



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
FLOTA DE VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN DE BASURA DE LA EMPRESA
PÚBLICA METROPOLITANA DE ASEO (EMASEO) DE LA CIUDAD DE QUITO.

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTOR: RAQUEL ESTEFANÍA TRUJILLO LÓPEZ

TUTOR: JOHNNY MARCELO PANCHÁ RAMOS

Quito - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Raquel Estefanía Trujillo López con documento de identificación N° 1726650284 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Raquel Estefanía Trujillo López
1726650284

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo Raquel Estefanía Trujillo López con documento de identificación No. 1726650284, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Proyecto Técnico: “ Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de recolección de basura de la empresa pública metropolitana de aseo (EMASEO) de la ciudad de Quito.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 27 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Raquel Estefanía Trujillo López

1726650284

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Johnny Marcelo Pancha Ramos con documento de identificación N° 1714747506, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA DE VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN DE BASURA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE ASEO (EMASEO) DE LA CIUDAD DE QUITO, realizado por Raquel Estefanía Trujillo López con documento de identificación N° 1726650284, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos MSc.
1714747506

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi mamá por su invaluable apoyo y motivación en cada etapa de mi vida porque considero que cada vivencia ha sido un aprendizaje para ambas y me ha demostrado que el amor verdadero no tiene límites. A mi papá por ser pilar fundamental en esta meta conquistada y por enseñarme a no decaer frente a las adversidades, sin antes intentar conseguir mis objetivos. Pero en especial, a mi hermana, Geraldine, una gran compañera de batallas y la mejor guía a pesar de ser la menor, espero siempre tenerte como ese personaje inquebrantable con el que siempre podré contar.

- Raquel

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a mi familia por promover la ruptura de paradigmas y no juzgar mis decisiones. Un agradecimiento especial a mi abuelito Carlitos López, quien ha hecho de mis días una dulce vivencia llena de locuras enfocadas a valores y ha sido mi lugar seguro donde sé que no seré discriminada.

Agradezco al Ing. Johnny Pancha por su ánimo y predisposición para dirigir este proyecto, por contribuir con su conocimiento y mostrarse servicial al cubrir con absolutamente todas mis inquietudes.

- Raquel

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	7
PROBLEMA	8
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.	11
CAPÍTULO 1	12
ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	12
1.1. Características de mantenimiento preventivo	12
1.2. Importancia del mantenimiento preventivo	13
1.3. Aplicación del mantenimiento preventivo	13
1.3.1. Indicadores de mantenimiento preventivo	14
1.3.2. Diagrama de desgaste de maquinaria	14
1.4. Estrategia de mantenimiento preventivo basado en condición.	15
1.4.1. Fuentes de diagnóstico	16
1.4.2. Tareas del mantenimiento preventivo según su naturaleza técnica.....	17
1.5. Análisis de falla (causa raíz)	18
1.5.1. Tipos de análisis de falla	18
Análisis técnico de fallas	18
Análisis estadístico de fallas.....	19
1.6. Gestión de mantenimiento para una flota vehicular	19
1.6.1. Ciclo de vida y tiempo de trabajo de los equipos.....	21
Periodo de arranque	21
Periodo de operación normal o vida útil del equipo	21
Periodo de desgaste u obsolescencia	21
1.6.2. Criticidad de equipos.....	22
1.7. Principios y técnicas de planificación.....	23
PLANIFICACIÓN PREVIA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	23
Programa de trabajo.....	23
Selección de los equipos.....	23
Recopilar información de las unidades seleccionadas.....	24
Protocolos de análisis de situación actual.....	24
Determinar las causas de cada una de las fallas	24
Crear medidas que eviten o reduzcan las fallas en vehículos.....	24
CAPÍTULO 2	25
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL ACTUAL.....	25

2.1.	Análisis de la Empresa Publica Metropolitana de Aseo (EMASEO)	25
2.1.1.	Trayecto de las rutas de recolección.....	26
2.1.2.	Proceso operativo actual.....	28
2.1.3.	Tamaño y alcance del servicio de la empresa.....	28
2.1.4.	Análisis de vehículos de recolección de basura.....	29
2.1.5.	Recolectores con carga frontal	34
2.1.6.	Recolectores con carga lateral	35
2.1.7.	Recolectores con carga posterior.....	36
CAPÍTULO 3		37
DISEÑO DE PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO		37
3.1.	Objetivos y prioridades	37
3.2.	Descripción general de camiones disponibles en la flota.	37
3.3.	Gestión de prioridades y recursos	40
FALLOS QUE CUBRE LA PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO		44
3.4.	Definir indicadores de rendimiento	47
3.4.1.	Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo	50
3.5.	Revisar y mejorar.....	53
CAPÍTULO 4		54
COMPARATIVA: PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL VS. PROPUESTA		54
4.1	EFICIENCIA DE TRABAJO.....	54
4.2	SEGURIDAD Y CONFORMIDAD.....	59
4.3	GESTIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO.....	60
CONCLUSIONES.....		62
RECOMENDACIONES		63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		64
ANEXOS.....		65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Recomendaciones del examen especial de empresa EMASEO	10
Figura 1.1: Exigencias de disponibilidad de mantenimiento	14
Figura 1.2: Curva de la bañera	15
Figura 1.3: Viejo paradigma de mantenimiento	20
Figura 1.4: Nuevo paradigma de mantenimiento	21
Figura 1.5: Modelo basico de análisis de criticidad	23
Figura 2.1: Ubicación geográfica de Quito	25
Figura 2.2: Criticidad de sistemas	34
Figura 2.3: Area funcional, visible y de trabajo CF	35
Figura 2.4: Area funcional, visible y de trabajo CL	35
Figura 2.5: Area funcional, visible y de trabajo CP	36
Figura 3.1: Camion de recolección de basura CF	38
Figura 3.2: Camion de recolección de basura CL	39
Figura 3.3: Camion de recolección de basura CP.....	40
Figura 3.4: Flujo de procesos de mantenimiento preventivo.....	42
Figura 3.5: Distribucion de gastos de una flota vehicular	43
Figura 3.6: Tiempo actual vs. Tiempo propuesto	50
Figura 3.7: Órdenes cerradas vs. Órdenes pendientes	51
Figura 4.1: Rendimiento actual vs. propuesta	54
Figura 4.2: Evento de servicio.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Rutas y frecuencia de los recolectores de basura	26
Tabla 2.2: Registro vehicular de la flota pesada.....	29
Tabla 2.3: Porcentaje de viabilidad en reparacion de camiones.....	31
Tabla 2.4: Registro vehicular de flota pesada.....	32
Tabla 2.5: Análisis de criticidad.....	33
Tabla 3.1: Breve descripción de vehiculo recolector CF.....	38
Tabla 3.2: Breve descripción de vehiculo recolector CL	39
Tabla 3.3: Breve descripción de vehiculo recolector CP.....	40
Tabla 3.4: Actividades que se deben realizar en la flota	48
Tabla 4.1: Servicio de lubricación.....	55
Tabla 4.2: Descripción de los puntos de revisión de control.....	56
Tabla 4.3: Verificación de niveles en sistemas del camión.....	57
Tabla 4.4: Actividades de mantenimeinto según cada sistema	58

RESUMEN

El servicio de recolección de basura ha sido infravalorado por los ciudadanos sin tomar en cuenta todo lo que está detrás de este servicio, considerando que la capital generó 600 toneladas diarias adicionales durante la pandemia; en casi dos años se han deteriorado los camiones de recolección a tal punto de que la flota vehicular cuenta actualmente con la cuarta parte del total de los camiones con los que se inició el año 2022.

La estructura de dirección de maquinaria y equipo cuenta un personal encargado de realizar el mantenimiento preventivo, pero el mantenimiento correcto es lo que se desempeña la mayor parte del tiempo al reparar cajas de cambio, motores, frenos, sistemas eléctricos y electrónicos, suspensión, transmisión, cambio y reposición de piezas. La mayoría de los vehículos de la empresa EMASEO E.P. trabajan durante las 24 horas del día cubriendo rutas en la ciudad de Quito, se registra mayor desgaste en sus componentes expuestos a fricción como pastillas y zapatas de freno; adicional a esto la flota de camiones recolectores tiene más de 5 años en estado operativo registrando grandes necesidades de mantenimiento. A la fecha las unidades no cuentan con odómetros y se plantea que los camiones recolectores trabajan aproximadamente 20 horas por día sin contar con tiempo entre turnos, se asume una velocidad promedio de 15 km/h entre arranques y paradas, dando como resultado un total de 300 km por día concluyendo que los mantenimientos preventivos deben realizarse cada 500 km (cada 17 días).

Para mejorar la situación actual, se inició investigando el número y estado de los camiones de carga frontal, lateral y posterior con los que cuenta la flota, se hizo revisión de los reportes semanales de mantenimiento para obtener frecuencia de fallo para cada sistema y obtener el nivel de criticidad para cada uno de ellos con el fin de evaluar cualitativa y cuantitativamente el plan de mantenimiento que se encuentra vigente. La propuesta de mantenimiento detallada en el presente escrito busca mejorar la ejecución de las actividades y tareas mediante tiempos cortos de respuesta en entrega y recepción del vehículo, además de promover la independencia del técnico sin vulnerar su salud. Como resultado de esta proyección, se obtendría la recuperación del 20% de los sistemas en vehículos en estado de paro, se incrementaría la capacidad productiva por encima del 80% priorizando el traspaso de responsabilidades.

Palabras Claves: Flota vehicular, propuesta de mantenimiento, mantenimiento preventivo, camiones de carga frontal, lateral y posterior, capacidad productiva.

ABSTRACT

The garbage collection service has been devalued by citizens without considering everything behind this service, considering that the capital generated an additional 600 tons per day during the pandemic; In almost two years, the collection trucks have deteriorated to such an extent that the vehicle fleet currently has a quarter of the total number of trucks with which the year 2022 began.

The machinery and equipment management structure has personnel in charge of carrying out preventive maintenance, but the change of parts is carried out most of the time in the repair of gearboxes, engines, brakes, electrical and electronic systems, suspension, transmission, change and replacement of parts. Most of the vehicles of the company EMASEO E.P. work 24 hours a day covering routes in the city of Quito, there is greater wear on their components exposed to friction such as pads; In addition to this, the collection truck fleet has been in operation for more than 5 years, registering great maintenance needs. To date, the units do not have odometers and it is suggested that the collection trucks work approximately 20 hours a day without time between shifts, an average speed of 15 km/h between starts and stops is assumed, resulting in a total of 300 kilometers per day, concluding that preventive maintenance should be performed every 500 km (every 17 days).

To improve the current situation, we began by investigating the number and condition of the front, side, and rear loader trucks in the fleet, reviewing the weekly maintenance reports to obtain the frequency of failures of each system and obtain the level of criticality, from each of them to qualitatively and quantitatively evaluate the maintenance plan that is available. The maintenance proposal detailed in this document seeks to improve the execution of activities and tasks through short response times in the delivery and reception of the vehicle, in addition to promoting the independence of the technician without harming their health. As a result of this projection, the restore of 20% of the systems in vehicles in a state of unemployment would be obtained, the productive capacity would be increased above 80%, prioritizing the transfer of responsibilities.

Keywords: Vehicle fleet, maintenance proposal, preventive maintenance, front, side and rear trucks, productive capacity.

INTRODUCCIÓN

La institución requiere disponibilidad de vehículos para garantizar el cumplimiento del servicio de manera óptima y con responsabilidad, esto no quiere decir que algún vehículo está exento de experimentar deterioro a lo largo de su vida útil. Por lo antes mencionado, los vehículos deben encontrarse bajo monitoreo constante que retenga datos de funcionamiento actualizados para conservar su estado en condiciones óptimas con el objetivo de identificar rápidamente anomalías o defectos, y de este modo, solucionarlas sin caer en la indisponibilidad del equipo o afectar a la calidad del servicio. En la presente investigación, se describirán los conceptos principales referentes a mantenimiento; se tomarán en cuenta planes teóricos y prácticos bajo los cuales se basarán las actividades a desarrollarse, la organización y el control, para conseguir la mínima definición de mantenimiento conocida: Conservación de un equipo o material en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación. (Oxford Languages, 2022)

En el caso particular de la empresa pública metropolitana de aseo (EMASEO) de la ciudad de Quito, las unidades productivas son los camiones de recolección de basura, estos equipos son los que necesitan de soporte y mantenimiento para continuar con su funcionamiento.

La manera en que la gestión se desenvuelve se constituye de 3 núcleos principales: la empresa, la producción y el mantenimiento. Donde los objetivos de cada núcleo avanzan de forma paralela para conseguir las metas de la entidad, dicho esto, se pueden presentar gran variedad de técnicas luego de una evaluación para plantear una técnica de mantenimiento que enmarque el rendimiento máximo posible de la empresa, optimizando procesos sin dejar de lado variables importantes como tiempo y costo. La funcionalidad de una empresa varía según: el modelo y magnitud de la empresa, modelos de productividad, actualización de equipos, recursos, estrategias de mantenimiento, estructuración de área administrativa, etc.

Este proyecto busca plantear un modelo adaptado a la flota vehicular para la gestión integral del mantenimiento, sin apartar parámetros de mejora continua que deben mantenerse presentes en procesos de mantenimiento a equipos de maquinaria pesada.

PROBLEMA

Emaseo es una empresa pública encargada de la recolección de basura que distribuye su operatividad en 3 jornadas de trabajo durante el día, cumpliendo un horario laboral de 8 horas, para cubrir la demanda de recolección de desechos del Distrito Metropolitano de Quito. La flota vehicular de recolección registra una operatividad alrededor de 24 horas del día sin pausas, el mantenimiento queda en segundo plano para los trabajadores cuando se trata de cubrir con la jornada laboral. En ciertas ocasiones la operatividad del camión se ve afectada cuando presentan defectos intermitentes en los sistemas automotrices que conllevan al fallo completo empezando por cada uno de los sistemas hasta llegar a una avería que deja al vehículo en un estado de indisponibilidad. Cuando uno de los camiones presenta una avería o fallo que impide su circulación, la planificación de la recolección de basura no puede verse afectada y se debe cumplir, por lo cual se adiciona dicha ruta a un camión que deberá hacer doble esfuerzo para cubrir con el servicio. Otra realidad que se presenta en la operatividad de los vehículos recolectores es la disponibilidad de repuestos o insumos para el mantenimiento preventivo y/o correctivo, cuando ciertos sistemas de los vehículos empiezan a deteriorarse luego de una falla leve (arranques, bujías, condensadores, pastillas de freno, daño en caja de cambios, bombas de dirección, embragues, daño en motor, baterías, llantas desgastadas, carburadores, etc.), estos quedan estacionados en el taller en espera de un repuesto; en algunas situaciones, si algún otro camión de la misma serie presenta un falla, los repuestos del primer vehículo son extraídos del primero. De este modo, el primer vehículo que entro a mantenimiento por un repuesto empieza a ser fuente de suministro de repuestos para los camiones que presenten una avería no tan crítica.

En el año 2018, los resultados de una auditoria de contraloría concluyeron que un total de 35 camiones recolectores de basura fueron “deshuesados” entre el 2014 y el 2017. Consecuentemente, surgieron problemas por decisiones de administración que implicaban alquilar camiones recolectores en vez de comprarlos para comprometer a los trabajadores a mantener al vehículo en opimas condiciones de funcionamiento; pues los vehículos adquiridos aproximadamente en un valor de USD 100 000 años atrás, ahora estarían valorados en un 2% del valor de adquisición y registrados como chatarra. (Carvajal, 2018)

El esfuerzo al que se encuentran sometidos los equipos de recolección es muy demandante, dando como resultado un total de 119 mil kilómetros recorridos cada tres meses en 220 rutas

de recolección, la Empresa Publica Metropolitana de Aseo de Quito recolectó 182 mil toneladas de residuos sólidos y 485 toneladas de residuos voluminosos a inicios del 2021. (QuitoInforma, 2021) Tratándose de una empresa pública, emaseo tarda en completar procesos de compra o convenios con diferentes entidades de mantenimiento alternativo refiriéndose a camiones con sistema hidráulico o neumático. El equipo de trabajo que se encuentra laborando en el área de máquinas, es muy reducido y necesita de una guía constante para cumplir tareas de mantenimiento, los insumos en bodega están incompletos o son deficientes porque no cumplen con la demanda de los técnicos y el tiempo es clave para el mantenimiento de los vehículos que no descansan para cumplir con el servicio. El daño de estos desemboca en sumas de dinero que se adeudan a empresas privadas, la cual menciona que emaseo debe por no cumplir con pagos a tiempo por mantenimiento de las unidades. Una crisis de recolección de basura sería impensable si la disponibilidad de repuestos, la limpieza y capacitación del personal y el desarrollo de un plan de mantenimiento fueran los adecuados para priorizar un eficiente servicio de recolección de basura. (UNIVERSO, 2021)

Delimitación del problema. -

Durante el periodo comprendido entre julio 2009 y diciembre 2012, se efectuó un Examen Especial a la Unidad de Gestión de Bienes; Movimiento de ingresos y egresos de las bodegas de Repuestos y Accesorios, Combustibles y Lubricantes, de la Empresa Publica Metropolitana de Aseo – EMASEO EP. El examen se llevó a cabo de acuerdo con las Normas Ecuatorianas de Auditoria Gubernamental emitidas por la Contraloría General del Estado con el objetivo de afianzar el modelo de servicio de recolección y barrido de residuos sólidos urbanos e incorporar una temática ambiental en el modelo de gestión empresarial de servicios. (Contraloria, 2012) En auditorías realizadas desde el 2006 al 2013, se plantearon un total de 57 recomendaciones enfocadas en la mantenibilidad y restauración de equipos, de las cuales 32 fueron cumplidas, 18 cumplidas parcialmente y 7 recomendaciones no cumplidas como se muestra en la Figura 1:

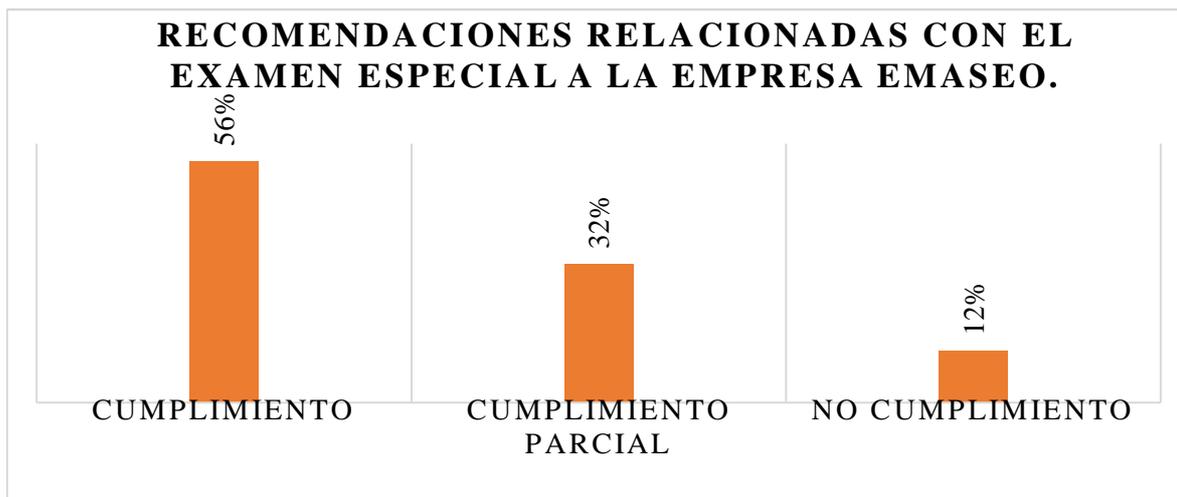


Figura 1. Recomendaciones tomadas de la revisión efectuada a los informes de auditoría practicados a la empresa EMASEO durante el periodo 2006-2013. Fuente. Raquel Trujillo

El departamento encargado de tomar acciones pertinentes sobre las recomendaciones emitidas en informes de auditoría interna o externa, aún conservan algunas de estas, como:

- Ausencia de manual de clasificación de puestos impide asignación de funciones.
- Deficiencias en el manejo de la documentación de respaldo y archivos de la unidad de gestión de bienes.
- Proceso de depuración de las bodegas de repuestos y accesorios del centro de operaciones.
- Mal estado de equipos y herramientas utilizadas para mantenimiento de flota vehicular.
- Combustibles.
- Graves deficiencias en los equipos e instrumentos de recepción y expendio de combustible.
- Lubricantes.

Esto ha generado un 44% de recomendaciones que se encuentran con cumplimiento parcial e incumplimiento, haciendo necesaria la implementación de un plan de mantenimiento preventivo enfocado a la conservación de recursos como lo es el equipo de maquinaria pesada que cubre el servicio de recolección de basura en la ciudad de Quito. (Contraloría, 2012)

Objetivo General.

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de recolección de basura de la empresa pública metropolitana de aseo (EMASEO) de la ciudad de Quito.

Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual bajo la que se ejecutan tareas de mantenimiento para caracterizar la flota y delimitar las muestras enfocándose en camiones recolectores con sistemas de carga frontal, lateral y posterior.
- Analizar los datos de la función de mantenimiento que se encuentra vigente para mejorar en control de la misma.
- Elaborar plan de mantenimiento preventivo idóneo para cada unidad, disminuyendo el número de unidades en mantenimiento de estado correctivo.
- Generar una comparativa de análisis de plan de mantenimiento preventivo sugerido con respecto al utilizado para mostrar los enfoques de resultado.

CAPÍTULO 1

ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es descrito como una agrupación de procesos que permiten conservar un dispositivo, equipo y /o instalación a un estado funcional en el que se cubre con un conjunto de tareas determinadas, todo esto antes de que el elemento en cuestión llegue a la avería e indisponibilidad. Por tal motivo, toda gestión relacionada al mantenimiento enfoca como objetivo primordial, la obtención de los más altos resultados en productividad con una mínima inversión y exposición de riesgos, además se necesita implementar programas de trabajo con influencia mínima a las labores de producción. Para conseguir los objetivos que se sugiere, la gestión de mantenimiento debe ser considerada como un punto importante del proceso productivo.

Es importante destacar que el mantenimiento preventivo se usa para garantizar la productividad porque su ejecución involucra un costo, aunque las nuevas tendencias en ingeniería lo hacen pasar a manera de inversión, ya que requiere de un personal capacitado en la documentación y planificación a fin de que no se presente mayor impacto que interfiera en las labores de producción. (Torrealba, 2020)

1.1. Características de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo implica realizar actividades de conservación del estado funcional de un equipo o sistema bajo planificación y periodicidad. Una vez considerado el objetivo de evitar fallos a futuro, lo común es amoldar las acciones preventivas en función de la maquinaria a ser tratada y para esto se pueden destacar las siguientes características:

- **Actividad:** Hace referencia a un conjunto de acciones que se ejecuta sobre un bien
- **Planificación:** Es un conjunto de pasos ordenados que garantizan el desarrollo adecuado de una actividad.
- **Activos:** Hace uso de bienes, se involucran los inventarios como para tener registro de equipos y abastecer el objetivo de productividad.
- **Ejecución:** Son tareas secuenciales que deben desempeñarse según la planificación.

- **Personal calificado:** La presencia de personal con capacidades de control y elaboración de actividades en mantenimiento puede ser punto clave para la preservación de equipos en la empresa.
- **Control y documentación:** Se debe detallar el proceso y la fase en que se encuentra dicho proceso por medio de documento por si se debe enfrentar una auditoria.
- **Costo:** Toda actividad dentro de una compañía domina información de inversiones y se deben manejar muy bien los gastos para obtener ganancia de cualquier proceso productivo o mantenerse en un punto de equilibrio.

1.2. Importancia del mantenimiento preventivo

Se puede evidenciar por la accesibilidad del equipo en condiciones de funcionamiento. El objetivo es mantener todos los bienes que se involucran en un sistema y que podrían afectar al equipo de forma directa o indirecta para mantenerlos en un estado óptimo de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

Se cree que el mantenimiento solo se aplica a máquinas, pero también las instalaciones son importantes y demandantes de mantenimiento, se puede tratar de: iluminación, software, energía eléctrica, instalaciones neumáticas, agua, aire acondicionado, depósitos, etc. Por lo que la acción de departamentos como, recursos humanos, deberá coordinar un plan para la capacitación del personal y mantener a todo integrante capacitado. (Serrano, 2015)

1.3. Aplicación del mantenimiento preventivo

El mantenimiento en maquinaria es imprescindible a la hora de garantizar que durante su uso el equipo no falle, esta garantía se basa en la experiencia de otros equipos en situaciones de explotación similares. Estas experiencias junto con el desarrollo de modelos estadísticos hacen posible la predicción de fallas de equipos y mediante ello, se permite el reemplazo o la corrección de las partes antes que estas fallen, manteniendo su disponibilidad sin interrumpir la operación del equipo dentro de la empresa. En el caso de un mantenimiento preventivo, toda situación compleja debe ser dividida en situaciones de menor alcance y cuya consecución completa, alcance la primera situación sobre mantenimiento del equipo. (Empresarial, 2021)

Por lo tanto, los sistemas presentes en un equipo de maquinaria pesada, por muy compleja que sea, se puede dividir en secciones para representar un micro plan de mantenimiento que, al integrarse, resultaran en un macro plan de mantenimiento. El fin de esta técnica es aprovechar cada parada en la producción para registrar, documentar y programar la ejecución de mantenimiento realizar.

1.3.1. Indicadores de mantenimiento preventivo

La forma de evaluar la optimización de proyecto y diseño de los equipos, las causas de avería, comportamientos, soluciones y metodologías, es cuantificarlos a través de indicadores como se muestra en la Figura 1.1:

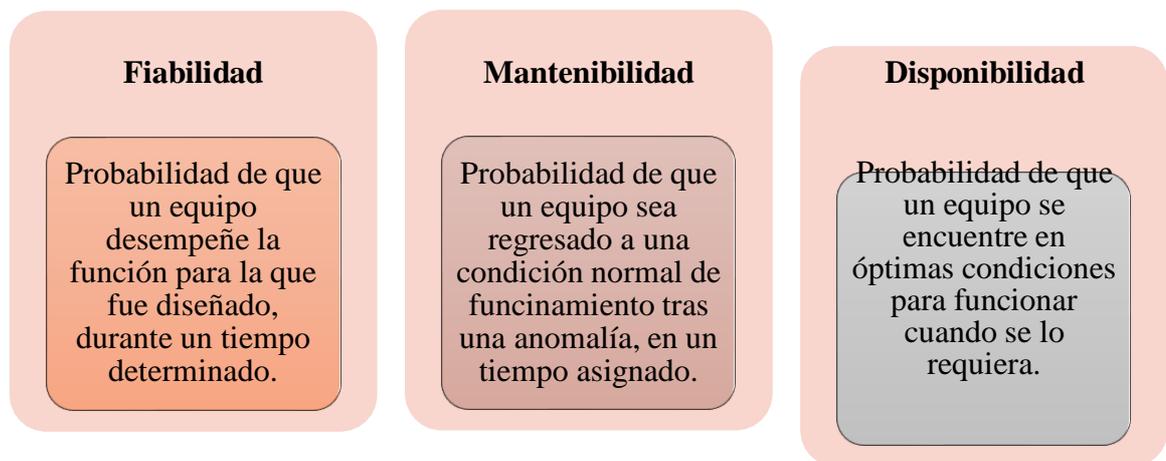


Figura 1.1. Exigencias de disponibilidad de mantenimiento. Fuente. Raquel Trujillo

El mantenimiento es considerado como una función dentro de cualquier empresa porque tiene relación directa con la producción, por eso es una obligación cubrir con las exigencias que implica como el evitar anomalías para que las tareas realizadas en mantenimiento dispongan del mínimo tiempo de producción. (SACRISTAN, 2019)

1.3.2. Diagrama de desgaste de maquinaria

La curva de la bañera (Figura 1.2) es una gráfica que representa los fallos durante el periodo de vida útil de un sistema o máquina.

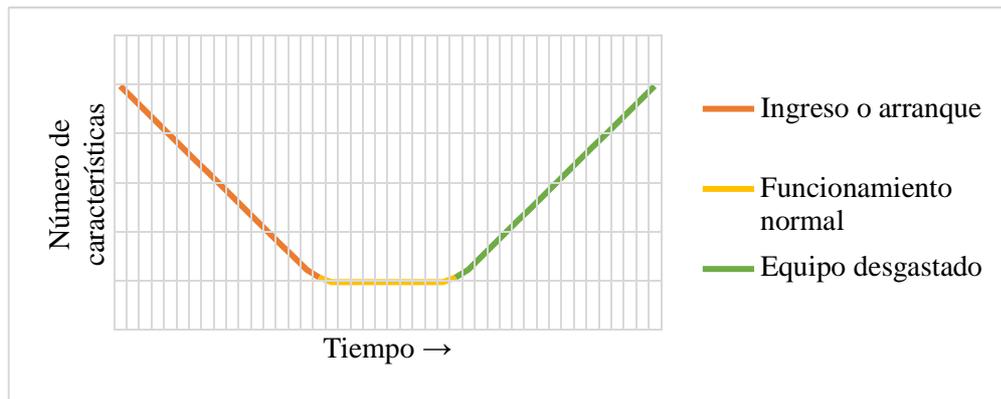


Figura 1.2. Curva de la bañera. Fuente. Raquel Trujillo

Se pueden apreciar tres etapas:

- **Fallos iniciales:** Se la reconoce por presentar una alta frecuencia en fallos que se minoran con el paso del tiempo, pueden originarse por varios factores como: equipos con avería, instalaciones mal ejecutadas, errores en el diseño de la instalación o mal manejo de los equipos por parte del personal encargado.
- **Fallos normales:** Es un periodo de defectos mínimo, pero se mantiene constante. Los fallos no se producen debido a características propias del equipo, sino por causas externas como accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas, etc.
- **Fallos de desgaste:** Se define como una tasa de errores rápidamente crecientes, los fallos se producen por desgaste natural del equipo por el transcurso del tiempo. (Empresarial, 2021)

1.4. Estrategia de mantenimiento preventivo basado en condición.

El diseño adecuado de una estrategia de mantenimiento basado en la condición permitirá acceder a los beneficios y aprovechar al máximo las inversiones que se deben hacer. Esta estrategia de mantenimiento basa sus resultados dependiendo de la disponibilidad, fiabilidad, coste, mantenimiento, vida útil de la instalación, seguridad y bajo impacto ambiental en el diagnóstico previo de los equipos. La estrategia condicional (proactiva) interviene en los equipos por periodos de tiempo naturales o un contador (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, piezas o unidades producidas) para llegar a la conclusión de que anticiparse al fallo significa sustituir determinados elementos antes de que su degradación sea máxima. (Jesus, 2020)

El momento en que esta degradación sucede, se producirá la avería o disminución de prestaciones y de acuerdo a la estrategia proactiva, esto podría evitarse realizando una sustitución, ajuste, limpieza o cualquier otra tarea sistemática de acuerdo con el contador asignado para medir el desgaste o degradación de alguna pieza. La estrategia condicional basada en el diagnóstico previo de los equipos asume que no es posible determinar la vida útil de cada pieza porque es más eficaz inspeccionar cada componente de la instalación por diferentes técnicas (fuentes de diagnóstico) para dictaminar la pertinencia de una intervención y cuando es el momento adecuado para hacerlo (gravedad potencial del daño y tendencia).

1.4.1. Fuentes de diagnóstico

Las técnicas de observación de un equipo para determinar su correcto funcionamiento o modo de operación son variadas, esto para llegar al núcleo central de la falla a través de las fuentes que contribuyen con el diagnóstico:

- **Conductivo:** Se trata de observar la conducta o comportamiento para evaluar el estado del equipo o máquina.
- **Inspecciones detalladas:** Es un análisis a manera de examen para una pieza en particular, un equipo, sistema o instalación para detectar irregularidades.
- **Análisis de datos en línea:** Se basa en el registro de datos y la interpretación de estos tras obtener información durante la fase de recolección de patrones.
- **Mediciones con instrumentos fuera de línea:** Esta fuente se consigue mediante comparaciones, registros históricos, estimaciones, muestreo de trabajos, etc. (Lombo, 2018)

A través de estas fuentes se pueden detectar situaciones que indisponen al equipo del funcionamiento normal, irregularidades que presentan probabilidad de avería o están en funcionamiento fuera del rango de funcionamiento determinado por el fabricante. El reporte de cualquiera de estas situaciones se hace a través de un soporte escrito para luego ser verificados y determinar si realmente las condiciones a las que el equipo se encuentra expuesto pueden desembocar en un fallo, un siniestro o evento fortuito para luego asignar una tarea sistemática de solución.

1.4.2. Tareas del mantenimiento preventivo según su naturaleza técnica

Toda la información generada como resultado de distintos métodos de diagnóstico pueden afectar las condiciones de mantenimiento, por lo que antes, los resultados deben ser revisados y analizados por responsables del área y en lo posterior, encargarse de la organización y control de las tareas de mantenimiento. Se pueden considerar varios puntos a tomar en cuenta antes de plantear una actividad, los principales son:

- **Inspecciones sensoriales:** Esta inspección es importante en instalaciones, supone la evaluación visual de equipos y la comparación con respecto a un comportamiento específico de funcionamiento considerado como normal.
- **Toma de datos con instrumentos locales:** En la toma de datos intervienen manómetros, termómetros, etc., instalados localmente.
- **Lectura de contadores:** Es la toma de datos para obtener información concreta sobre energía, caudal de fluidos, horas de trabajo, etc.
- **Toma de datos con instrumentos portátiles:** En caso de no existir un instrumento de medida previamente seleccionado, el técnico hacer uso de un instrumento para realizar mediciones cumpliendo con un proceso determinado de medición.
- **Toma de datos del sistema de control:** Medidas de presión, temperatura, caudal, nivel, concentraciones, etc., se pueden ser transmitidas hasta un sistema de control para visualizarlos con mayor facilidad y rapidez.
- **Rotación de equipos:** La mayoría de las flotas cuentan con equipos repetitivos para evitar paradas o funcionamiento incorrecto de los mismos, en caso de una falla, el coste de pérdida por paro del equipo es relativamente bajo.
- **Verificación de equipos normalmente parados:** Esta tarea interviene cuando existe un conjunto de equipos que permanecen en funcionamiento en función de determinadas circunstancias como un imprevisto o en el caso de que se presente una indisponibilidad en otro equipo. Es necesario probarlos con cierta frecuencia para tener la seguridad de que se encontraran en buenas condiciones cuando sean necesarios.
- **Reposición o sustitución de consumibles:** Algunos equipos requieren de consumo de materiales que deben ser repuestos o sustituidos por el operador.

1.5. Análisis de falla (causa raíz)

Luego de un acontecimiento repentino no previsto, se deben documentar los métodos de trabajo actuales para garantizar la identificación de alguna condición anormal que podría influir de forma negativa sobre el desempeño del equipo/instalación para realizar modificaciones al método de trabajo. De ser necesario, también se debe enfocar la atención en la confiabilidad del equipo para saber si este mantendrá una producción estable hasta una próxima intervención programada. La situación ambiental también influye a la hora de registrar un siniestro porque cualquier aspecto operacional puede causar problemas en el desempeño del equipo y una vez identificado el problema, se debe tomar las medidas respectivas de salud y seguridad.

Para cubrir con todas las actividades que deben ser documentadas, se debe determinar la factibilidad de aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo como evaluación de vibraciones, uso de cámara termográfica o control de nivel de aceite, para que sean estas características las que determinen la planificación de su mantenimiento. Incluso la implementación de la estrategia proactiva permitirá localizar las causas por las que se presenta una falla para evitarla y ampliar la vida útil del equipo, este resultado de análisis deberá ser obligatoriamente incorporado en los procedimientos de trabajo.

El seguimiento comprende el comportamiento del equipo para determinar periodos de tiempo entre mantenimientos y conseguir los objetivos de producción o servicio trazados, por lo tanto, el seguimiento implica un monitoreo constante durante la operación y los tiempos de inoperatividad por mantenimiento durante un periodo de tiempo que garantice que la estrategia de mantenimiento es la correcta.

1.5.1. Tipos de análisis de falla

La recolección y registro de datos referentes a fallas en los equipos se analiza de 2 formas: Análisis técnico y estadístico.

Análisis técnico de fallas

Determina la causa y la magnitud de la falla, usualmente el análisis técnico de falla resulta en el uso incorrecto del componente o mala operación; sin embargo, la anormalidad en la fabricación de componentes es una teoría comúnmente descartada, pero debido a defectos de fabricación o por la composición de los materiales que

constituyen el equipo, se puede generar una anomalía. (Villegas, 2026) Según la influencia sobre el comportamiento del sistema, se tiene:

- **Falla parcial:** Esta falla genera inestabilidad en el comportamiento y características de funcionamiento de un equipo por fuera de los límites establecidos que pueden ser graduales o degradantes.
- **Fallas intermitentes:** Se caracterizan por permanecer constante en un intervalo de tiempo dentro de un periodo de falla parcial y cuando se elimina la causa, el sistema retoma su funcionamiento habitual.
- **Fallas instantáneas:** Son origen de desviaciones en los parámetros de funcionamiento de un equipo, impiden realizar la función para la que está destinado.
- **Fallas catastróficas:** Son fallas totales que, por lo general, ocurren de imprevisto y que requieren de tiempo/dinero para ser corregidas. (Moubay, s.f.)

Análisis estadístico de fallas

Se enfoca en la evaluación y estudio de la influencia del tiempo en el desarrollo de una falla sin considerar las posibles causas de la anomalía. Para esto se toma en cuenta estudios de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

- **Estudio de confiabilidad:** Se optimiza mediante el análisis histórico de los fallos, la mejora del programa de mantenimiento preventivo y controlando los fallos mediante estudios de fiabilidad.
- **Estudio de mantenibilidad:** Depende de la disponibilidad de ejecución en el mantenimiento, los recursos técnicos usados para diagnóstico, la accesibilidad de repuestos e insumos y la gestión del recurso humano.

Estudio de disponibilidad: Es la combinación entre fiabilidad, mantenibilidad y logística, por lo que es dependiente de la estructura de mantenimiento implementada en la flota. (Nava, 1992)

1.6. Gestión de mantenimiento para una flota vehicular

La maquinaria, planta y equipo son los activos que posee una empresa para su uso en la producción o suministro de bienes y servicios. Los objetivos de la gestión en

mantenimiento buscan optimizar la disponibilidad de los equipos para ejecutar tareas de construcción, minería, transporte, etc., mediante la programación anual de actividades, reporte de actividades, promover enfoques de trabajo y reuniones con personal de área. (Cespedes & Toro, 2018)

Las políticas de mantenimiento proporcionan una guía para la toma de decisiones en la administración y en aplicación de programas de mantenimiento para hacer del plan de operaciones, una sección conocida por todos los entes, luego de ser previamente aprobado por las autoridades de la organización. En espera de los mejores resultados, se busca remodelar el viejo paradigma (Figura 1.3) de aplicación de mantenimiento. (Nava, 1992)



Figura 1.3. Viejo paradigma de mantenimiento tras la detención de una máquina.

Fuente: Raquel Trujillo

Si bien es cierto, en un nuevo paradigma (Figura 1.4), se establecen que se debe planificar para anticipar fallos y de este modo alcanzar el éxito en la producción.

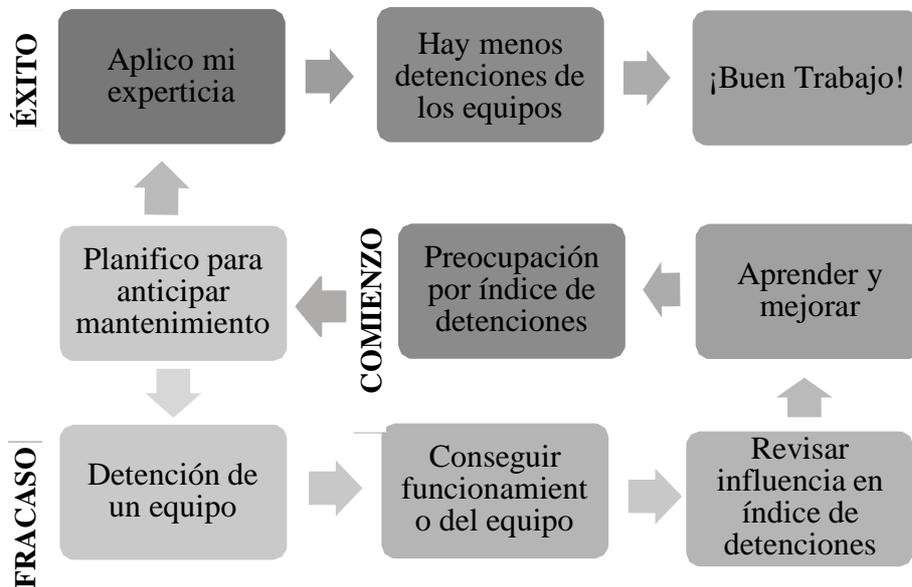


Figura 1.4. Nuevo paradigma de mantenimiento tras alto índice de detenciones en una máquina.

Fuente: Navas, J (1992). Teoría de mantenimiento. Universidad de los Andes. Venezuela

1.6.1. Ciclo de vida y tiempo de trabajo de los equipos

Periodo de arranque

Este periodo se da al inicio de la operación, donde ocurren fallos prematuros por fallos no detectados del equipo como deficiencia en el diseño, errores en procesos productivos y montaje. La tasa de fallos es decreciente con el tiempo, este periodo se caracteriza por tener un alto nivel de rotura y una baja confiabilidad, las fallas son debido a:

- Defectos de material de construcción.
- Errores humanos.
- Componentes fuera de especificación durante el ensamblaje del equipo.

Periodo de operación normal o vida útil del equipo

Es el segundo intervalo de tiempo que experimenta un equipo, donde la tasa de fallos es constante, es decir, las anomalías no tienen patrón definido y son independientes del tiempo transcurrido desde la última reparación de falla. Este periodo se caracteriza por cubrir la mayor parte de vida de un equipo, otra característica es que la probabilidad de fallas no varía mientras ocurre el envejecimiento del equipo y las fallas se deben a la acumulación de esfuerzos por resistencia del equipo. (Cespedes & Toro, 2018)

Periodo de desgaste u obsolescencia

Es la última etapa que presenta un equipo durante su funcionamiento, la tasa de fallos se perfila de modo exponencial porque los elementos del equipo experimentan un daño físico paulatino por roce mecánico; y en un determinado tiempo, los costos que involucra el mantenimiento e indisponibilidad serán incalculables que la única solución será sustituir al equipo. Este periodo final se caracteriza por tener una relación proporcional entre tiempo y probabilidad de falla, a mayor tiempo de funcionamiento, mayor probabilidad de falla. (Nava, 1992) Las fallas se deben a:

- Fatiga
- Descaste mecánico
- Corrosión

- Erosión.

1.6.2. Criticidad de equipos

Este análisis se define como un método que contribuye al establecimiento de una jerarquía de procesos y sistemas, creando una matriz que facilite un planteamiento de prioridades acertado y efectivo. Una vez determinadas las prioridades, también se puede enfocar el esfuerzo y recursos en espacios donde es indispensable mejorar de forma continua la confiabilidad operacional. (Diaz Concepcion, Enriques Gaspar, & Castillo Serpa, 2019) La criticidad a modo de análisis genera una lista puntualizada desde el elemento en estado crítico hasta el menos crucial del total analizado, existen tres formas de ponderar a un equipo, sistema o instalación:

- Criticidad ALTA
- Criticidad MEDIANA
- Criticidad BAJA

Es más fácil diseñar una estrategia para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional luego de identificar estas zonas de evaluación, dando inicio a las aplicaciones en una serie de procesos o elementos que conforman la zona de alta criticidad. Los parámetros utilizados para concluir un análisis de criticidad son inherentes a la seguridad, ambiente, producción, costo de operación, mantenimiento, frecuencia de fallas y tiempo de reparación. Tomando en cuenta estos aspectos, se puede obtener la nivelación y homologación de criterios para establecer superioridad entre equipos o procesos, garantizando el éxito y maximizando la rentabilidad (Figura 1.5).

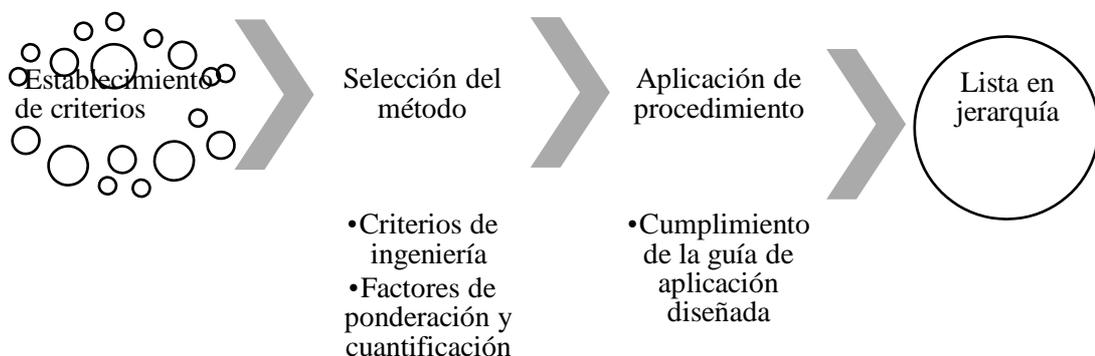


Figura 1.5. Modelo básico de análisis de criticidad. Fuente. Raquel Trujillo

1.7. Principios y técnicas de planificación

Seleccionar un plan de acción dependerá de cómo se interprete la información, el análisis y el conocimiento. Las decisiones estratégicas se hacen por los directivos, mientras que las tácticas se llevan a cabo en niveles donde se realiza el mantenimiento de la flota vehicular por lo que no se pueden ignorar los beneficios de la planificación estratégica (Martinez, 2014) como, por ejemplo:

- Uniforma criterios sobre la visión de la empresa.
- Identifica variables principales para su alcance de objetivos.
- Mejora la visión a mediano y largo plazo
- Revela y expone oportunidades para evitar atentados futuros.
- Señala puntos críticos como estrategia de determinados asuntos.
- Jerarquiza a la empresa para designación de tareas, planteo de prioridades y toma de decisiones.

De no contar con una planificación estratégica, las consecuencias serán las siguientes:

- Exceso de situaciones imprevistas que impiden realización de tareas titulares.
- Falta de guía para ejecutar una acción de forma precisa.
- Descuidos que repercuten en el aprovechamiento de tiempo y energía.

PLANIFICACIÓN PREVIA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Programa de trabajo

Exponer, fundamentar y mostrar los objetivos del presente trabajo, así como el método de registro de datos que se llevara a cabo.

Selección de los equipos

Se dará prioridad a los equipos con mayor frecuencia de uso para brindar servicio de recolección de basura y que presenten reincidencia en fallas y tiempo de demora acumulado que sea considerado como crítico para la operación de la flota.

Recopilar información de las unidades seleccionadas

Los tiempos no productivos se pueden tomar como base en el reporte de evaluación de mantenimiento y compararlas con datos reales de la frecuencia de fallas para agrupar las causas de fallo.

Protocolos de análisis de situación actual

Registro de parámetros que indiquen las condiciones en las que se encuentran sus equipos, su desempeño durante el servicio y tendencia de fallo.

Determinar las causas de cada una de las fallas

Realizar un estudio de consecuencias de cada falla para ubicarlas en las categorías de falla crítica, falla importante y falla tolerable.

Crear medidas que eviten o reduzcan las fallas en vehículos

Elaborar el plan de mantenimiento preventivo, enlistar mejoras y procedimiento de operación.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL ACTUAL

Como primer punto, se ha solicitado información de la empresa pública metropolitana de aseo con el fin de proporcionar datos reales que permitan un análisis y resolución de problemas factible y fácil de aplicar a la realidad. Dichos documentos se encuentran adjuntos en la sección de anexos, para lo cual se sugiere revisar el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5.

2.1. Análisis de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EMASEO)

Quito este situado en las faldas del volcán Pichincha con una altitud promedio de 2850 metros y coordenadas $0^{\circ}13'12''S$ $78^{\circ}30'45''O$. Sus dimensiones aproximadas son de 50 km de longitud en dirección norte-sur y 4 km de ancho este-oeste dando una superficie total de 372,4 km². Está dividida en 32 parroquias subdivididas en barrios cada una.



Figura 2.1. Ubicación geográfica de Quito. Fuente. Raquel Trujillo.

2.1.1. Trayecto de las rutas de recolección.

La programación de horarios y zonas (Torres, 2019) se detalla a continuación:

Tabla 2.1: Rutas y frecuencias que realizan los recolectores de basura.

RUTA	TURNO	HORA INICIO	HORA FIN	FRECUENCIA
BELISARIO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
CALDERON CENTRO - SAN CAMILO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
CAMAL	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
COTOCOLLAO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
MAGDALENA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
MICHELENA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
PINAR BAJO EL INCA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
PONCEANO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
ROSARIO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
SAN CARLOS	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
TURUBAMBA BAJO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
UNION Y JUSTICIA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-I-V
CONTENERIZACION MARISCAL	Madrugada	3:00:00	10:00:00	L-M-I-J-V-S
ANANSAYAS	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
KENNEDY	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
LA BOTA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
LA GRANJA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
PARQUE LINEAL	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
QUITO SUR	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
SAN ISIDRO DEL INCA - ZAMBIZA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
SAN JOSE - SIERRA HERMOSA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
SAN JOSE DEL CONDADO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
SANTA ANA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
TURUBAMBA ALTO	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
VILLAFLORA	Madrugada	3:00:00	10:00:00	M-J-S
RUTA DE DOMINGO 1	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 2	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 3	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 4	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 5	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 6	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 7	Madrugada	3:00:00	10:00:00	D

ALTAMIRA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
BAKER	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
CARAPUNGO C-F	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
CARAPUNGO EL VERGEL	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
CHILLOGALLO	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
CHIMBACALLE	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
CIUDADELA IBARRA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
DELICIA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
FLORIDA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
PARQUE DE LOS RECUERDOS	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
QUITUMBE Q-SUR	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
SOLANDA 1	Nocturno	20:00:00	3:00:00	L-I-V
CALIFORNIA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
CARAPUNGO PUERTAS DEL SOL	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
CAUPICHO	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
EL LABRADOR	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
LA GASCA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
LA LUZ	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
MARTHA BUCARAN	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
MERCADO MAYORISTA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
OFELIA	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
QUITUMBE LAS CUADRAS	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
ROLDOS	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
SOLANDA 2	Nocturno	20:00:00	3:00:00	M-J-S
RUTA DE DOMINGO 8	Nocturno	20:00:00	3:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 9	Nocturno	20:00:00	3:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 10	Nocturno	20:00:00	3:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 11	Nocturno	20:00:00	3:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 12	Nocturno	20:00:00	3:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 13	Nocturno	20:00:00	3:00:00	D
QUITO NORTE	Vespertino	13:00:00	20:00:00	L-I-V
VIRGEN DEL QUINCHE	Vespertino	13:00:00	20:00:00	L-I-V
MATOVILLE	Vespertino	13:00:00	20:00:00	M-J-S
SAN PEDRO CLAVER	Vespertino	13:00:00	20:00:00	M-J-S
RUTA DE DOMINGO 14	Vespertino	13:00:00	20:00:00	D
RUTA DE DOMINGO 15	Vespertino	13:00:00	20:00:00	D

L	M	I	J	V	S	D
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo

Detalle de rutas, turnos, horarios y frecuencia que cumplen los recolectores de basura con carga posterior, frontal y lateral. Fuente: Torres J. 2019. Informe técnico trabajos talleres externos.

2.1.2. Proceso operativo actual

Para el 2017, la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EMASEO) operaba al 80% de su capacidad en Quito debido a los daños y averías que presentan los vehículos de la flota destinada a recolección y limpieza de la ciudad. (Ambiente, 2017) En la actualidad, la empresa fue reconocida como la tercera entidad municipal que dio a conocer las condiciones de funcionamiento en la que se encuentra, tras anunciar que gran parte de la flota no está operativa, pues el 60% vehículos de la maquinaria se encuentra en estado de parada, mientras que la ciudad debería operar con al menos 120 automotores para realizar un trabajo adecuado. El plan de trabajo propuesto por la unidad encargada del mantenimiento de la flota vehicular de emaseo, incluye revisiones preventivas periódicas de todos los automotores, sin embargo, gran parte de las labores que se realizan se enfocan a mantenimientos correctivos cuando el equipo amenaza con la obsolescencia de la flota vehicular. En cuanto a desempeño, la Gerencia de Operaciones, registra 26 654 horas como tiempo de recolección al mes desde enero del 2020 hasta agosto del 2021, pero estas horas reales de recolección no pueden ser constantes por las permanentes reparaciones de los vehículos, dando como resultado un registro ineficaz en medición y control en tiempo de recolección diario. (Quito, 2020)

2.1.3. Tamaño y alcance del servicio de la empresa

Quito cuenta con una población de 2.011 millones de habitantes, por lo tanto, las planificaciones y el desarrollo de este con respecto a servicio, deben adecuarse a las necesidades de sus habitantes. La empresa no solo recolecta las 2.220 toneladas de basura que produce la ciudad a diario, también se limpian parques, mercados y quebradas, además de limpiar calles todos los días. La flota vehicular expone a los camiones de recolección de carga frontal, lateral y posterior a esfuerzo, por lo que generan mayor preocupación en su desempeño. Según un informe elaborado por la Comisión de Ambiente, se establece que de las 19 unidades que tiene la flota, 9 están en reparación. Es decir, para las rutas detalladas en la Tabla 2.1 de sistemas de recolección mecanizada, se opera al 53%. (Lagla, 2022) El plan operativo consolidado procura mejorar los servicios de aseo mediante la gestión de recolección de residuos para la optimización del servicio de aseo y un servicio de recolección diferenciada, para lo cual se necesita la recuperación de la flota o renovación de esta. (EMASEO, 2019)

2.1.4. Análisis de vehículos de recolección de basura

El mantenimiento regular es esencial para obtener los más altos niveles de desempeño en la unidad, por lo que es necesario procurar que esta reciba el mantenimiento apropiado y a tiempo. Una correcta práctica de conducción, las inspecciones diarias y semanales sobre estado del vehículo por parte del conductor, así como inspecciones periódicas por el centro de servicio, contribuirán a la conservación de la unidad en buenas condiciones de funcionamiento y a proporcionarle muchos años de servicio confiable. El dejar pasar las inspecciones puede ocasionar fallos que desemboquen en un defecto continuo, evitando que el vehículo mantenga su desempeño. Se presenta la Tabla 2.2, donde se puede observar el registro de unidades y el contraste entre las unidades adquiridas por la empresa con respecto a las unidades que se encuentran operativas, tal información es una recopilación del Anexo 6.

Tabla 2.2: Registro vehicular de flota pesada perteneciente a la empresa emaseo de la estación “La Occidental”, que presta servicios de recolección de basura.

Tipo	Marca	Modelo	Año	Número de unidades	Unidades Operativas	% Número de unidades	% Unidades Operativas
Carga Posterior (CP)	INTERNATIONAL	C4900 6X4	2002	2	0	5,00	0,00
		C470 4X2	2002	1	0	2,50	0,00
	KENWORTH	T370	2009	3	2	7,50	5,00
		T370 4X2 METROPACK	2010	6	0	15,00	0,00
		T370 25YDS	2011	1	0	2,50	0,00
		T370 20YDS	2014	1	1	2,50	2,50
		T370 AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	2016	5	3	12,50	7,50
		KW55 AC 6,7 2P 4X2 TM	2018	2	1	5,00	2,50
			1998	1	1	2,50	2,50
	HINO	FM1JLUD	2010	1	0	2,50	0,00
GH1JGDUD		2010	2	0	5,00	0,00	
Carga Frontal (CF)	MACK / HARDOX	MR688S	2008	2	0	5,00	0,00
	KENWORTH	L700 AC 10,8 2P 6X4 TM DIESEL	2014	1	0	2,50	0,00
	DAF	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM	2016	4	0	10,00	0,00
Carga Lateral (CL)	MERCEDES BENZ	AXOR 2628 K	2012	2	0	5,00	0,00
	DAF	CF75-FAS AC 9,2 2P	2016	6	0	15,00	0,00
Total				40	8	100,00	20,00

Disponibilidad de la flota con fecha del 21 de enero del 2022.

Fuente. Raquel Trujillo.

De acuerdo a las visitas realizadas (Anexo 7), las unidades adquiridas, han sido expuestas a trabajo ininterrumpido desde entonces, forzando todos sus sistemas y

llevándolos al máximo desempeño. Las anomalías han aparecido periódicamente pero no todas han sido cubiertas, por lo que varios de estos vehículos cayeron en la indisponibilidad dando como resultado una flota que opera con el 20% de los camiones CP, CF y CL y cubre más allá de su capacidad.

El 80% restante, se encuentra a espera de repuestos y con el paso del tiempo se siguen sumando más fallas al daño original, ocasionadas por un paro prolongado que no da continuidad en finalidad y rendimiento al resto de sistemas. Para mantener en buen estado la flota restante y evitar que esta colapse, se debería incluir en el área de máquinas, una sección de restauración de la flota con horarios diferentes al grupo de trabajo titular. Para esto, se debe evaluar el estado de los vehículos y realizar una valoración de sus sistemas para determinar la viabilidad del reparo para cada unidad. En la Tabla 2.3 se registra los sistemas que actualmente se encuentran descompuestos para cada modelo de camiones, es necesario tomar en cuenta que la muestra fue generalizada ya que gran parte de estos, ya se encuentra en deshuesaderos o se asumen como chatarra.

Tabla 2.3: Porcentaje de viabilidad en reparación de camiones recolectores.

ESPECIFICACIONES			SISTEMAS							% VIABILIDAD		
Tipo	Marca	Modelo	Motor	S. Electrónico	S. Eléctrico	Suspensión	Dirección	Trasmisión	Frenos		Equipo Aliado	
Carga Posterior (CP)	INTERNATIONAL	C4900 6X4		X	X		X	X	X	X	75	
		C470 4X2	X		X				X		37,5	
	KENWORTH	T370	X		X		X		X		50	
		T370 4X2 METROPACK	X		X					X		37,5
		T370 25YDS	X	X	X			X	X	X		75
		T370 20YDS	X		X		X					37,5
		T370 AC 8,3 2P 4X2 TM	X		X					X		37,5
		KW55 AC 6,7 2P 4X2 TM	X		X	X				X		50
		HINO	FM1JLUD	X	X	X	X		X	X	X	X
GH1JGDUD	X		X	X		X	X	X			75	
Carga Frontal (CF)	MACK / HARDOX	MR688S	X		X			X	X		50	
	KENWORTH	L700 AC 10,8 2P 6X4 TM	X	X	X		X				50	
	DAF	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM				X	X		X		37,5	
Carga Lateral (CL)	MERCEDES BENZ	AXOR 2628 K	X		X	X	X	X	X	X	87,5	
	DAF	CF75-FAS AC 9,2 2P	X		X	X	X	X	X		75	

0 – 40%	41 – 69%	70 – 100%
Pueden ser reparados.	Pueden ser utilizados como fuente de repuestos.	No pueden ser reparados, camiones obsoletos.

Registro de sistemas con avería para evaluar la viabilidad de reparación en camiones que pueden regresar a estado operativo. Fuente: Raquel Trujillo.

Al menos 5 camiones que son parte de la muestra podrían ser restaurados y mediante un plan de mantenimiento correctivo, se podrían fijar gestión y tiempos para cada actividad. Sin embargo, se descartará el desarrollo de este tema, debido a que, excede los límites planteados por los objetivos en el presente documento.

Los motivos por los que un vehículo queda inhabilitado son por descuido del mantenimiento en sus sistemas y por la realización de una revisión periódica, lo cual

ocasiona reducción exagerada en el número de unidades disponibles en un corto periodo de tiempo como se puede ver en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Registro vehicular de flota pesada perteneciente a la empresa emaseo de la estación “La Occidental”, que presta servicios de recolección de basura.

NO.	MODELO	MARCA	AÑO	TIPO	DISCO	NO. PLACA	ESTADO
1	CHASIS CABINADO C4900 6X4	INTERNATIONAL	2002	Carga Posterior	30-105	PMA7032	OPERATIVA
2	T370	KENWORTH	2009	Carga Posterior	30-115	G00789561	OPERATIVA
6	T370 RECOLECTOR AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-153	PMA7394	OPERATIVA
7	T370 RECOLECTOR AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-154	PMA7388	OPERATIVA
8	T370 RECOLECTOR AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-155	PMA7393	OPERATIVA
10	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM DIESEL	DAF	2016	Carga Frontal	41-22	PMA7561	OPERATIVA

Disponibilidad de la flota con fecha del 22 de julio del 2022.

Fuente. Raquel Trujillo.

Tras la recolección de datos con respecto a sistemas frecuentes en estado de fallo, se aplica un análisis de criticidad para mejorar la toma de decisiones dando prioridad a ciertas situaciones, por lo cual se tomó en cuenta criterios relacionados al mantenimiento que se puede visualizar en la Tabla 2.5 y que fueron puntuados de la siguiente manera:

FACTOR DE FRECUENCIA (FF):

- **4:** mayor a 2 eventos al año
- **3:** 1 y 2 eventos al año
- **2:** entre 0,5 y 1 evento al año
- **1:** menos de 0,5 eventos al año

IMPACTO OPERACIONAL (IO):

- **10:** pérdidas superiores a 75%

- **7:** pérdidas entre 50% y 74%
- **5:** pérdidas entre 25% y 49%
- **3:** pérdidas entre 9% y 24%
- **1:** pérdidas menores a 10%

IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO):

- **4:** no se cuenta con unidades para cubrir la producción
- **2:** se cuenta con unidades para cubrir la producción de forma parcial
- **1:** se cuenta con unidades de reserva

IMPACTO EN COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM):

- **2:** costos superiores a 20 000 USD
- **1:** costos inferiores a 20 000 USD

IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y MA (SHA):

- **8:** alto riesgo de perder la vida
- **6:** riesgo medio de perder la vida
- **3:** riesgo mínimo de perder la vida
- **1:** no existe riesgo

Tabla 2.5: Análisis de criticidad

Sistemas	Frecuencia de Fallo (FF)	Impacto Operacional (IO)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costes de Mantenimiento (CM)	Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	Criticidad (CRT)
Motor	3	10	2	2	8	90
S. Electrónico	4	3	2	1	3	40
S. Eléctrico	4	10	2	1	3	96
Suspensión	2	7	2	2	1	34
Dirección	2	10	2	1	6	54
Trasmisión	3	5	2	1	6	51
Frenos	3	10	2	1	8	87
Equipo aliado	2	3	2	2	1	18

0 - 10	11 - 25	> 26
No crítico	Semi-Crítico	Crítico

Evaluación de criterios de fallas. Fuente: Raquel Trujillo.

La Figura 2.2 refleja la criticidad de los sistemas principales de un camión recolector, por lo que se deduce que el sistema eléctrico, el motor y frenos son la prioridad al momento de establecer estrategias de mantenimiento.

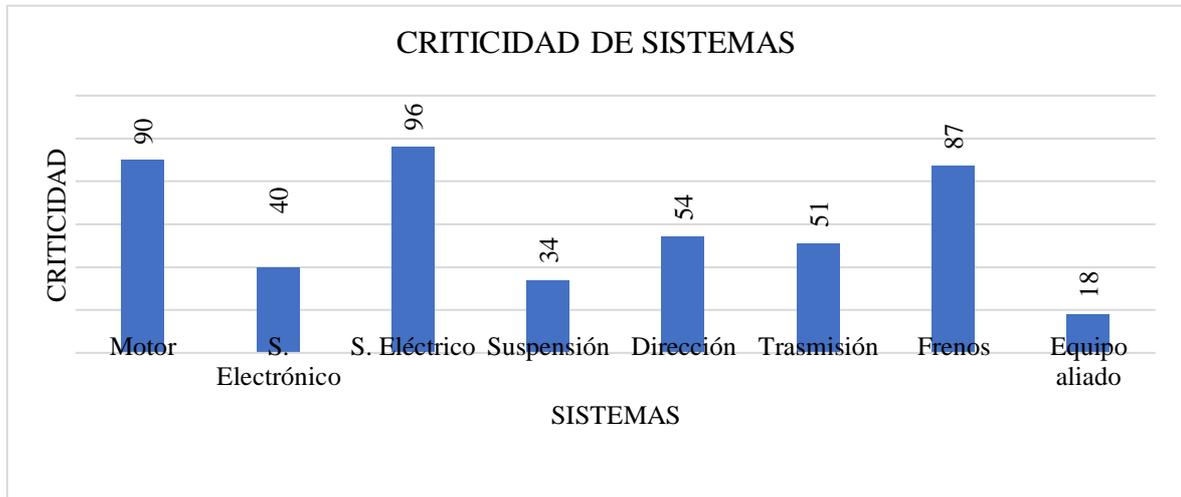


Figura 2.2. Diagrama de barras permite visualizar criticidad de sistemas. Fuente: Raquel Trujillo.

2.1.5. Recolectores con carga frontal

La Figura 2.3 se trata de un vehículo con motor diésel de cuatro tiempos, refrigerado por agua, con inyección regulada electrónicamente, cuatro válvulas por cilindro y turbo-intercooler. Posee 6 cilindros, una cilindrada total de 9,2 litros y un régimen del motor en ralentí de aproximadamente 600 rpm, brinda una potencia máxima de 228/310 kW/CV y un par máximo de 1275 Nm. Su sistema de pos tratamiento de los gases de escape es un catalizador tipo SRC (reducción catalítica selectiva) con sistema de dosificación de urea mediante aire (AdBlue) por lo que se rige a la norma de emisión Euro 4. El sistema de lubricación es de aproximadamente 34 litros en capacidad de servicio y la instalación eléctrica trabaja con una tensión de 24 voltios (2 baterías de 12 v c/u).

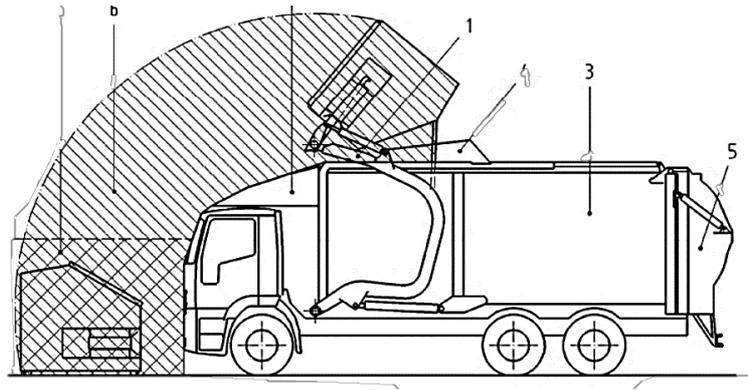


Figura 2.3. Área funcional, visible y de trabajo para la elevación. Vista lateral. Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria. 2012. Vehículos para la recolección de residuos de carga frontal y sus dispositivos de elevación asociados. Requisitos

2.1.6. Recolectores con carga lateral

El vehículo que muestra la Figura 2.4 cuenta con un motor diésel de inyección directa turboalimentado con una potencia neta mínima de 175 hp y una capacidad de 30 galones en el depósito de combustible. El sistema de transmisión cuenta con un embrague mono disco en seco y disposición de ejes 4x2. El sistema de dirección es hidráulico y el sistema de frenos es neumático, la caja compactadora se controla por sistema hidráulico con accionamiento manual que trabaja con una presión de operación de 1950 psi y tiene una capacidad de 14 m³. La instalación hidráulica debe mantener su depósito en aproximadamente 80 litros de aceite SAE 46 – Aceite mineral de 46 cSt de viscosidad a 40 °C.

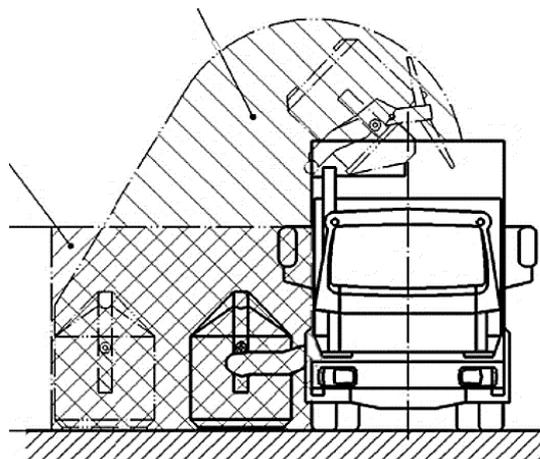


Figura 2.4. Área funcional, visible y de trabajo para la elevación. Vista frontal. Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria. 2012. Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga lateral y sus dispositivos de elevación asociados. Requisitos

2.1.7. Recolectores con carga posterior

Este vehículo (Figura 2.5) tiene un motor a diésel de seis cilindros en línea con inyección directa controlada electrónicamente y una potencia de 260 hp a un régimen de ralentí de 2500 rpm. Tiene embrague mono disco seco de control hidráulico al igual que la dirección, la transmisión es de 9 velocidades adelante y 2 reversas. Su compactadora tiene una capacidad de 15,3 m³, su tanque de aceite se carga con 140 litros y trabaja con una presión de 2500 psi en operación.

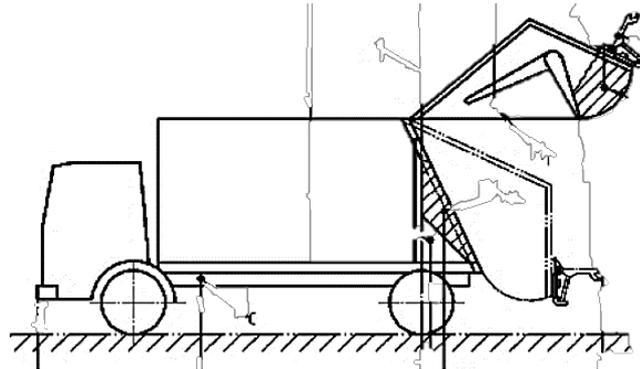


Figura 2.5. Elementos principales de camión con carga posterior. Vista lateral. Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria. 2012. Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga posterior y sus dispositivos de elevación asociados. Requisitos

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO

Una propuesta conveniente se basa en características de la flota vehicular y el cumplimiento adecuado de tareas de mantenimiento, solventando costos para asegurar el buen funcionamiento de los equipos; incluso se disminuyen al máximo los riesgos para los operadores de la flota. Con ayuda de un diagrama se podrá reconocer el ciclo de trabajo en procesos de mantenimiento que se desea plantear para sostener el orden de los mantenimientos según la urgencia, disponibilidad del equipo y recursos necesarios.

3.1. Objetivos y prioridades

- Garantizar el correcto desempeño de las unidades y cumplimiento de tareas con ayuda de una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para evitar que los automotores entren en condición de obsolescencia.
- Disminuir al máximo los riesgos de avería a través de la delegación de tareas por tiempos determinados para que el funcionamiento normal de la empresa no se vea comprometido.
- Generar procesos que garanticen el orden de ejecución de las actividades de mantenimiento de acuerdo con cada camión recolector mediante la identificación y mejora de la situación actual para generar tiempos cortos de respuesta.

3.2. Descripción general de camiones disponibles en la flota.

Para reducir la muestra tomada con respecto a unidades operativas de tipo carga frontal, lateral y posterior, se ha tomado un vehículo operativo de cada tipo para dar inicio a una propuesta de plan de mantenimiento como se puede ver en las Tablas 3.1, 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1: Breve descripción de vehículo recolector de tipo carga frontal.

Activo	Recolector de basura con carga frontal
Fotografía	 <p><i>Figura 3.1. Camión de recolección de basura de carga frontal.</i> <i>Fuente: Raquel Trujillo.</i></p>
Marca	DAF
Año de adquisición	2016
Plazo de garantía	5 años
Recomendación del fabricante	<ul style="list-style-type: none"> - No se permite el empleo de recambios ni software no originales, pues tendrá repercusiones negativas sobre los sistemas críticos para la seguridad del vehículo. - Después de un arranque en frío, conducir en una marcha baja y a un régimen de motor moderado hasta que la temperatura de refrigerante sea la óptima (>85 °C).
Frecuencia de mantenimiento	Semestral
Condiciones óptimas de temperatura	80 y 110 °C
Datos de control	Revisar Anexo 8

Descripción de vehículo operativo de tipo carga frontal. Fuente: Raquel Trujillo.

Tabla 3.2: Breve descripción de vehículo recolector de tipo carga lateral.

Activo	Recolector de basura con carga lateral
Fotografía	 <p><i>Figura 3.2. Camión de recolección de basura de carga lateral.</i> Fuente: Raquel Trujillo.</p>
Marca	DAF
Año de adquisición	2016
Plazo de garantía	5 años
Recomendación del fabricante	<ul style="list-style-type: none"> - Durante la conducción, comprobar regularmente el panel de instrumentos y reportar si hay conductas anormales. - Se recomienda no someter al vehículo a cargas excesivas durante el periodo de rodaje, conducir con cuidado durante los primeros 1.500 km.
Frecuencia de mantenimiento	Semestral
Condiciones óptimas de temperatura	80 y 110 °C
Datos de control	Revisar Anexo 9

Descripción de vehículo operativo de tipo carga lateral. Fuente: Raquel Trujillo.

Tabla 3.3: Breve descripción de vehículo recolector de tipo carga posterior.

Activo	Recolector de basura con carga posterior
Fotografía	 <p><i>Figura 3.3. Camión de recolección de basura de carga posterior. Fuente: Raquel Trujillo.</i></p>
Marca	KENWORTH
Año de adquisición	2016
Plazo de garantía	5 años
Recomendación del fabricante	<ul style="list-style-type: none"> - El vehículo está previsto para 24 voltios, antes de sustituir algún componente eléctrico/electrónico, comprobar si es apropiado para tal tensión. - No conectar nunca accesorios al vehículo mediante empalmes en el cableado, el no cumplimiento de esta condición puede generar cortocircuitos e incendios.
Frecuencia de mantenimiento	Semestral
Condiciones óptimas de temperatura	80 y 110 °C
Datos de control	Revisar Anexo 10

Descripción de vehículo operativo de tipo carga posterior. Fuente: Raquel Trujillo.

3.3. Gestión de prioridades y recursos

Al generar una orden de trabajo de mantenimiento preventivo, no existe necesidad de realizar un diagnóstico profundo del estado vehicular, por lo que se ahorra tiempo y se evitan paros por indisponibilidad del equipo. Generalmente, el jefe de talleres el

encargado de informar sobre la orden de trabajo y realizar el listado de materiales y repuestos requeridos para mantenimiento. Se organizan las actividades y se asignan funciones al equipo de trabajo para efectuar el mantenimiento, en caso de no haber recursos, se elabora solicitud de compra de insumos y llegados los materiales, finalmente se ejecuta el mantenimiento.

En este caso, se muestra la propuesta de proceso (Figura 3.4) para realizar mantenimiento en la flota de vehículos pesado, considerando que la toma de decisiones la efectúa el jefe de máquinas y la gestión se realiza por supervisores de patio, mas no, de un jefe de taller.

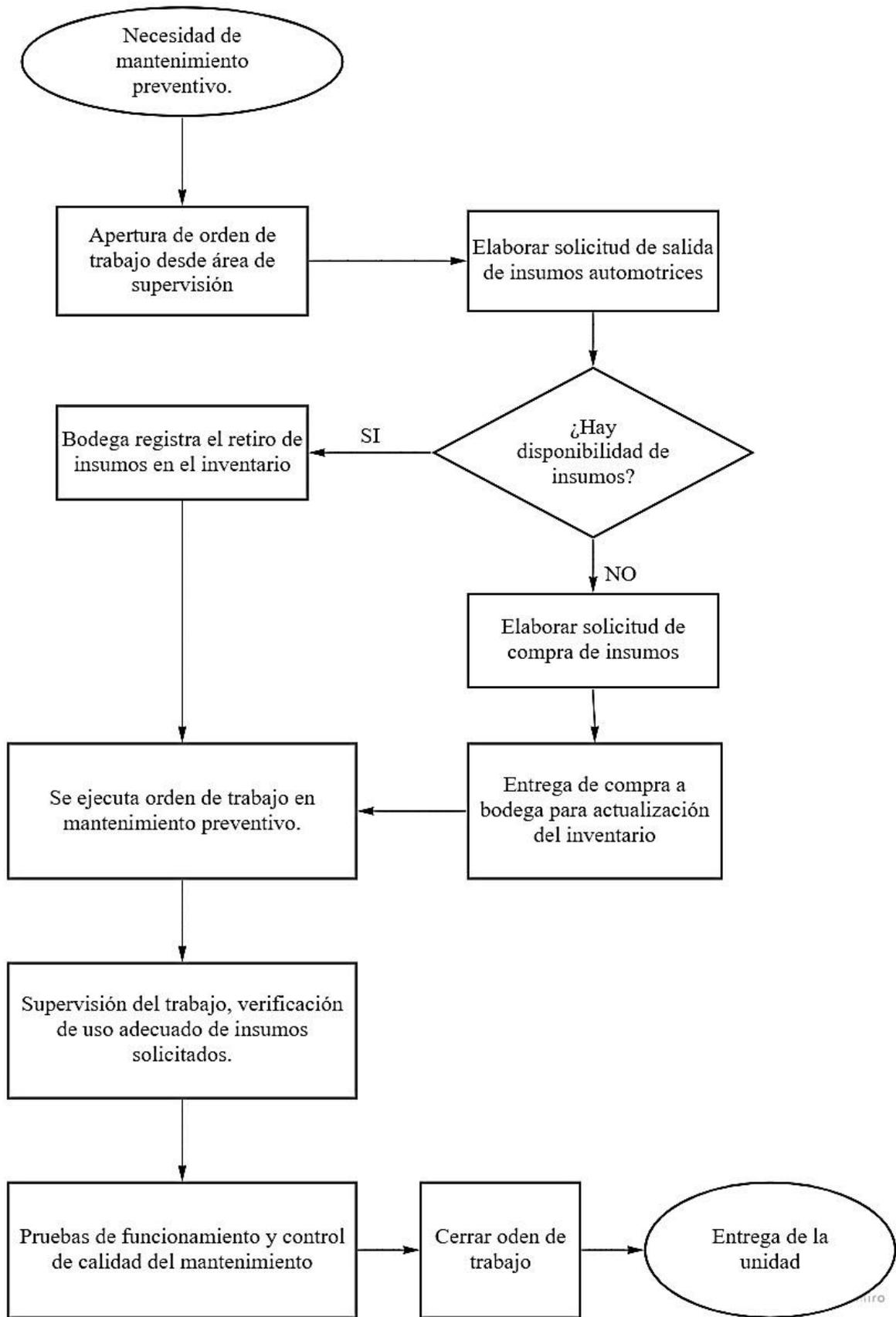


Figura 3.4. Flujo de procesos de mantenimiento preventivo. Fuente: Raquel Trujillo.

Actualmente no se tiene información de la gestión en recurso económico, según la documentación que se muestra en el Anexo 11, se observa que no se especifica un valor determinado para la recuperación y renovación de la flota desde el plan operativo anual del año 2019. El incumplimiento de la propuesta implica un gasto posterior, probablemente, cinco veces mayor en reparaciones imprevistas y adicionalmente, los costos de paralización de la unidad. La ganancia de la empresa es generada por la unidad que brinda el servicio de recolección y el área de mantenimiento se encarga de los insumos de esta (repuestos, lubricantes, neumáticos, combustibles, reparaciones, etc.). Por lo general, los gastos de una flota deberían estar distribuidos como se muestra en la Figura 3.5.

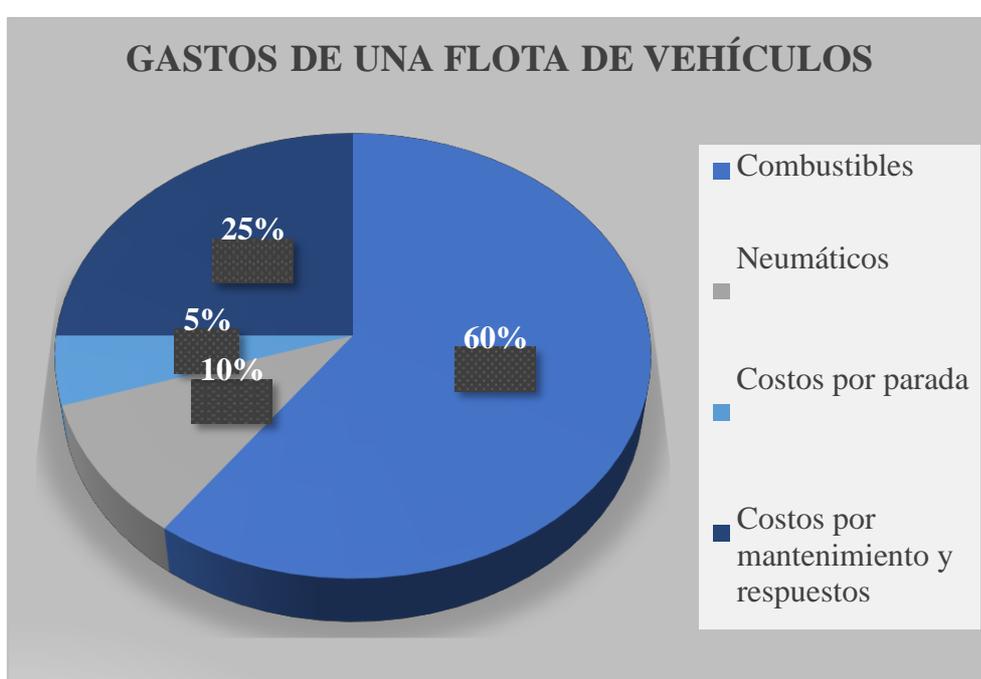


Figura 3.5. Distribución de gastos de una flota de vehículos.

Fuente: Raquel Trujillo

Los camiones son reconocidos como activos que necesitan ser priorizados, al prestar servicio de recolección, no tienen tiempos de paro previsto a menos que se trate de una avería crítica y para no llegar a un estado de indisponibilidad, es importante reconocer una falla funcional y diferenciarla de una falla técnica. Primero, la falla funcional es aquella que impide a un sistema cumplir con su función principal (sistema aliado, dirección, suspensión, frenos, etc.) y la falla técnica son afectaciones que suponen un funcionamiento anormal del sistema, pero no impiden la ejecución de actividades (puntos de engrase, sistema electrónico, sistema de refrigeración, etc.).

FALLOS QUE CUBRE LA PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO

Durante la jornada laboral, surgen problemas mecánicos, algunos de los más recurrentes están relacionados con la transmisión de potencia, motor, sistema de dirección y frenos. Los fallos en sistemas eléctricos generan menor riesgo en el desempeño y en el caso de la carrocería solo se necesitan correcciones por inconvenientes en el uso diario ocasionados por el estado de las vías de recolección y el sobre esfuerzo en pendientes.

MODOS DE FALLO DE CLASE A

Avería crítica en sistemas que afectan el cumplimiento de objetivos fijados en la propuesta de plan de mantenimiento preventivo.

SUSPENSIÓN

- En presencia de ruido cuando el vehículo realiza un giro, es necesario reemplazar los cojinetes de la suspensión que empiezan a fallar por desgaste.
- Cuando la suspensión se torna rígida, quiere decir que ha perdido flexibilidad por la pérdida de propiedades en los materiales, esto también puede darse por rotura de muelles tras un fuerte impacto.
- Los amortiguadores fallan cuando se sobrepasa la capacidad de carga de forma frecuente o cuando el periodo de vida útil está por terminar.

ALTERNADOR

- El desgaste de rodamientos internos del alternador puede verse reflejado en la carga incorrecta de la batería.
- Si la correa de transmisión está dañada o desgastada, puede hacer que el alternador produzca menos voltaje de carga.
- Cuando existe un exceso de vibraciones o impactos en el sistema eléctrico, posiblemente, la conexión del alternador a tierra se desconectará.

DIFERENCIAL

- Los daños en el sistema pueden darse por piñones del diferencial desgastados o en mal estado que incluyen en la geometría de giro y pérdida de potencia.
- Un recalentamiento en el sistema por roce continuo de elementos móviles puede ser evitado manteniendo estable el nivel de lubricación en el sistema.

SISTEMA ALIADO

- La pérdida inmediata de la capacidad de presión es ocasionada por la contaminación en el aceite hidráulico, las pequeñas partículas aceleran el desgaste de los elementos móviles del sistema, no disipan calor y aíslan en pequeños que obstruyen la capa protectora de fluido entre piezas móviles.
- La cavitación se genera cuando un vacío forma burbujas gaseosas en el aceite hidráulico y al momento de colapsar, implosionan liberando una cantidad de energía en forma de calor, aproximadamente 5.000° F.
- Cuando la bomba funciona a una presión por encima de los parámetros de funcionamiento, puede acumular calor rápidamente dañando las carcasas, placas de desgaste e incluso, el paquete de cilindros y mangueras hidráulicas.
- El calor excesivo facilita la oxidación del aceite haciendo que este, disminuya la lubricidad abarcando daños en elementos móviles y conductos.

MODOS DE FALLO DE CLASE B

Avería medianamente crítica que no afecta al cumplimiento de la empresa.

FRENOS

- Estos pueden generar daño en discos de freno cuando las pastillas obtienen un desgaste por uso excesivo haciéndolas más rígidas.
- Las fugas en canales de líneas de freno son ocasionadas por la pérdida de presión del líquido y una posterior oxidación dentro del cilindro de la rueda. Además, la humedad del líquido de frenos no puede superar al agua porque podría afectar el funcionamiento el sistema.
- En el caso de las zapatas, se pueden desgastar por un ajuste incorrecto.

MOTOR

- La lubricación del motor es un problema poco usual en estos camiones, ya que se da por la poca frecuencia de uso, lo cual hace que se incorpore agua en el lubricante.
- La falta de potencia en el motor puede ser consecuencia de un filtro de combustible en mal estado que no está reteniendo partículas contaminantes

o bajas en el desempeño de los inyectores que se puede identificar por un arranque anormal.

DIRECCIÓN

- El desbalanceo en los neumáticos, puede generar variaciones en el control del operador.
- Los soportes de la dirección se ven afectados por golpes y los soportes de caucho pasan a un estado quebradizo tras el uso prolongado.
- El fluido hidráulico de la dirección debe encontrarse a nivel para no afectar al sistema.

EMBRAGUE

- El cable de embrague permite intervenir en la transmisión para controlar los movimientos del motor hacia la caja de cambios, por lo que un mal uso, puede generar desgaste o desprendimiento.
- El transitar por vías en mal estado provoca el desajuste del alineamiento de sistema de presión.

MODOS DE FALLO DE CLASE C

Avería que generalmente se corrige en mantenimiento correctivo programado y por prioridad a sistemas principales, no justifica la inversión en mantenimiento preventivo

NEUMÁTICOS

- El desgaste en neumáticos es muy común, pero se puede alargar el tiempo de reposición manteniendo la presión recomendada por el fabricante.
- Las incrustaciones en el caucho del neumático promueven la pérdida de presión por objetos punzantes.
- Una zona propensa al desgarré, son los constados, ya que esta zona es la menos reforzada del neumático y puede pasar por alta presión y un impacto en alta velocidad.

RADIADOR

- Fallos en el termostato pueden ser generados por corrosión u obstrucción en el radiador, esto conlleva al sobrecalentamiento del motor.
- La bomba de agua también puede impedir el flujo del lubricante hacia el motor, manteniendo el calor, en lugar de disiparlo.
- El uso de refrigerante con concentración no recomendada puede generar daños en el motor y problemas en el radiador.

CARROCERÍA

- Este elemento se ve afectado por la excesiva exposición al cambio brusco de climas como sol y humedad, causando daños en pintura por corrosión y aberturas.
- Golpes por mal manejo de operadores en caso de accidentes
- Los sistemas que conforman al vehículo como pala, compactadora y sistema aliado también pueden afectar a la carrocería por inoperancia del conductor.

3.4. Definir indicadores de rendimiento

En la Tabla 3.8, se presenta el tiempo en horas y en minutos para obtener el porcentaje de rendimiento del mantenimiento preventivo mediante la Ecuación (3.1).

$$\frac{\text{Tiempo de mantenimiento preventivo (en horas y minutos)}}{\text{Tiempo estándar (en horas y minutos)}} \times 100 \quad \text{Eq. (3.1)}$$

Para evaluar la eficiencia de las actividades de mantenimiento, se han tomado tiempos estándar para compararlos con el tiempo actual que toma el equipo de trabajo en efectuar dichas actividades y obtener un tiempo estimado (te) mediante la Ecuación (3.2):

$$T_e = \frac{0.2222222222 + 4(0.2222222222) + 0.1111111111}{6} \quad \text{Eq. (3.2)}$$

Tabla 3.4: Actividades que se debe realizar en la flota de maquinaria pesada con tiempo estándar expresado en horas y minutos.

Trabajo	Tiempo estándar	Tiempo actual	Tiempo propuesto	Tiempo estimado	Rendimiento actual	Rendimiento (propuesta)
ABC de motor	3	5	3,4	3,40	60,00	88,24
Calibración de válvulas	2,25	3	2,87	2,48	75,00	78,40
Cambiar aceite en caja de cambios	0,75	2	0,82	0,97	37,50	91,46
Cambiar aceite en diferencial	0,75	1,13	0,83	0,83	66,37	90,36
Cambiar aceite en mandos finales	0,75	1,27	1,12	0,90	59,06	66,96
Cambiar aceite y filtro de motor	0,34	2	1	0,73	17,00	34,00
Cambiar bomba de aceite	4,7	5,9	4,9	4,93	79,66	95,92
Cambiar bomba hidráulica	4	4,68	1,23	3,65	85,47	325,20
Cambiar pernos de ruedas	1	1,45	1,15	1,10	68,97	86,96
Cambiar retenedor del cigüeñal	1,5	2	1,68	1,61	75,00	89,29
Cambiar soporte de la dirección	1,45	1,83	1,62	1,54	79,23	89,51
Cambio de articulación en dirección	1,85	2,3	2,1	1,97	80,43	88,10
Cambio de la banda del alternador	0,5	1	1,69	0,78	50,00	29,59
Cambio de las bases del motor	1	1,7	1,46	1,19	58,82	68,49
Cambio de la batería	0,35	0,85	0,61	0,48	41,18	57,38
Cambio de la bomba de agua (4 cilindros)	3	4	3,42	3,24	75,00	87,72
Cambio de la bomba de combustible	1,5	1,8	1,63	1,57	83,33	92,02
Cambio de buje en columna de la dirección	1,5	2	1,86	1,64	75,00	80,65
Cambio de bujías	1,6	2,35	1,84	1,77	68,09	86,96
Cambio del cabezote de motor	8	12	8,6	8,77	66,67	93,02
Cambio de cable del acelerador	1,5	2	1,71	1,62	75,00	87,72
Cambio de cable del velocímetro	2,03	2,7	2,43	2,21	75,19	83,54
Cambio del cárter	2	3,62	3,2	2,47	55,25	62,50
Cambio de cerraduras	1,3	1,8	1,54	1,42	72,22	84,42
Cambio de cilindro principal del freno	2	2,5	2,3	2,13	80,00	86,96
Cambio de cinturones de seguridad	1	2	1,41	1,24	50,00	70,92
Cambio del árbol de levas	2	3,5	2,84	2,39	57,14	70,42
Cambio de ventilador	1,89	2,3	2,17	2,01	82,17	87,10
Cambio de empaque del cárter	1,5	2,7	1,52	1,70	55,56	98,68
Cambio de empaque del tapa válvulas	0,8	1,6	0,97	0,96	50,00	82,47
Cambio del filtro de aire	0,2	0,8	0,6	0,37	25,00	33,33
Cambio del filtro de combustible	0,21	1	1,73	0,60	21,00	12,14
Cambio de taques hidráulicos V6	8	10	9,21	8,54	80,00	86,86
Cambio de parabrisas	1,5	3	2,43	1,91	50,00	61,73
Cambio de plumas	0,21	0,25	0,24	0,22	84,00	87,50
Cambio de refrigerante	0,5	1,25	0,87	0,69	40,00	57,47
Cambio de rótulas	2	4,1	3,73	2,64	48,78	53,62
Cambio de selector caja de cambios	2	3,7	2,86	2,43	54,05	69,93
Cambio de sensores (varios)	0,5	1	0,91	0,65	50,00	54,95

Cambio de tablero de instrumentos	4	6	5	4,50	66,67	80,00
Cambio de terminales	1,05	2	1,54	1,29	52,50	68,18
Cambio de termostato	1	1,8	1,6	1,23	55,56	62,50
Cambio del turbo	3	4,75	4	3,46	63,16	75,00
Chequeo del sistema de inyección	2	2,4	2,2	2,10	83,33	90,91
Desmontaje de bomba de inyección	8	9	8,5	8,25	88,89	94,12
Desmontaje de caja de cambios	8	14	12	9,67	57,14	66,67
Desmontaje de caja de fusibles	1,62	2	1,9	1,73	81,00	85,26
Desmontaje de cárter	2	3,21	2,81	2,34	62,31	71,17
Desmontaje de inyectores	1,25	2,8	1,63	1,57	44,64	76,69
Desmontaje de motor	7	8	7,75	7,29	87,50	90,32
Desmontaje de radiador	2	2,48	2,3	2,13	80,65	86,96
Desmontaje de depósito de gasolina	1	1,2	1,15	1,06	83,33	86,96
Desmontaje y mantenimiento de turbo	3	6	4,24	3,71	50,00	70,75
Desmontaje y montaje de alternador	1	3	2,41	1,57	33,33	41,49
Desmontaje y montaje de motor	10	14	12	11,00	71,43	83,33
Desmontaje y montaje de múltiple de admisión	3	3,64	3,58	3,20	82,42	83,80
Diagnostico	2	2,5	2,12	2,10	80,00	94,34
Instalación de espejo retrovisor	1	1,24	1,15	1,07	80,65	86,96
Instalación de halógenos	1	1,25	1,2	1,08	80,00	83,33
Instalación de equipo de radio	1	2	1,17	1,20	50,00	85,47
Limpieza de inyectores (4 cilindros)	1,62	1,76	1,68	1,65	92,05	96,43
Limpieza de inyectores (6 cilindros)	2,43	2,91	2,64	2,55	83,51	92,05
Limpieza y cambio de filtro diésel	0,5	1	1	0,67	50,00	50,00
Mantenimiento de caja de cambios	12	16	14	13,00	75,00	85,71
Mantenimiento de caja de dirección	4,06	8	6,32	5,09	50,75	64,24
Mantenimiento de cabezote	10,45	16	13,56	11,89	65,31	77,06
Mantenimiento de embrague	8,5	10	9	8,83	85,00	94,44
Mantenimiento de motor (4 cilindros)	37	48	40	39,33	77,08	92,50
Mantenimiento de alternador	3	5	4	3,50	60,00	75,00
Mantenimiento de motor de arranque	2,5	5	3,2	3,03	50,00	78,13
Promedio del rendimiento					64,72	80,32

Promedio del rendimiento de mantenimiento preventivo en porcentaje luego de evaluar Tiempo Estándar vs. Tiempo Real en horas para cada actividad de trabajo. Fuente: Raquel Trujillo.

El equipo de trabajo realiza las actividades con un rendimiento de aproximadamente el 65%, reduciendo tiempos de compra a proveedores por no tener los insumos esenciales y eliminando tiempos de fabricación de herramientas improvisadas, se puede notar un cambio en tiempos de trabajo como se muestra en la Figura 3.6.

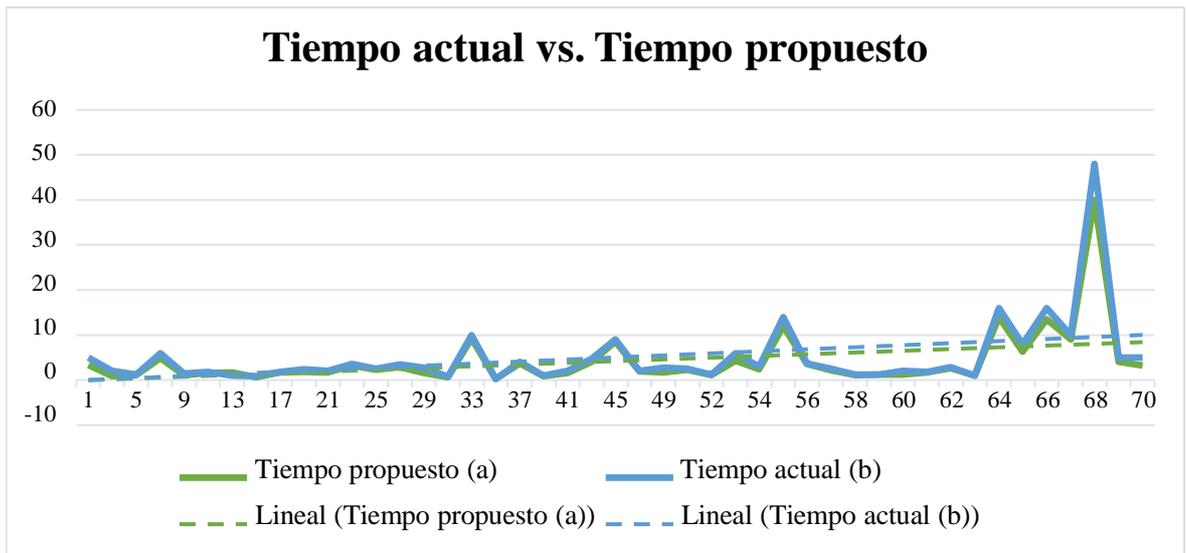


Figura 3.6. Comparativa y tendencia entre tiempo actual y propuesto. Fuente. Raquel Trujillo

Es posible obtener un rendimiento superior al 80% incluyendo un tiempo adicional porque es recomendable dejar un 10% de tiempo disponible para el mantenimiento no planificado, esto permitirá cumplir con la propuesta de plan incluso cuando se presenten imprevistos.

3.4.1. Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo

La duplicación de tareas y herramientas no es la solución para garantizar el 100% de tareas ejecutadas. Sin embargo, por la escasa información histórica de cada vehículo, se dificulta llevar control de fallos, controles de mantenimiento, estudios reales de costo, control de consumo en aceite, combustible, neumáticos, repuestos, etc.

Estos obstáculos no permiten una toma de decisiones ágil y efectiva, por lo que las medidas incluidas en esta propuesta de plan de mantenimiento son:

- **Redistribución de trabajadores:**

Se cuenta con 34 personas entre técnicos, auxiliares y encargados de bodega por turno (15 en primer turno, 16 en segundo turno y 3 en tercer turno), los cuales son distribuidos según el requerimiento de cada área (pintura, suelda, electricidad, lavado, llantera, mantenimiento, bodega de insumos y bodega de herramientas). Al hacer el ingreso de una orden de trabajo, se debe evaluar la complejidad del mantenimiento para asignar actividades a cierto número de trabajadores.

- **Seleccionar un grupo de personas, entre trabajadores y supervisores, que se encargue de la planificación del mantenimiento:**

Los puntos clave que desarrollarán por el grupo de planificación, es:

- Evaluar la complejidad de cada tarea incluida en el mantenimiento.
- La periodicidad límite para cada servicio de mantenimiento.
- Duración de cada servicio y costo respectivo estimado de repuestos.
- Tiempo de desgaste de la unidad.

Una vez determinados estos ítems, se puede plantear un programa mensual y anual de mantenimiento para cada unidad, el modo de coordinación y ejecución, además de un programa de carga de trabajo por cada técnico.

Toda esta gestión incluye aspectos adicionales a la parte técnica porque la combinación de conocimiento y actividades asegurarán el cumplimiento del mantenimiento preventivo que abarca tareas planificadas y tareas ejecutadas como se describe en la ecuación (2).

$$E\% = \frac{\text{Órdenes CERRADAS}}{\text{Órdenes PENDINGES}} \times 100$$

E. (3.3)

Según el registro ingresos para mantenimiento vehicular en el mes de junio 2022, se generaron de 1311 las cuales se distribuyen en las 4 semanas del mes como se muestra en la Figura 3.7.

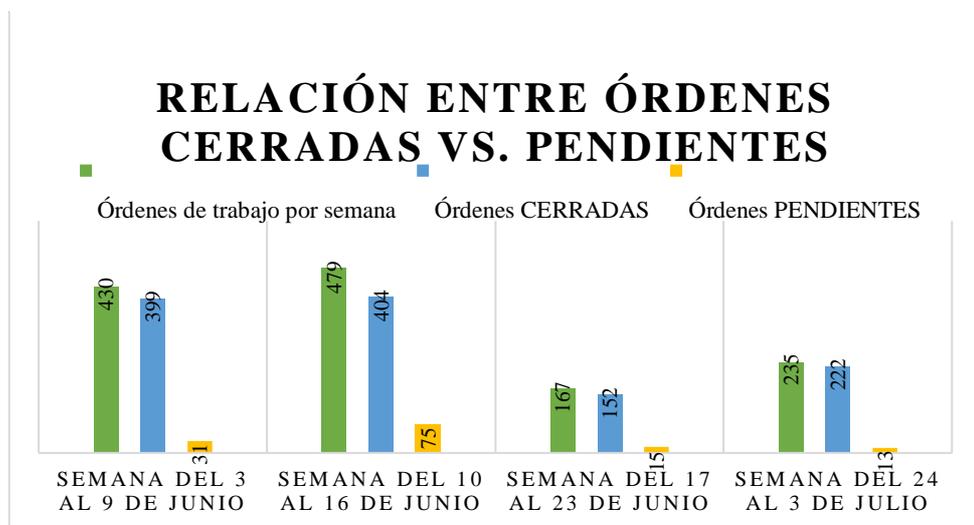


Figura 3.7. Ingreso y estado de órdenes de trabajo para mantenimiento en el mes de junio del 2022.

Fuente: Raquel Trujillo

De las 1311 órdenes de trabajo ingresadas durante el mes, apenas el 6% de las órdenes (84) se las realiza de manera preventiva (actividades que se encuentran descritas en la Tabla 3.8). Del total de ingreso para mantenimiento en general, se logran cubrir 1177 (89,7%) de forma correcta que viene a ser el índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo (PCM), mientras que las 134 órdenes restantes (10,2%) quedan como necesidades sin cubrir y luego de un lapso de tiempo limitado, regresan como fallas de carácter correctivo. El índice de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo debe ser igual o superior al 90% para evitar paros innecesarios con reparaciones. (Products, 2018)

Con la propuesta de plan de mantenimiento preventivo, se busca que más del 75% de los ingresos sean de carácter preventivo, por lo que ninguno de los camiones tendría que generar pérdidas por parada ya que las órdenes de trabajo incluyen la planificación del mantenimiento e incluso, una unidad responsable de cubrir su ruta de recolección. Sin embargo, hay imprevistos de los que no se supone en una planificación como:

- **Tiempo de llegada de repuestos:** Se deben tomar en cuenta los días máximos de preparación y adicionar los días máximos en tránsito, dentro de los cuales se descartan fines de semana y feriados. La fecha de entrega estimada se calcula usando días y, además, considera el horario límite para hacer pedidos.
- **Repuestos en mal estado que necesitan recambio:** Por trayectoria de entrega, muchas veces no se toman las precauciones que garanticen la llegada del repuesto en óptimas condiciones, por lo que puede sufrir alguna alteración antes de su registro en inventario, de ser este el caso, se debe realizar un informe de devolución por defectos dirigido al contacto de la empresa proveedora.
- **Tiempos por mantenimiento externo como limpieza de inyectores o rectificación de camisas, cabezotes discos, etc.:** Las derivaciones externas no generan contratiempos en ejecución, por el contrario, es la selección de cotizaciones por personal administrativo, quienes planifican el lugar, salida y entrada del elemento en cuestión los procesos. Tomando el mismo dato, de las 1311 órdenes de trabajo generadas por mes, apenas 92 (7%) necesitan de una reposición de elementos externos y tienen la probabilidad de caer en un imprevisto, quedar en espera o permanecer como órdenes de trabajo pendientes

durante ese mes. En ese caso el índice PCM es de 93%, de obtener un porcentaje menor, se indica que:

- Tecnología descontinuada en equipos de reparación.
- No existe optimización de recursos.

3.5.Revisar y mejorar

- Las acciones tomadas (planteamiento de tareas, tiempos de ejecución y frecuencia en que se deben realizar las tareas de mantenimiento) constituyen la forma más rentable de mantener las unidades operativas a su máximo rendimiento y procurando el cumplimiento de servicio de recolección.
- La distribución de tareas entre el equipo de trabajo permitirá reducir tiempos de parada para las unidades de recolección mejorando la eficiencia al servicio de mantenimiento. Del mismo modo, se recomienda evaluar cada camión de forma individual porque todas deben coincidir en estabilidad de condiciones y desempeñar sus funciones para no generarle sobreesfuerzo a ninguna otra unidad.
- El tiempo planteado en horas previstas para cada actividad incluida en el mantenimiento preventivo (propuesta) de un camión, es menor al que se supone en mantenimientos correctivos (actuales), esto es posible por los perfiles del personal que evitan errores recurrentes en su intervención al mantenimiento.
- Se debe dar prioridad a la funcionalidad total del camión porque no todos los mantenimientos deben ser realizados por planificación, sino que todos los sistemas necesitan una atención constante para asegurar su desempeño y anticipar los fallos de sistemas y elementos principales como motor, sistema eléctrico y electrónico, suspensión dirección, transmisión, frenos y equipo aliado.
- Es necesario resaltar que el tiempo que toma un mantenimiento preventivo no supera al tiempo acumulado por inactividad en caso de mantenimiento correctivo de un camión, por lo que sí es rentable la implementación y cumplimiento de esta propuesta de plan de mantenimiento
- Existe un software de gestión que se toma en cuenta como un ahorro en la inversión de la empresa porque solo se necesita contar con una metodología clara y sencilla para el registro de datos y análisis de los mismos.

CAPÍTULO 4

COMPARATIVA: PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL VS. PROPUESTA

Para analizar la proyección de cambio y mejora del mantenimiento en la flota vehicular de recolección, se ha de sintetizar la información y resumirla en datos que han aparecido durante el estudio e investigación de la situación actual. Para definir parámetros de comparativa entre el método de mantenimiento actual y la propuesta, se han impuesto los siguientes ítems:

4.1 EFICIENCIA DE TRABAJO

El rendimiento de la jornada de trabajo expuesto no toma en cuenta las horas extras de mantenimiento debido a que el área de máquinas labora las 24 horas diarias todos los días, sin descanso. Los tiempos de preparación de las máquinas que se necesitan para cumplir con un mantenimiento están incluidos en el 10% de holgura que presenta el tiempo propuesto en horas que se muestra en la Tabla 3.8.

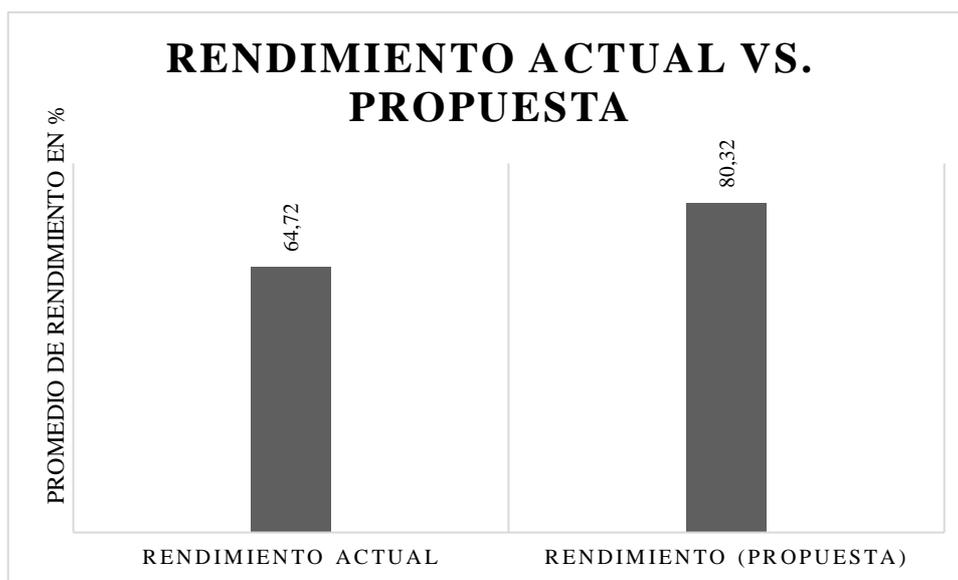


Figura 4.1. Comparativa de rendimiento entre situación actual y propuesta. Fuente: Raquel Trujillo.

– MANTENIMIENTO DE ACTIVOS

Actualmente los mantenimientos programados se limitan a cumplir con tareas básicas sin tomar en cuenta especificaciones de cada sistema como se puede ver en el Anexo 12. Para lo cual se ha propuesto tomar en cuenta las siguientes actividades de mantenimiento para camiones recolectores de basura con carga frontal, lateral y posterior. Dichas tareas se han planteado en función de manuales y carnet de mantenimiento de las unidades, como se puede observar

en la Tabla 4.1 donde se ha distribuido las tareas de mantenimiento a realizar junto con el intervalo de tiempo en el que deben ser realizadas y los comentarios a los que se debe hacer énfasis durante la ejecución de la tarea.

Se inicia con el servicio de lubricación, debido a que el mantenimiento correcto y a tiempo puede hacer la diferencia en la vida útil del motor en vehículos de trabajo.

Tabla 4.1: Servicios de lubricación que deben realizarse en cada sistema.

SERVICIO DE LUBRICACIÓN	INTERVALO				COMENTARIOS
	24,000 Km	96,000 Km	192,000 Km	384,000 Km	
Ejes					
Cambio de aceite de diferenciales (sintético)				X	Si la unidad cuenta con aceite mineral, reemplazar cada 80,000 Km.
Cambio de aceite de mazas delanteras					Aceite y/o grasa sintética, cada 500,000 Km y/o 5 años.
Revisión de nivel de aceite de diferenciales	X	X	X	X	
Revisión de nivel de aceite de mazas	X	X	X	X	
Bastidor					
Lubricación general de bastidor	X	X		X	
Transmisión					
Cambio de aceite de transmisión (sintético)				X	Si la unidad cuenta con aceite mineral, reemplazar cada 80,000 Km.
Revisión de nivel de aceite de transmisión	X	X	X	X	
Lubricación de collarín de embrague	X	X	X	X	

Tareas sugeridas a realizarse cada 24 000, 96 000, 192 000 y 384 000 kilómetros luego de la adquisición del vehículo. Fuente: Raquel Trujillo

En la Tabla 4.2, se encuentran las actividades sugeridas para revisiones de control que han de realizarse periódicamente tras un determinado tiempo o kilometraje recorrido, lo cual es imprescindible para conservar la garantía de la marca.

Tabla 4.2: Descripción de los puntos de revisión de control de acuerdo a cada sistema.

REVISIONES DE CONTROL (VISUAL - TACTO)	INTERVALO				COMENTARIOS
	10,000 Km	1,000 horas	2,000 horas	3,000 horas	
Sistema mecánico de dirección					
Terminales	X	X	X	X	Inspeccionar por daños, desgaste, corrosión tornillería floja y fugas según aplique.
Barras	X	X	X	X	
Brazo pitman	X	X	X	X	
Muelles	X	X	X	X	
Bujes de muelle	X	X	X	X	
Amortiguadores	X	X	X	X	
Sistema de carga y arranque					
Estado físico de baterías	X	X	X	X	Revisar condiciones de cableado, correcto ruteo, deterioro, desgaste y apriete de terminales y tierras.
Sujeción de baterías	X	X	X	X	
Terminales	X	X	X	X	
Tierras de cableado a caja de fusibles	X	X	X	X	
Cableado y conexiones de alternador	X	X	X	X	
Fugas de combustibles					
Mangueras (verificar estado y ruteo)	X	X	X	X	Inspeccionar por fisuras, falla de apriete, daños y/o deterioro.
Conexiones	X	X	X	X	
Tapones	X	X	X	X	
Válvulas	X	X	X	X	
Tanques	X	X	X	X	
Sistema de escape					
Condiciones de tubería	X	X	X	X	Inspeccionar por fisuras, falla de apriete, daños y/o deterioro.
Conexiones	X	X	X	X	
Abrazaderas	X	X	X	X	
Soportes del sistema	X	X	X	X	
Soportes					
Soportes de motor	X	X	X	X	Inspeccionar por daños, deterioro, componentes flojos o sueltos, resequeadad de gomas según corresponda.
Soporte de transmisión	X	X	X	X	
Muelle de transmisión	X	X	X	X	
Crucetas	X	X	X	X	
Bastidor					
Condición general de largueros	X	X	X	X	Inspeccionar por fisuras, tornillería floja o suelta o reemplazar.
Apriete de tornillería en general	X	X	X	X	
Fugas de aire					
Mangueras de cabina (interiores)	X	X	X	X	Inspeccionar por fisuras, falta de apriete, daños y/o deterioro.
Mangueras del motor	X	X	X	X	
Mangueras de suspensión	X	X	X	X	

Fugas de aceite					
Block del motor	X	X	X	X	Inspeccionar por fisuras, falta de apriete, daños y/o deterioro.
Mangueras del motor	X	X	X	X	
Empaques del motor	X	X	X	X	
Mangueras y depósitos de la dirección	X	X	X	X	
Carcaza de la transmisión	X	X	X	X	
Mangueras de la transmisión	X	X	X	X	
Enfriador de aceite de la transmisión	X	X	X	X	

Tareas propuestas a realizar cada 10 000 km, cada 1000, 2000 y 3000 horas como una manera de inspeccionar el estado de los sistemas y garantizar su correcto funcionamiento. Fuente: Raquel Trujillo.

Revisar los niveles de fluidos que se encuentran en cada sistema ayuda a proteger los camiones de averías, daños mecánicos e incluso accidentes, siempre y cuando estos sean inspeccionados con regularidad sin esperar una condición anormal durante la conducción. A continuación, la Tabla 4.3 detallará los fluidos a revisar.

Tabla 4.3: Verificación de niveles en diferentes sistemas del camión recolector

VERIFICACIÓN DE NIVELES	INTERVALO				COMENTARIOS
	10,000 Km	1,000 horas	2,000 horas	3,000 horas	
Aceite de la transmisión	X	X	X	X	Verificar correcto nivel de acuerdo a las especificaciones del motor.
Fluido de dirección hidráulica	X	X	X	X	
Anticongelante	X	X	X	X	
Aceite de mazas	X	X	X	X	

Fluidos que deben ser revisados bajo los parámetros de nivel impuestos por el fabricante. Fuente: Raquel Trujillo.

Cada elemento, sistema o equipo requiere de un mantenimiento determinado dependiendo de la marca, modelo y desempeño durante su funcionamiento. Para los camiones recolectores, las tareas principales de mantenimiento especializado para cada componente se han enlistado en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Actividades de mantenimiento según los componentes de cada sistema

MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO DE COMPONENTES	INTERVALO				COMENTARIOS
	10,000 Km	1,000 horas	2,000 horas	3,000 horas	
Suspensión posterior					
Revisar torque de tornillería de suspensión según el modelo de suspensión.					Ver manual de proveedor para especificación de torques.
Verificar y ajustar altura de manejo	X	X	X	X	Consultar especificación de fabricante.
Eje delantero					
Revisar presión de llantas y existencia de tapones para válvulas	X	X	X	X	
Verificar torque de tuercas de ruedas	X	X	X	X	Reapretar de ser necesario de acuerdo a la especificación del fabricante.
Verificar posición y ajuste de topes de dirección.	X	X	X	X	Ajustar de acuerdo a la especificación del fabricante.
Embrague					
Revisar y ajustar juego de pedal	X	X	X	X	Ajustar de acuerdo a la especificación del fabricante.
Sistema de frenos					
Inspeccionar espesor de pastillas	X	X	X	X	
Limpieza del sistema	X	X	X	X	
Ajuste de frenos	X	X	X	X	Ver manual de ajuste y puesta a punto de frenos de proveedor.
Revisar superficie de tambores					Cada servicio de frenos
Determinar si se requiere rectificación.	X	X	X	X	
Motor					
Revisar ajuste de bandas	X	X	X	X	Ajustar de acuerdo a la especificación del fabricante.
Transmisión					
Revisar torque de transmisión con campana de motor	X	X	X	X	Reapriete de ser necesario de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
Revisar torque de tornillería y sujeción de campana	X	X	X	X	

Sistema de arranque y carga					
Verificar caída de voltaje		X	X	X	
Prueba de alternador		X	X	X	
Prueba de baterías		X	X	X	
Revisión del cableado		X	X	X	
Sistema de enfriamiento					
Revisar concentración de refrigerante		X	X	X	No aplica para refrigerante de larga duración (rojo)
Limpieza de radiador		X	X	X	

Las tareas descritas resultan ser un poco más específicas, por lo que se las debe realizar en el tiempo indicado y con el mayor cuidado y responsabilidad posible. Fuente: Raquel Trujillo

4.2 SEGURIDAD Y CONFORMIDAD

Los incidentes que se registran dentro del área de maquinaria y equipo se reducen a una en el año 2021, siendo un caso aislado en la que el técnico operador se expuso al subir sobre el techo del camión recolector, resbalo y cayó al suelo causándole lesiones que pudieron ser evitadas reportando la actividad antes de realizarla o usando elementos de protección como un arnés. La mayoría de los incidentes que se presentan son específicos como: dedos remordidos, cortes, quemaduras y lesiones leves. Pero el descuido de los mismos puede desembocar en heridas infectadas si es que no existe equipo de protección personal que evite que el técnico permanezca en contacto directo con elementos peligrosos o ambientes de riesgo.

Las lesiones y enfermedades no necesariamente deben ser consideradas importantes a corto plazo, sino que las malas posturas o movimientos repetitivos también pueden ser causa de afecciones a largo plazo. Para evitar riesgos en el área de trabajo y conservar la salud física del técnico, el plan de mantenimiento propuesto incluye un estricto control en el uso de equipo de protección personal. Actualmente, los técnicos de planta cuentan con overol, casco, guantes y zapatos punta de acero como equipo básico de protección, pero se descuidan otros puntos críticos de la salud del trabajador como:

- Protección visual para todos los técnicos independientemente de la tarea que este desempeñando.
- Tapones auditivos en áreas como suelda, llantera y torno.

- Fajas para la espalda baja en caso de que se necesite realizar esfuerzo físico para completar con alguna tarea de mantenimiento.
- Protección respiratoria adicional a la mascarilla en secciones como torno y suelda que evite la inhalación de materiales nocivos.

Incluyendo estos equipos de protección, se proporcionará una barrera frente a distintos riesgos presentes en el área de trabajo y del mismo modo, el trabajador será resguardado en caso de un evento fortuito del que no se pueda prevenir riesgo de pérdidas a la persona.

4.3 GESTIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO

Varias de las inconformidades por parte de los conductores, tiene que ver con el descuido de sus compañeros, se deduce que son 3 conductores por camión tomando en cuenta las tres jornadas de trabajo. Si el vehículo se avería en determinado turno, lo correcto sería reportar y proceder con el mantenimiento; mas no sobre esforzarlo y dejarlo en reparación para el siguiente equipo de trabajo (próximo turno).

Para evitar la sobrecarga en el desempeño del vehículo, se propone una transferencia de responsabilidades con puntos de control en la recepción y entrega del vehículo para establecer un buen esquema de gestión, como se muestra en la Figura 4.2.



Figura 4.2. Evento de servicio. Fuente. Raquel Trujillo

Implementando este método de transferencia de responsabilidades durante el evento de servicio, podemos obtener los siguientes beneficios:

- Servicio y resultados homogéneos entre la flota vehicular
- Menor dependencia entre personal de mantenimiento
- Posibilidad de medir, evaluar y mejorar las acciones de mantenimiento.
- Asegurar la ejecución de tareas técnicas y de calidad con optimización de tiempo.

En función de garantizar el servicio, se adiciona una rúbrica o formato extra al proceso donde se evaluará las condiciones del vehículo, similar al formato de recepción. Con un proceso de respaldo en la entrega del vehículo, se conseguirá mayor control del estado del vehículo entre jornadas de trabajo y será mucho más sencillo identificar fallos a futuro en cada sistema, ya que los controles periódicos junto con este protocolo de entrega de vehículo permitirán registrar la evolución del sistema implicado a mantenimiento preventivo de esta propuesta.

CONCLUSIONES

- Varios de los camiones que se encontraban operando y ahora están en estado de paro, pueden ser integrados a la flota en estado operativo siguiendo las pautas planteadas por el plan de mantenimiento recuperando su estado operativo en un 20% además de que cada mantenimiento se ejecutará de forma óptima y en menor tiempo.
- Las prioridades que se han planteado en esta propuesta de mantenimiento tienen el fin de obtener el máximo provecho y productividad de recursos que contribuyan a un mejor desempeño de tareas de mantenimiento para evitar problemas técnicos, mecánicos y electrónicos dependiendo del sistema en cuestión.
- El plan de mantenimiento preventivo busca incorporar servicio de calidad durante el desarrollo de una tarea de mantenimiento, ya que la planificación debe ser más elaborada y completa antes de ser efectuada; además de priorizar las revisiones periódicas como una condición para identificar elementos próximos a sustitución a manera de mantenimiento correctivo programado.
- En contraste del mantenimiento preventivo actual con relación a la propuesta de mantenimiento para la flota vehicular, se puede obtener un incremento en rendimiento superior al 80% con enfoque en calidad servicio y tiempo porque dentro de los intervalos planteados por actividad, se incluye un 10 % que se puede utilizar para imprevistos e incluso para planificar la realización del próximo mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere formar un grupo de personas encargado de la planificación de actividades semanales, estas personas deberán controlar y monitorear la ejecución de las tareas de mantenimiento y también deberán estar presentes en control de calidad antes de la entrega del vehículo.
- Se recomienda estandarizar las actividades con recursos fotográficos que detallen la tarea de mantenimiento según las necesidades de cada vehículo, con esto se le dará mayor independencia al técnico en tareas de limpieza, lubricación y ajuste, porque ya no se requiere de la supervisión de personal superior durante el desarrollo del mantenimiento, sino hasta la salida y prueba de funcionamiento del vehículo.
- Diseñar un formato de entrega del vehículo al finalizar el mantenimiento como respaldo del servicio realizado para mantener el compromiso de técnicos y supervisores que sean designados como grupo de trabajo para cada vehículo, al mismo tiempo se brindará confianza al conductor sobre el funcionamiento y garantía de las acciones realizadas en la unidad de recolección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ambiente, C. d. (2017). *Capacidad y alcance EMASEO*. Quito.
- Carvajal, A. M. (12 de julio de 2018). 35 recolectores de basura fueron ‘deshuesados’. *ultimas noticias*.
- Cespedes, P., & Toro, J. (2018). *Metodologia del mantenimiento*. Merida.
- Contraloria. (2012). *Examen Especial a la unidad de gestion de bienes: movimiento de ingresos y egresos de las bodegas de respuestos y accesorios, combustibles y lubricantes*. Quito.
- Diaz Concepcion, A., Enriques Gaspar, A., & Castillo Serpa, A. (2019). Tecnología para el análisis de criticidad de los sistemas tecnológicos en empresas biofarmacéuticas. *Revista de Ingenieria Mecanica*, 1.
- EMASEO. (04 de Enero de 2019). *Informe Ejecutivo Reforma al Plan Operativo Anual 2019*. Obtenido de emaseo.gob.ec.
- Empresarial, C. d. (2021). *Tecnicas de aplicacion del mantenimiento*. Chile: Intranetcce.
- Jesus, T. (2020). Estrategia Condicional - Proactiva. En M. b. fallas. Colombia: Intranetcce.
- Lagla, A. (2022). La flota de emaseo opera al 80% de su capacidad en Quito. *El Comercio*.
- Lombo, H. (23 de Agosto de 2018). Tecnicas de medicion y control.
- Martinez, W. (2014). *Essay on Strategic planning*. . Honolulu, Hawaii: Universidad Internacional del Atlantico.
- Moubray, J. (s.f.). *Mntenimineto centrado en la confiabilidad*. Industrial Press Inc.
- Nava, J. (1992). *Teoria de mantenimineto*. Venezuela: Universidad de los Andes.
- Navas, J. (s.f.). *Teoria de mantenimiento. Fiabilidad*. Merida-Venezuela: Universidad de los Andes.
- Oxford Languages*. (16 de Mayo de 2022).
- Products, P. (2018). *Sistemas hidráulicos montados a camiones*. Tulsa, Oklahoma: Muncie.
- Quito, E. (31 de 08 de 2020). *Auditoría de Gestión a la Gerencia de Operaciones*. Quito.
- QuitoInforma. (5 de abril de 2021). Quito, Ecuador.
- SACRISTAN, R. (2019). *Manual de mantenimineto integral en la empresa*. Madrid - España: Confemetal.
- Serrano, G. (2015). *Asistencia Tecnica Industrial LTDA*. Quito: Asistencia tecnica.
- Torrealba, J. (2020). *Mantenimiento preventivo de equipo pesado movil*. Venezuela: Camara de comercio empresarial.
- Torres, X. (2019). *INFORME TECNICO TRABAJOS TALLERES*. Quito.
- UNIVERSO. (17 de 05 de 2021). *Recolección de basura en Quito con pelea entre instituciones*. Quito, Ecuador.
- Villegas. (2026). *Analisis de fallas de equipos pesados para determinar su disponibilidad en la Compañia Minera Poderosa S.A*. Lima: Universidad del Centro de Peru.

ANEXOS.

Anexo 1: Solicitud

Descripción: Documento solicita permiso para realizar proyecto técnico en la empresa metropolitana de aseo EMASEO.

Fuente: Raquel Trujillo

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

33 10159
EXT 101  CIADUENOS

025-2019-CIAUENOS

Quito, 08 de abril de 2022

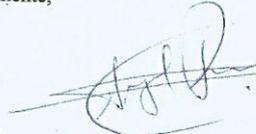
Dr. Francisco Javier Poveda Almeida
GERENTE GENERAL
EMASEO
Presente. -

De mis consideraciones:

Reciba un cordial y atento saludo de parte Ángel Paucar, director de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito campus Sur

Por medio de la presente, solicito muy amablemente la apertura para que, se le permita realizar el trabajo de titulación a la Srta. Raquel Estefanía Trujillo López con CI. 1726650284, estudiante del décimo nivel de la carrera.

Atentamente,




 25
Ing. Angel Paucar Urdialez MSc.
Director de Carrera de Ingeniería Automotriz
Tel: (02)23962893 / (02) 3962900 ext: 2701
Quito - Ecuador

GAD DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
Telefono(s): 1800 510510

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Documento No. : EMASEO-SG-2022-0857-E
Fecha : 2022-04-08 13:57:27 GMT -05

Recibido por: Ena Mireya Intriago Flor
Para verificar el estado de su documento ingrese a <https://sitio.QUITO.gob.ec>
con el usuario: "0104608724"

Sede Quito, Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde. Teléfono directo: 23962893. E-mail Dirección de Carrera: apaucar@ups.edu.ec

Anexo 2: Oficio

Descripción: Se permite el acceso a la información por parte del director de maquinaria y equipo de la empresa hacia la tesista

Fuente: Raquel Trujillo



Oficio Nro. EMASEO-DAT-2022-0080-OF

Quito, D.M., 31 de mayo de 2022

Asunto: Autorización Tesis de Srta. Raquel Trujillo

Ingeniero
Angel Geovanny Paucar Urdialez
Director de Carrera de Ingeniería Automotriz
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. EMASEO-SG-2022-0857-E, en el cual solicita que la señorita RAQUIEL TRUJILLO pueda realizar su Tesis en el área de Maquinaria y Equipo de la Empresa, al respecto, informo que ha sido autorizada, siempre y cuando la estudiante presente su Plan de Tesis Aprobado por la Universidad.

Al momento que tenga los documentos, deberá acercarse a la Unidad de Administración de Talento Humano, con la finalidad de realizar un Convenio de Tesis con la estudiante, luego de la firma del mismo, la señorita Trujillo podrá proceder con el desarrollo de Tesis en la Institución.

Adicionalmente, le comunico que toda la información que requiera la señorita Trujillo, deberá coordinarla con el Ing. Giovanny Chiluita, Director de Maquinaria y Equipo, quien es la única persona autorizada para poder brindarle información.

Al finalizar la Tesis, la señorita Trujillo deberá entregar el resultado del estudio a EMASEO EP.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Mgs. Hernán Santiago Lascano Piedra
DIRECTOR ADMINISTRATIVO Y DE TALENTO HUMANO
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE ASEO - DIRECCIÓN
ADMINISTRATIVA Y DE TALENTO HUMANO



Oficio Nro. EMASEO-DAT-2022-0080-OF

Quito, D.M., 31 de mayo de 2022

Referencias:

- EMASEO-SG-2022-0857-E

Anexos:

- 1 FOJA ÚTIL

Copia:

Señor

Romie Fernando Villacis Porras

Líder de Administración de Talento Humano

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE ASEO - ADMINISTRACIÓN DE TALENTO HUMANO

Señora Licenciada

Ruth Giovanna Naranjo Estrella

Analista de Desarrollo de Talento Humano

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE ASEO - DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO

Señor Ingeniero

Vinicio Giovanny Chiluza Zapata

Director de Maquinaria y Equipo

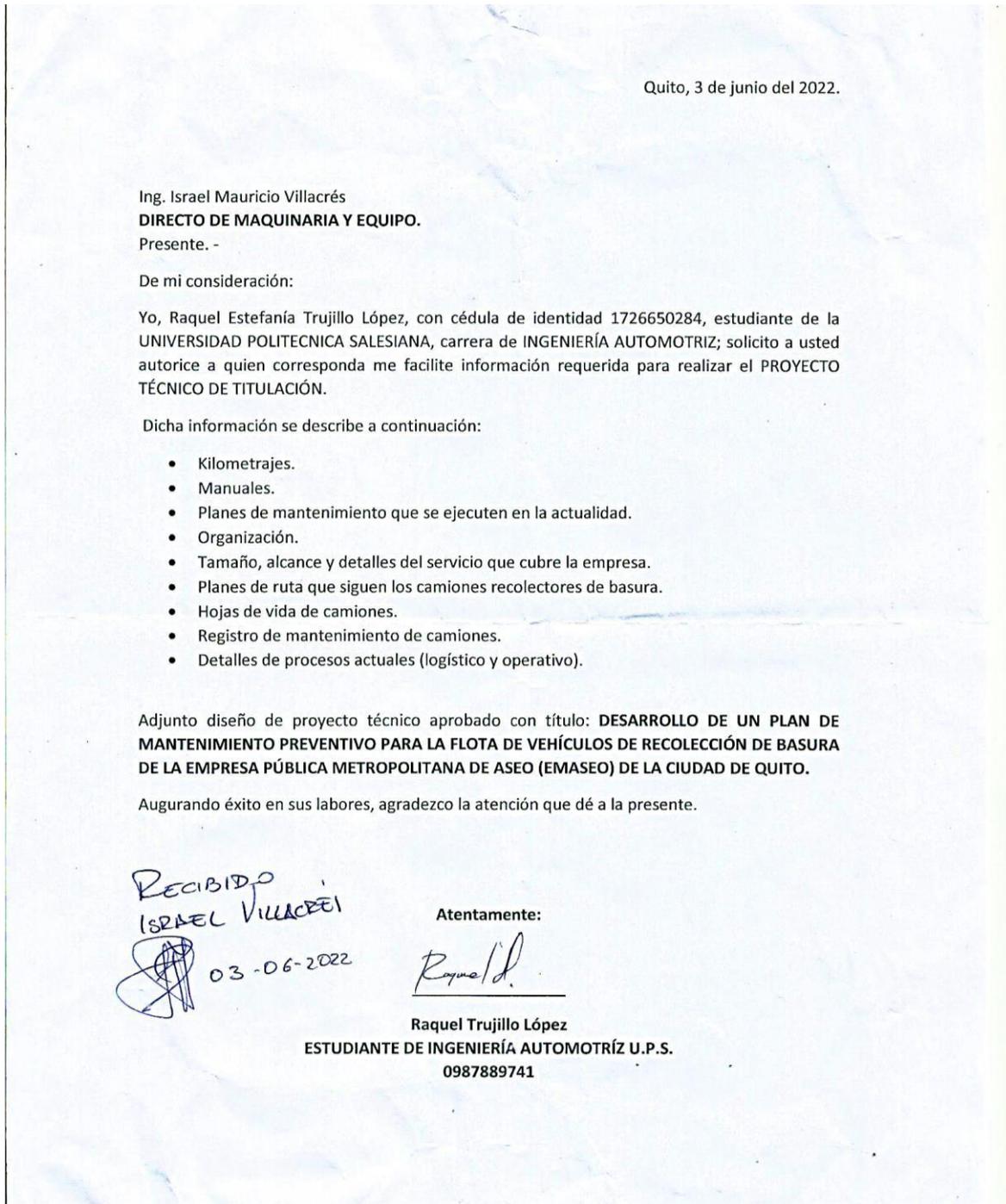
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE ASEO - DIRECCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO



Anexo 3: Solicitud

Descripción: Primera solicitud de información.

Fuente: Raquel Trujillo



Anexo 4: Acta de recepción - entrega

Descripción: Documento detalla salida de material que se usó para el desarrollo de esta tesis

Fuente: Raquel Trujillo

Empresa Pública Metropolitana EMASEO EP		ACTA DE RECEPCION – ENTREGA DIRECCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO
--	--	--

QUITO, miércoles, 8 de junio de 2022 17:17:39

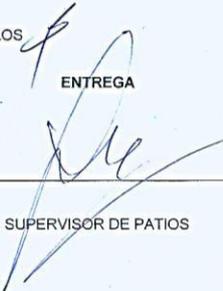
POR MEDIO DE LA PRESENTE SE REALIZA LA ENTREGA DE LA SIGUIENTE DOCUMENTACION A LA SRTA RAQUEL TRUJILLO

MATERIAL PARA ELABORACION DE TESIS INGENIERIA AUTOMOTRIZ

CANT	DETALLE	CODIGO
1	CD MANUAL DE PARTES DAF	NUEVO
1	CARNET DE MANTENIMIENTO KENWORTH	NUEVO
1	MANUAL DE INSTRUCCIONES DAF CF 75 / CF 85	NUEVO
1	MANUAL DE PARTES Y PIEZAS TRANSFLIFT DAF CF 75	NUEVO
1	MANUAL DE MANTENIMIENTO CARGA LATERAL THEMAC	NUEVO

OBSERVACION :
DOCUMANTACION NECESARIA PARA ELABORACION DE TESIS

APROBADO POR: ING. JAVIER CEVALLOS


ENTREGA

SUPERVISOR DE PATIOS

RECIBE


RAQUEL TRUJILLO
UPS

Anexo 5: Solicitud

Descripción: Segunda solicitud de información.

Fuente: Raquel Trujillo

Quito, 7 de julio del 2022.

Ing. Israel Villacres
Director de Maquinaria y Equipo.
Presente.

Yo, Raquel Estefanía Trujillo López con N° de cedula 1726650284, en calidad de tesista autorizada desde el 31 de mayo del presente año, solicito información específicamente para camiones de recolección de carga frontal, lateral y posterior en el periodo febrero - junio:

- Ruñas y frecuencia de servicio que cubren los camiones.
- Cronograma de plan de mantenimiento vigente.
- Inventario de insumos y repuestos utilizados en Excel.
- Datos registrados en Excel sobre el consumo en insumos y repuestos.
- Frecuencia de reposición de repuestos y recarga de insumos en Excel.
- Flujograma vigente para recepción de insumos y repuestos.
- Número de camiones con lo que se inició el año 2022 y sus especificaciones (marca, modelo, año de compra y frecuencia de revisión técnica vehicular)
- Número de camiones que continúan operativos y sus kilometrajes.
- Hojas de vida de camiones.
- Numero de ordenes de trabajo relacionadas con sistemas principales (motor, sistema eléctrico, electrónico, transmisión, suspensión, dirección, frenos y sistema aliado).
- Flujograma del proceso que se realiza tras emitir una orden de trabajo.
- Registro de órdenes de trabajo que ingresaron, cuantas de ellas cerraron su proceso y cuantas quedaron pendientes.
- Informe de actividades frecuentes que se realizan en camiones que ingresan a patio para mantenimiento.
- Numero de técnicos activos por turno
- Numero de horas laborables al mes
- Costos fijos (arriendo, nomina, afiliación de trabajadores, servicios básicos, publicidad, insumos de taller y oficina, transportes de trabajadores).
- Costos variables (personal técnico, reserva legal, otros)

Augurando éxitos en su labor, agradezco la atención que dé a la presente y espero su pronta respuesta.

Atentamente,


Raquel Trujillo
1726650284

Recibido
11-07-2022
Israel V.
16:30

Anexo 6: Disponibilidad de la flota en enero 2022

Descripción: Se detalla modelo, marca y estado de los camiones recolectores a inicios del 2022.

Fuente: EMASEO EP

NO.	MODELO	MARCA	AÑO	TIPO	DISCO	NO. PLACA	ESTADO
6	CHASIS CABINADO C4900 6X4	INTERNATIONAL	2002	Carga Posterior	30-100	U00055688	PARADA
2	CHASIS CABINADO C4900 6X4	INTERNATIONAL	2002	Carga Posterior	30-105	PMA7032	PARADA
19	T370	KENWORTH	2009	Carga Posterior	30-114	G00789558	EXTERNO
20	T370	KENWORTH	2009	Carga Posterior	30-115	G00789561	OPERATIVA
21	T370	KENWORTH	2009	Carga Posterior	30-116	PMA3065	PARADA
42	T 370 4X2 METROPACK	KENWORTH	2010	Carga Posterior	30-117	PMA3028	PARADA
51	T 370 4X2 METROPACK	KENWORTH	2010	Carga Posterior	30-118	PMF778	PARADA
43	T 370 4X2 METROPACK	KENWORTH	2010	Carga Posterior	30-119	PMA4523	PARADA
44	T 370 4X2 METROPACK	KENWORTH	2010	Carga Posterior	30-121	T00853401	PARADA
47	T 370 4X2 METROPACK	KENWORTH	2010	Carga Posterior	30-124	PMF781	PARADA
48	T 370 4X2 METROPACK	KENWORTH	2010	Carga Posterior	30-125	PMA3200	PARADA
10	FM1JLUD	HINO	2010	Carga Posterior	30-132	PMA3078	PARADA
16	GH1JGDUD	HINO	2010	Carga Posterior	30-142	PMA3093	SINIESTRO
17	GH1JGDUD	HINO	2010	Carga Posterior	30-143	PMA3092	PARADA
36	T370 RECOLECTOR R 25YDS	KENWORTH	2011	Carga Posterior	30-146	PMA3050	PARADA
41	T370 RECOLECTOR R 20YDS	KENWORTH	2014	Carga Posterior	30-151	PMA7230	OPERATIVA
24	T370 RECOLECTOR R AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-153	PMA7394	OPERATIVA

25	T370 RECOLECTO R AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-154	PMA7388	OPERATIVA
26	T370 RECOLECTO R AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-155	PMA7393	OPERATIVA
27	T370 RECOLECTO R AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-156	PMA7392	PARADA
29	T370 RECOLECTO R AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	KENWORTH	2016	Carga Posterior	30-158	PMA7395	PARADA
52	KW55 RECOLECTO R AC 6.7 2P 4X2 TM	KENWORTH	2018	Carga Posterior	30-160	PMA7752	PARADA
53	KW55 RECOLECTO R AC 6.7 2P 4X2 TM	KENWORTH	2018	Carga Posterior	30-161	PMA7753	OPERATIVA
9	KW55 RECOLECTO R AC 6.7 2P 4X2 TM	KENWORTH	1998	Carga Posterior	30-162	30162	OPERATIVA
7	CHASIS CABINADO C4700 4X2	INTERNATIONAL	2002	Carga Posterior	30-90	U00022279	PARADA
131	MR 688S	MACK / HARDOX	2008	Carga Frontal	41-13	PMA3083	PARADA
134	MR 688S	MACK / HARDOX	2008	Carga Frontal	41-16	PMF782	PARADA
130	L700 RECOLECTO R AC 10,8 2P 6X4 TM DIESEL	KENWORTH	2014	Carga Frontal	41-18	PMA7968	PARADA
126	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM DIESEL	DAF	2016	Carga Frontal	41-19	PMA7115	PARADA
127	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM DIESEL	DAF	2016	Carga Frontal	41-20	PMA7116	PARADA

128	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM DIESEL	DAF	2016	Carga Frontal	41-21	PMA7557	PARADA
129	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM DIESEL	DAF	2016	Carga Frontal	41-22	G01789029	PARADA
198	AXOR 2628 K	MERCEDES BENZ	2012	Carga Lateral	44-01	PMA4543	PARADA
199	AXOR 2628 K	MERCEDES BENZ	2012	Carga Lateral	44-03	PMA4545	PARADA
203	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM	DAF	2016	Carga Lateral	44-07	PMA7097	PARADA
204	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM	DAF	2016	Carga Lateral	44-09	PMA7108	PARADA
205	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM	DAF	2016	Carga Lateral	44-10	PMA7109	PARADA
208	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM	DAF	2016	Carga Lateral	44-15	PMA7100	PARADA
209	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM	DAF	2016	Carga Lateral	44-17	PMA7104	PARADA
201	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM	DAF	2016	Carga Lateral	44-18	PMA7113	PARADA

Anexo 7: Evidencia

Descripción: Visita para recolección de información para proyecto técnico

Fuente: Raquel Trujillo



Anexo 8: Orden de trabajo de mantenimiento

Descripción: Ejemplo de orden de mantenimiento para recolector de carga frontal.

Fuente: EMASEO EP

EMASEO EP		EMASEO EP		R.U.C 1768155310001	
O.T. MANTENIMIENTO					
Nro.OT	000000033266	CERRADO [19/11/2019 21:39]			
Información					
R.U.C / C.I	1768155310001	Razón Social	EMASEO	Dirección	AV.MARISCAL SUCRE
E-mail	DSAISWEB@EMASEO.GOB.EC	Teléfono	023310159		
Información del Equipo					
Nro. Disco	41-21	No.Placa	PMA7557	Año Fabricación	2016
Tipo Equipo	RECOLECTORES CARGA FRONTAL	Marca	DAF	Modelo	CF85-FAT AC 12,9 2P 6X4 TM DIESEL
No.Motor	A218652				
Trabajo a Realizar					
Tip.Mantenimiento	PREVENTIVO	Condición Mto.	MANTENIMIENTO		
DIAGNOSTICO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CONECTAR PITO ELECTRICO - 41-21 (81997 KM)				
Ejecución Estimada					
Prioridad	NORMAL	Kilometraje Actual	0	Proxima Revisión	
Fecha de Ejecución	19/11/2019	Fecha de Entrega	19/11/2019	Días de Ejecución	001
Cantidad	Descripción	His.Uso			
1,00	[1110133] MANO DE OBRA *	[can:1] *25/10/2019* OT:32150; [can:1] *25/10/2019* OT:32155; [can:1] *23/10/2019* OT:32047; [can:1] *12/10/2019* OT:31590; [can:1] *10/10/2019* OT:31512; [can:1] *02/10/2019* OT:31192; [can:1] *02/10/2019* OT:30521; [can:1] *14/09/2019* OT:29384			
9,00	[03LUB10004] ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR A DIESEL EGR SAE 15W40	S/D			
1,00	[13REP240286] FILTRO CENTRIFUGO DE ACEITE 1526711;CS41008 P/C.FRONTAL CF85-DAF	S/D			
2,00	[13REP240287] FILTRO RACCOR DE COMBUSTIBLE PU966/1X;1532480; A-161221 P/DAF-CF75;CF85-DAF;C.LATER	S/D			
1,00	[13REP240289] FILTRO DE COMBUSTIBLE - SEPARADOR DE AGUA FG FS19769FLG P/ C.FRONTAL CF85-DAF; C.LATERALCF	S/D			
1,00	[13REP240328] FILTRO DE ELEMENTO ACEITE HU12103XP/ DAF CF	S/D			
Observaciones:			CheckList Vehicular		
Responsables			CHOFER	1704878097 HIDALGO ANALICA CARLOS GUILLERMO [255]	
Elaborado por: WILLIAM GERMAN RIVERA VINUEZA			Cerrado por: FREDDY EDUARDO ARIAS NARANJO		
MEC.:KLEBER OSWALDO HOYOS ROMAN			Supervisor: TORRES TOLEDO XAVIER LIZANDRO		
MEC.: ANGEL ERNESTO CALZA CARUA			Compras-Transito		

Anexo 9: Orden de trabajo de mantenimiento

Descripción: Ejemplo de orden de mantenimiento para recolector de carga lateral.

Fuente: EMASEO EP

EMASEO EP		EMASEO EP		R.U.C 1768155310001	
O.T. MANTENIMIENTO					
Nro.OT	000000044386	CERRADO [06/08/2020 21:54]			
Información					
R.U.C / C.I	1768155310001	Razón Social	EMASEO	Dirección	AV.MARISCAL SUCRE
E-mail	DSAISWEB@EMASEO.GOB.EC	Teléfono	023310159		
Información del Equipo					
Nro. Disco	44-10	No.Placa	PMA7109	Año Fabricación	2016
Tipo Equipo	RECOLECTORES CARGA LATERAL	Marca	DAF	Modelo	CF75-FAS AC 9.2 2P 6X2 TM
No.Motor	1033057				
Trabajo a Realizar					
Tip.Mantenimiento	PREVENTIVO	Condición Mto.	MANTENIMIENTO		
DIAGNOSTICO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO (141046 KM) 44-10				
Ejecución Estimada					
Prioridad	NORMAL	Kilometraje Actual	1	Proxima Revisión	
Fecha de Ejecución	06/08/2020	Fecha de Entrega	06/08/2020	Dias de Ejecución	001
Cantidad	Descripción	Hís.Uso			
1,00	[1110133] MANO DE OBRA *	[can:1] *05/08/2020* OT:44331; [can:1] *05/08/2020* OT:44310; [can:1] *04/08/2020* OT:44261; [can:1] *04/08/2020* OT:44250; [can:1] *03/08/2020* OT:44233; [can:1] *03/08/2020* OT:44219; [can:1] *02/08/2020* OT:44186; [can:1] *01/08/2020* OT:44174			
8,00	[03LU8110004] ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR A DIESEL EGR SAE 15W40	S/D			
1,00	[13REP240282] FILTRO CENTRIFUGO DE ACEITE 1397765;1376481;C541001 PAC /DAF CF75	S/D			
1,00	[13REP240285] FILTRO ELEMENTO DE ACEITE DF 1948921PE; LF-16232; HJ1297X; 1397765 CARGA LATERAL CF75 DAF	S/D			
1,00	[13REP240287] FILTRO RACCOR DE COMBUSTIBLE PU966/1X;1532480; A-161221 P/DAF-CF75;CF85-DAF;CLATER	S/D			
1,00	[13REP240289] FILTRO DE COMBUSTIBLE - SEPARADOR DE AGUA FG FS19769FLG P/ C.FRONTAL CF85-DAF; CLATERALCF	S/D			
1,00	[13REP240290] FILTRO DE AIRE 1536226;1657522;AF-25976 CLATERAL CF75-DAF	S/D			
Observaciones:		CheckList Vehicular			
Responsables		CHOFER	1714779251 ARIAS NARANJO FREDDY EDUARDO [2479]		
Elaborado por: LUIS FERNANDO QUILUMBA PILLAJO		Cerrado por: FREDDY EDUARDO ARIAS NARANJO			
MEC.:LEANDRO DAVID MAJLA GONZALEZ		Supervisor: ARIAS NARANJO FREDDY EDUARDO			
MEC.: EDISON PAUL GUAMANTICA COLLAGUAZO		Compras-Transito			

Anexo 10: Orden de trabajo de mantenimiento

Descripción: Ejemplo de orden de mantenimiento para recolector de carga posterior.

Fuente: EMASEO EP

EMASEO EP		EMASEO EP		R.U.C 1768155310001			
O.T. MANTENIMIENTO				Impresión:08/06/2022 16:50:31			
Nro.OT	000000034399	CERRADO [13/12/2019 21:47]					
Información							
R.U.C / C.I	1768155310001	Razón Social	EMASEO	Dirección	AV.MARISCAL SUCRE		
E-mail	DSALSWEB@EMASEO.GOB.EC	Teléfono	023310159				
Información del Equipo							
Nro. Disco	30-154	No.Placa	PMA7388	Año Fabricación	2016	Color	BLANCO
Tipo Equipo	RECOLECTORES CARGA POSTERIOR		Marca	KENWORTH	Modelo	T370 RECOLECTOR AC 8,3 2P 4X2 TM DIESEL	
No.Motor	73801569						
Trabajo a Realizar							
Tip.Mantenimiento	CORRECTIVO		Condición Mto.	MANTENIMIENTO			
DIAGNOSTICO	MANTENIMIENTO MOTOR; CAMBIO ACEITE Y FILTRO MOTOR						
Ejecución Estimada							
Prioridad	NORMAL		Kilometraje Actual	0		Proxima Revisión	
Fecha de Ejecución	13/12/2019		Fecha de Entrega	13/12/2019		Días de Ejecución	001
Cantidad	Descripción					His.Uso	
1,00	(1110133) MANO DE OBRA *					[can:1] *12/12/2019* OT:34344; [can:1] *12/12/2019* OT:34332; [can:1] *06/12/2019* OT:34089; [can:1] *04/12/2019* OT:33720; [can:1] *01/12/2019* OT:33848; [can:1] *28/11/2019* OT:33719; [can:1] *28/11/2019* OT:33693; [can:1] *27/11/2019* OT:33553	
1,00	(03LUB400002) REFRIGERANTE ANTIOXIDANTE					S/D	
5,50	(03LUB110004) ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR A DIESEL EGR SAE 15W40					S/D	
1,00	(13REP240144) FILTRO DE ACEITE LF-9009 P/KW					S/D	
Observaciones:			CheckList Vehicular				
Responsables			CHOFER	1719747246 MELO CHAGUEZA JAIRO TOMAS [1010]			
Elaborado por: CARLOS HUMBERTO CAICEDO ALVERCA			Cerrado por: FREDDY EDUARDO ARIAS NARANJO				
MEC.:LUIS FERNANDO FONSECA PAEZ			Supervisor: CAICEDO ALVERCA CARLOS HUMBERTO				
Compras-Transito							

Anexo 11: Plan operativo anual consolidado

Descripción: Se puede observar que no se detalla valor planificado para renovación y recuperación de la flota vehicular.

Fuente: Plan operativo anual 2019.

PLAN OPERATIVO ANUAL CONSOLIDADO - 2019 MI CIUDAD			
PROYECTO	PRODUCTO	MACRO ACTIVIDAD	VALOR PLANIFICADO
Gestión Administrativa			
	Bienes y servicios administrativos		
		Provisión de bienes y servicios administrativos	14.776.669,98
		Contingentes Judiciales	3.519.134,39
Gestión del Talento Humano			
	Nómina personal Administrativo y Operativo		
		Jubilaciones y Transferencias Solidarias	2.495.758,28
		Nómina Personal ADMINISTRATIVO	5.355.898,68
		Nómina Personal OPERATIVO	17.798.302,93
Mejoramiento de los Servicios de Aseo			
	Gestión del Servicio de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos RSU		
		Operación de los Servicios de aseo	5.389.696,74
	Gestión para la optimización de los servicios de aseo		
		Renovación de la flota	-
		Recuperación de la flota	-
	Gestión del Servicio de Recolección Diferenciada		
		Operación de los Servicios de Recolección diferenciada	70.000,00
	Infraestructura de Aseo		
		Ejecución de la obra de la Planta de Tratamiento la Occidental	328.298,87
			49.733.759,87

Anexo 12: Plan de mantenimiento preventivo 2022

Descripción: Tareas de mantenimiento preventivo planteadas por dirección de maquinaria y equipo.

Fuente: Aspectos general del plan de mantenimiento preventivo anual 2022



Se sugiere que se incluya en el POA el proceso de reparación y/o sustitución de frenos de vehículos.

Dependiendo del servicio que presta cada vehículo de la flota de EMASEO se presenta el plan de mantenimiento preventivo.

TIPO DE VEHICULO	TAREAS	FRECUENCIA					ANUAL O 60.000 KM
		DIARIO	5.000 KM	10.000 KM	20.000 KM	SEMESTRAL	
RECOLECTOR DE CARGA POSTERIOR	Lavado	X					
	Engrase de equipo aliado	X					
	Engrase de chasis		X				
	Cambio de aceite y filtros		X				
	Limpieza y regulación de frenos		X				
	Cambio de filtros de aire y combustible			X			
	Limpieza, revisión de pastillas y zapatas			X			
	Rotación de neumáticos			X			
	Diálisis del equipo aliado				X		
	Revisión del filtro secador de aire				X		
	Revisión de tambores posteriores, mangueras y sistema hidráulico				X		
	Revisión de mangueras				X		
	Limpieza del tanque de combustible					X	
	Revisión de sistema de inyección, turbo y bomba de combustible					X	
	Revisión de embrague					X	
	Revisión de Chasis y suspensión					X	
	Cambio de aceite de transmisión						X
Revisión y cambio de aceite de equipo aliado						X	



TIPO DE VEHICULO	TAREAS	DIARIO	5.000 KM	10.000 KM	20.000 KM	SEMESTRAL	ANUAL 60.000 KM
RECOLECTOR DE CARGA FRONTAL	Lavado	X					
	Engrase de equipo aliado	X					
	Engrase de chasis		X				
	Cambio de aceite y filtros		X				
	Limpieza y regulación de frenos		X				
	Cambio de filtros de aire y combustible			X			
	Limpieza, revisión de pastillas y zapatas			X			
	Rotación de neumáticos			X			
	Diálisis del equipo aliado				X		
	Revisión del filtro secador de aire				X		
	Revisión de tambores posteriores, mangueras y sistema hidráulico				X		
	Revisión de mangueras				X		
	Limpieza del tanque de combustible					X	
	Revisión de sistema de inyección, turbo y bomba de combustible					X	
	Revisión de embrague					X	
	Revisión de Chasis y suspensión					X	
	Cambio de aceite de transmisión						X
Revisión y cambio de aceite de equipo aliado						X	

RECOLECTOR DE CARGA LATERAL	Lavado	X					
	Engrase de equipo aliado	X					
	Engrase de chasis		X				
	Cambio de aceite y filtros		X				
	Limpieza y regulación de frenos		X				
	Cambio de filtros de aire y combustible			X			
	Limpieza, revisión de pastillas y zapatas			X			
	Rotación de neumáticos			X			
	Diálisis del equipo aliado				X		
	Revisión del filtro secador de aire				X		
	Revisión de tambores posteriores, mangueras y sistema hidráulico				X		
	Revisión de mangueras				X		
	Limpieza del tanque de combustible					X	
	Revisión de sistema de inyección, turbo y bomba de combustible					X	
	Revisión de embrague					X	
	Revisión de Chasis y suspensión					X	
	Cambio de aceite de transmisión						X
Revisión y cambio de aceite de equipo aliado						X	