donde se evaluó el modo de falla que se obtuvo en la hoja de información, y se identificó cada una de las tareas preventivas para los sistemas de los equipos, obteniendo 35 tareas de mantenimiento para cada uno.

Se definió la logística a través de una base de datos en Excel con la finalidad de digitalizar el inventario, fichas técnicas, hojas de información, decisión de cada máquina y un cronograma en el cual constaran todas las actividades con sus respectivas frecuencias y las fechas a realizarse.

RECOMENDACIONES

Para observar los mejores resultados sobre la gestión de mantenimiento en el taller del GADM de Guano, se recomienda implementar el plan de mantenimiento propuesto para poder distribuir correctamente el tiempo de trabajo, basándose en el cronograma semanal y proveer los requerimientos logísticos necesarios para la ejecución correcta.

Si se adquiere un nuevo equipo se aconseja solicitar manuales, información necesaria ya que será de gran importancia al momento analizar este las actividades preventivas de este equipo y posterior la modificación para el plan de mantenimiento.

Capacitar al personal de operación, para que realice las distintas actividades antes de usar el vehículo, los cuales serán de gran ayuda para la correcta ejecución del plan de mantenimiento actual, también realizar una capacitación de los riesgos laborales que existen en el taller para mejorar el trabajo y lograr una máxima optimización de recursos.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA ESCOBAR, R.V. Implementación de un modelo de gestión demantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para el parque acuático los elenes cantón guano [En línea] (Trabajo de titulacion). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015, pp 31-45 [Consulta: 20 Mayo 2022]. Disponible en:http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4436.

DEL CASTILLO-SERPA, A.M.; BRITO-BALLINA, M. L.; FRAGA-GUERRA,E. Análisis de criticidad personalizados//Analysis of Criticity Personalized. *Ingeniería Mecánica*, 2009, vol. 12, no 3 p.133

CRESPO, A., 2012. Ingeniería de Mantenimiento y la Fiabilidad Aplicada a la Gestión de Activos. , pp 300.

EN 13306, *Presentación Principios Definiciones según UNE EN 13306.*

EN 13460, *Documentos para el mantenimiento*.

GARCÍA GARRIDO. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid-España: Editorial Díaz. de santos .S.A, 2003, pp. 13-37

ISO 14224, *Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*

MOUBRAY, J. (1997). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Buenos Aires-Aregentina. Biddles Ltc SEGUNDA Edición en español. 1997, pp 7-197.

MOUBRAY, J. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Buenos Aires-Argentina. Biddles Ltc Edición en español. 2004, pp 7-197.

MONTILLA, Carlos A, ARROYAVE, Juan Felipe;SILVA Carlos Eduardo. Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. *Scientia et technica*, 2007, vol. 13, no 37, p. 273-278 Disponible en:

https://revistas.utpág.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4077.

SAE:JA 1011 *Norma para vehículos aeroespaciales y de superficie.*

SANTOS, Joaquín, et al. Análisis de criticidad integral de activos físicos Comprehensive analysis of the physical assets criticality. *Revista Investigaciones Científicas UNERMB (NE)*, vol. 4, pág 38.

VEGA MENDOZA, (2009). Diseño de la estrategia de mantenimiento basada en la confiabilidad, rcm, e inspección basada en el riesgo, rbi, para la línea critica de producción de la planta para concentrados de la empresa italcol s.c.a ubicada en girón, santander. *Universidad Pontifica bolivariana* [en línea], p 49. [Consulta: 15 abril 2022]. Disponible en: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/661/digital_18399.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VILLACRÉS PARRA, & Sergio Raúl. Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Aplicando La Metodología De Mantenimiento Basado En La Confiabilidad (Rcm) Para El Vehículo Hidrocleaner Vactor M654 De La Empresa Etapa Ep. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp 0-80. [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4749.