



TESIS PROFESIONAL

**Plan de mantenimiento preventivo
a la flotilla de taxis de la empresa
Satelitaxi**



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación

SEMSys
Subsecretaría de Educación
Media Superior y Superior



DET
Secretaría de Educación
Terciaria y Superior
de Veracruz



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA FLOTILLA DE TAXIS DE LA EMPRESA SATELITAXI

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MARTÍNEZ
DE LA TORRE

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL

TÍTULO DE:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

Presenta:

JESÚS MIRANDA CASTRO

Asesor:

M.I.I. CÉSAR ARGÜELLES LÓPEZ

Martínez de la Torre, Veracruz. Abril, 2021.

FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA		
Estudiante		
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)
Miranda Castro Jesús		
No. de control: 160I0117		
Carrera: Ingeniería en Mecatrónica		
Correo: 160I0117@tecmartinez.edu.mx		
Asesor(es) y/o colaboradores ITSMT		
M.I.I. César Argüelles López		
Datos del lugar donde se desarrolló el proyecto		
Nombre o razón social		
Satelitaxi S.C.		
Dirección (calle, número, colonia, ciudad, código postal)		
Joaquín Herrera, # 96, Melchor Ocampo, 93 603, Martínez de la Torre, Veracruz.		
Asesor externo: C. Alberto Villa Andrade		
Departamento: Administración		
Cargo: Secretario de finanzas		
Correo: satelitaxi@gmail.com		
Teléfono y extensión: 2323242679		

FORMATO DE LIBERACIÓN DEL PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL

	Liberación del Proyecto para Titulación Integral	Página 1 de 1
---	--	---------------

Martínez de la Torre, Ver. a 11 de junio de 2021

C. DR. FROYLAN ROSALES MARTÍNEZ
JEFE(A) DE DEPTO. SERVICIO SOCIAL Y
RESIDENCIAS PROFESIONALES
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MARTÍNEZ DE LA TORRE
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del estudiante:	Jesús Miranda Castro		
Carrera:	Ingeniería en Mecatrónica	No. De control:	16010117
Nombre Proyecto:	Plan de mantenimiento preventivo a la flotilla de taxis de la empresa Satelitaxi		
Opción Titulación:	Tesis		

Agradezco su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados(as).



A T E N T A M E N T E

JEFATURA DE CARRERA
ING. MECATRÓNICA


Ing. Hernet Bautista Ruiz
Jefatura de División de la Carrera de
Ingeniería Mecatrónica


M.I. César Argüelles
López
ASESOR


Ing. José Manuel Lázaro
Vázquez
REVISOR*


Ing. José Antonio de la
Rosa González
REVISOR*

C.c.p Estudiante.
C.c.p. Archivo.

F-11-07
Rev. 1

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE TESIS EN SOPORTE DIGITAL

	Carta de Autorización de Entrega de Tesis en Soporte Digital	Página 1 de 1
---	--	---------------

No. de Oficio: DET/ITSMT/DA/IMT/027/2021

ASUNTO: Autorización de entrega

Martínez de la Torre, Ver., a 12 de Julio de 2021.

C. JESÚS MIRANDA CASTRO
No DE CONTROL 16010117
EGRESADO (A) DE LA CARRERA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
P R E S E N T E

Por medio de la presente hago constar que ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el Lineamiento para la Titulación Integral.

Por tal motivo se autoriza la entrega de la Tesis en soporte digital titulada:

Plan de mantenimiento preventivo a la flotilla de taxis de la empresa Satelitaxi

Dándose un plazo máximo de 30 días naturales a partir de la fecha de la expedición de la presente para realizar la solicitud del Acta de Recepción para la obtención del Título Profesional.



A T E N T A M E N T E

JEFATURA DE CARRERA
ING. MECATRÓNICA

M.R. y T. Víctor Guillermo Asad Zetina
Presidente de Academia de
Ingeniería Mecatrónica

Ing. Hernet Bautista Ruiz
Jefe (a) de Carrera de
Ingeniería Mecatrónica

C.c.p. División de Estudios Profesionales
C.c.p. Archivo

F-11-09
Rev. 1

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios, ya que me dio la fortaleza y determinación para alcanzar mis objetivos y a mis padres, ya que gracias a su apoyo todo esto fue posible.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el apoyo que siempre me han brindado y por darme el ejemplo de que con esfuerzo puedes salir adelante y lograr lo que te propongas.

A mi asesor, M.I.I. César Argüelles López por apoyarme durante el transcurso de la carrera y en la realización del proyecto.

Al presidente y representante legal de la empresa, C. Antonio Alemán Bravo por darme la oportunidad de realizar la residencia profesional dentro de la empresa Satelitaxi S.C.

Al contador C. Alberto Villa Andrade, por el apoyo que me brindó durante el periodo de residencia.

A mi amigo Luis Alfredo Aquino Hernández, quien me brindó su amistad y apoyo durante la estadía dentro de la empresa, ya que, gracias a él pude conocer la importancia de la mecánica automotriz.

A los miembros de la empresa Satelitaxi S.C., por brindarme su amistad y apoyo durante el transcurso de la residencia.

A los docentes del ITSMT, por brindarme su apoyo durante el transcurso de la carrera y por siempre motivarme a salir adelante.

RESUMEN

El presente trabajo tiene el objetivo de generar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a la flotilla de taxis de la empresa Satelitaxi S.C., con el objetivo de que las unidades con las que la empresa cuenta, se mantengan en buenas condiciones, mejorando la calidad del servicio prestado, ya que actualmente se realizan en su mayoría actividades correctivas, las cuales generan mayores costos. A partir del análisis del diagnóstico obtenido de la aplicación del diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa y la metodología AMEF, se obtuvieron las fallas que se presentan con mayor frecuencia y que tienen mayor impacto en el funcionamiento del vehículo, en base a estas se desarrolló el plan de mantenimiento preventivo para los vehículos, en el cual se programaron las actividades de acuerdo al kilometraje recorrido por el vehículo y una aproximación del tiempo que este tarda en recorrerlo, con una periodicidad de 3 años. Además de la elaboración de un manual en el que describen los procedimientos para realizar las actividades más frecuentes y los métodos de seguridad adecuados de acuerdo al tipo de vehículo. Finalmente se determinó mediante un análisis de costo/presupuesto que un plan de mantenimiento preventivo permite reducir los costos de la empresa, ya que, al fallar un componente, se generarán otros problemas en el vehículo, como el mal funcionamiento y daño en otros componentes, generando gastos innecesarios y poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios, esto podrá evitarse con la revisión periódica del vehículo y el reemplazo oportuno de dichos componentes.

Palabras Clave: *plan, mantenimiento, preventivo, vehículos, calidad, seguridad.*

ABSTRACT

The present work has the objective of generating a proposal for a preventive maintenance plan for the fleet of taxis of the company Satelitaxi S.C., with the objective that the units that the company has, are kept in good condition, improving quality of the service provided, since currently, the majority of corrective activities are carried out, which generate higher costs. From the analysis of the diagnosis obtained from the application of the Pareto diagram, the Ishikawa diagram and the FMEA methodology, the failures that occur most frequently and that have the greatest impact on the operation of the vehicle were obtained, based on these developed the preventive maintenance plan for the vehicles, in which the activities were programmed according to the mileage traveled by the vehicle and an approximation of the time it takes to travel it, with a periodicity of 3 years. In addition to the preparation of a manual in which they describe the procedures to carry out the most frequent activities and the appropriate security methods according to the type of vehicle. Finally, it was determined through a cost/budget analysis that a preventive maintenance plan allows the company's costs to be reduced, since when a component fails, other problems will be generated in the vehicle, such as malfunction and damage to other components. generating unnecessary expenses and putting the safety of users at risk, this can be avoided with the periodic inspection of the vehicle and the timely replacement of said components.

Keywords: *plan, maintenance, preventive, vehicles, quality, safety.*

ÍNDICE GENERAL

FICHA TÉCNICA	I
FORMATO DE LIBERACIÓN DEL PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL	II
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE TESIS EN SOPORTE DIGITAL	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Descripción de la empresa	2
1.1.1 Datos de la empresa.....	2
1.1.2 Descripción del área	3
1.1.2.1 Vehículos disponibles	4
1.1.2.2 Inventario	5
1.2 Descripción del problema	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación	7
1.5 Hipótesis	7
1.6 Alcances y limitaciones	7
1.6.1 Alcances	7
1.6.2 Limitaciones	7
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL.....	8
2.1 Estado del arte.....	8
2.1.1 Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG.....	8

2.1.2 Propuesta de un plan de mantenimiento de la flota de taxis Hyundai Atos de la empresa ADMITAXI S.A.S.....	9
2.1.3 Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de Cañar.....	11
2.2 Marco teórico.....	12
2.2.1 Tipos de mantenimiento.....	12
2.2.1.1 Preventivo.....	13
2.2.1.2 Correctivo.....	14
2.2.2 Sistemas de un automóvil.....	15
2.2.2.1 Sistema del motor.....	15
2.2.2.2 Sistema de transmisión.....	19
2.2.2.3 Sistema de frenado.....	20
2.2.2.4 Sistema de eléctrico/electrónico.....	21
2.2.2.5 Sistema de dirección.....	22
2.2.2.6 Sistema de refrigeración.....	24
2.2.2.7 Carrocería y chasis.....	25
2.2.3 NOM-025-STPS-2008 (Condiciones de iluminación en los centros de trabajo).....	26
2.2.4 NOM-026-STPS-2008 (Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías).....	27
CAPÍTULO 3. DESARROLLO.....	28
3.1 Diagnóstico.....	28
3.1.1 Acciones realizadas.....	28
3.1.2 Diagrama de Pareto.....	28
3.1.3 Diagrama de Ishikawa.....	30
3.1.4 AMEF´S.....	32
3.1.4.1 Sistema del motor.....	32
3.1.4.2 Sistema de transmisión.....	33
3.1.4.3 Sistema de frenado.....	34
3.1.4.4 Sistema eléctrico/electrónico.....	36
3.1.4.5 Sistema de dirección.....	37

3.1.4.6 Sistema de suspensión.....	37
3.1.4.7 Sistema de refrigeración.....	38
3.1.4.8 Carrocería y chasis	39
3.2 Formatos	40
3.2.1 Formato general para el registro de las actividades	41
3.2.2 Formato de checklist de servicio para afinación básica	41
3.2.3 Formato de checklist de servicio para afinación completa	42
3.2.4 Formato de checklist de servicio por deficiencia del sistema de frenado	43
3.2.5 Formato de checklist de servicio por detección de vibración y ruidos extraños.....	44
3.2.6 Formato de oficio	45
3.2.7 Formato de correo electrónico.....	46
3.2.8 Formato de memoria fotográfica.....	47
3.3 Instalación eléctrica	48
3.3.1 Iluminación.....	50
3.3.1.1 Calculo de luminosidad.....	51
3.3.1.2 Colocación de luminarias	52
3.3.1.3 Costo de la instalación	53
3.4 Líneas.....	55
3.5 Costos y presupuestos	56
3.5.1 Costos por mano de obra.....	56
3.5.2 Costos por equipos y herramientas.....	58
3.5.3 Costos por accesorios y consumibles	62
3.5.4 Costos por equipo de protección personal.....	63
3.5.5 Costos por salario y suministros.....	64
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	65
4.1 Plan de acción	65
4.2 Programación de actividades	66
4.3 Procedimiento administrativo para las actividades de mantenimiento	66
4.3.1 Costo total del mantenimiento	67
CONCLUSIONES	69

RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	72
ANEXO 1. INVENTARIO	74
ANEXO 2. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	75
ANEXO 3. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la empresa Satelitaxi S.C. (Michelin, 2020).	2
Figura 1.2 Dimensiones del taller mecánico de la empresa Satelitaxi S.C. (Elaboración propia).	3
Figura 1.3 Tarjeta de presentación de Satelitaxi (Satelitaxi.S.C., 2021).....	5
Figura 2.1. Ficha técnica de la unidad GVL-3233 (Padilla, 2012).....	11
Figura 2.2. Tipos de mantenimiento (Elaboración propia).....	13
Figura 2.3. Partes del motor a gasolina (Toyota, 1996).	16
Figura 2.4. Sistema de admisión y escape (Chirinos, 2018).	17
Figura 2.5. Sistema de distribución (Toyota, 1996).	18
Figura 2.6. Sistema de lubricación del motor (Solís & Mejía, 2011).....	19
Figura 2.7. Partes del tren propulsor (Toyota, 1996).....	20
Figura 2.8. Sistema de frenado de un automóvil (Toyota, 1996).	21
Figura 2.9. Sistema eléctrico de un automóvil (Toyota, 1996).	22
Figura 2.10. Sistema de dirección de tipo piñón y cremallera (Toyota, 1996).	23
Figura 2.11. Sistema de suspensión (Toyota, 1996).....	24
Figura 2.12. Sistema de refrigeración del motor (Solís & Mejía, 2011).	24
Figura 2.13. Carrocería y chasis (Alvarado, 2015).....	25
Figura 3.1. Diagrama de Pareto (Elaboración propia).....	29
Figura 3.2. Diagrama de Ishikawa (Elaboración propia).....	31
Figura 3.3. Formato para el registro de actividades (Elaboración propia).	41
Figura 3.4. Formato de checklist de servicio para afinación básica (Elaboración propia).....	42
Figura 3.5. Formato de checklist de servicio para afinación completa (Elaboración propia). ..	43
Figura 3.6. Formato de checklist de servicio por deficiencia en el sistema de frenado (Elaboración propia).	44
Figura 3.7. Formato de checklist de servicio por detección de vibración y ruidos extraños (Elaboración propia).	45
Figura 3.8. Formato de oficio (Elaboración propia).....	46
Figura 3.9. Formato de correo electrónico (Elaboración propia).	47
Figura 3.10. Formato de memoria fotográfica (Elaboración propia).	48

Figura 3.11 Ficha técnica de soldadora inversora Múnich mi-200.	49
Figura 3.12 Contactos y lámparas de la pared izquierda (Elaboración propia).....	50
Figura 3.13 Lámparas en la pared izquierda (Elaboración propia)..	52
Figura 3.14 Lámparas en la pared trasera (Elaboración propia).....	52
Figura 3.15 Lámparas en la pared derecha (Elaboración propia).....	53
Figura 3.16 Muestra de la colocación de una lámpara (Elaboración propia).	53
Figura 3.17 Posición de los vehículos dentro del área (Elaboración propia).	55
Figura 3.18 Propuesta de mejora al taller (Elaboración propia).....	56
Figura 4.1. Procedimiento administrativo para la realización del mantenimiento (Elaboración propia).....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Costo total del mantenimiento a la flota vehicular de la empresa MEGALOG (Allali, 2016).....	9
Tabla 2.2 Costo de mantenimiento preventivo a 6 meses de la empresa ADMITAXI S.A.S. (Moneda colombiana) (Rodríguez & Pinzón, 2015).	10
Tabla 2.3 . Costos del mantenimiento preventivo (Moneda colombiana) (Rodríguez & Pinzón, 2015).....	10
Tabla 2.4 Niveles de iluminación (Alarcón, 2008).	26
Tabla 2.5 Colores de seguridad, significado e indicaciones y precisiones (Alarcón, 2008).	27
Tabla 3.1 Tabla de frecuencias (Elaboración propia).....	28
Tabla 3.2 AMEF del sistema del motor (Elaboración propia).	32
Tabla 3.3 AMEF del sistema de transmisión (Elaboración propia).	33
Tabla 3.4 AMEF del sistema de frenado (Elaboración propia).....	35
Tabla 3.5 AMEF del sistema eléctrico-electrónico (Elaboración propia).	36
Tabla 3.6 AMEF del sistema de dirección (Elaboración propia).	37
Tabla 3.7 AMEF del sistema de suspensión (Elaboración propia).....	38
Tabla 3.8 AMEF del sistema de refrigeración (Elaboración propia).	39
Tabla 3.9 AMEF de la carrocería y chasis (Elaboración propia).	40
Tabla 3.10 Código para la identificación de los formatos (Elaboración propia).....	41
Tabla 3.11 Ampacidad en conductores de cobre (Ortíz, 2012).	49
Tabla 3.12 Cantidad de cable y canaletas (Elaboración propia).....	54
Tabla 3.13 Costo de la instalación eléctrica (Elaboración propia).	54
Tabla 3.14 Precios de las actividades de mantenimiento (Elaboración propia).	56
Tabla 3.15 Costos de mano de obra por unidad en 1 año (Elaboración propia).....	58
Tabla 3.16 Costo de equipos y herramientas (Elaboración propia).....	58
Tabla 3.17 Costo de los accesorios (Elaboración propia).	62
Tabla 3.18 Costo del equipo de protección personal (Elaboración propia).....	63
Tabla 3.19 Salario anual (Elaboración propia).....	64
Tabla 3.20 Costo de suministros (Elaboración propia).	64
Tabla 4.1 Plan de mantenimiento preventivo (Elaboración propia).....	65

Tabla 4.2 Programación de actividades (Elaboración propia).....	66
Tabla 4.3 Costo total del mantenimiento (Elaboración propia).	68
Tabla 5.1 Inventario.....	74
Tabla 6.1 Diagnóstico preliminar.	75

INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de trasladarse de un lugar a otro a fin de realizar sus actividades diarias, optando por medios de transporte que sean confiables, cómodos y rápidos. Esto ha impulsado a que muchas empresas se dediquen a brindar un servicio público de transporte.

En la zona de Martínez de la Torre, la empresa Satelitaxi S.C. se dedica a brindar este servicio en la modalidad de taxi, buscando satisfacer las necesidades de sus clientes con unidades en excelente estado, seguras y de calidad. Para poder lograr esto es necesario dar un mantenimiento periódico a las unidades que componen dicha empresa. Sin embargo, la empresa recurre frecuentemente al mantenimiento correctivo, lo cual genera mayores gastos y disminución de la calidad del servicio. Además de que las actividades de mantenimiento se realizan de manera informal, ya que no se cuenta con un control de estas.

Por ello surge la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, en el que, a partir de un diagnóstico de las actividades realizadas, se podrán determinar las estrategias preventivas para las actividades, de modo que haya una reducción en los gastos por mantenimiento correctivo.

CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Datos de la empresa

- Nombre de la empresa: Satelitaxi S.C.
- Dirección: Colonia Melchor Ocampo. Calle Joaquín Herrera #69. Martínez de la Torre, Veracruz.
- Código postal: 93603
- Teléfono: 2323242679
- Correo electrónico: satelitaxi@gmail.com
- Giro: Servicios

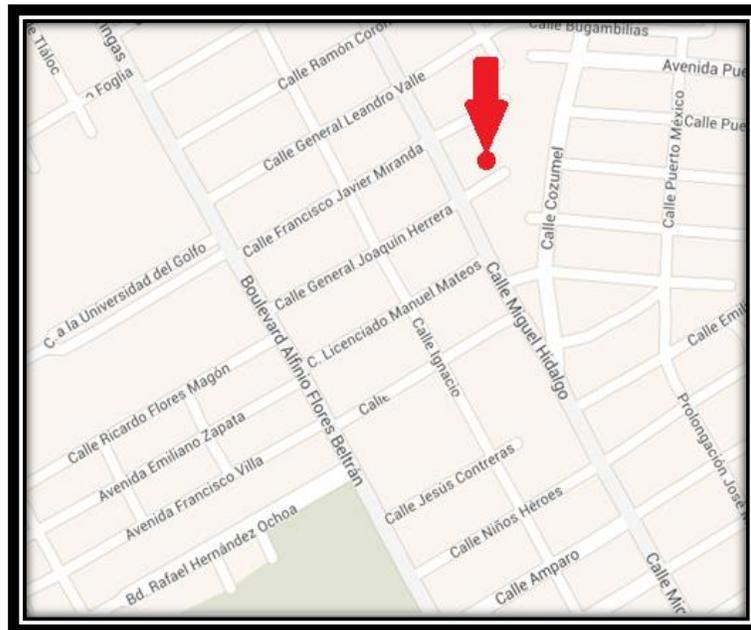


Figura 0.1 Ubicación de la empresa Satelitaxi S.C. (Michelin, 2020).

Visión: Ser una empresa de servicios, innovadora en la prestación del servicio público de transporte con conductores calificados, seguros y alto sentido de responsabilidad. Ser reconocida por ofrecer servicio profesional de calidad.

Misión: Posicionarnos como empresa líder del transporte público, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con unidades en excelente estado, seguras y de calidad, Ofreciendo además otros servicios.

Objetivos:

- a) Prestar el servicio de transporte Público de pasajeros en la modalidad de taxi por distintas áreas de la ciudad.
- b) Establecer zonas de prestación de servicio, lo más cerca y atractivo para el usuario que requiera nuestro servicio.
- c) Explotar el transporte de pasajeros en sus diversas modalidades en rutas y carreteras de jurisdicción federal, estatal y municipal.

Valores: Constancia, amabilidad, honestidad y compromiso.

1.1.2 Descripción del área

La empresa Satelitaxi cuenta con un taller mecánico propio, el cual brinda servicio a los vehículos de la empresa y también a vehículos particulares, este tiene las dimensiones que se muestran en la Figura 1.2.

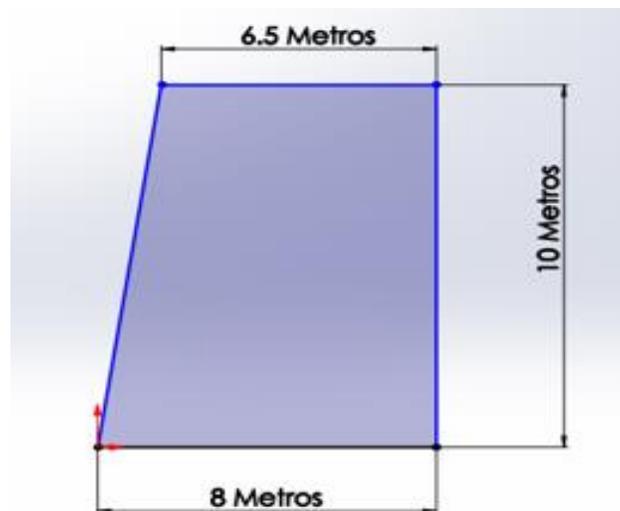


Figura 0.2 Dimensiones del taller mecánico de la empresa Satelitaxi S.C. (Elaboración propia).

La empresa no cuenta con ningún plan de mantenimiento preventivo establecido ni un programa de las actividades que se realizan a los vehículos y actualmente solo una persona (Jefe de mecánicos), es la encargada de realizar las labores de mantenimiento, realizando una afinación básica (Cambio de aceite, cambio de filtro de gasolina y cambio de filtro purificador de aire) a los vehículos cada 5000 km y una afinación completa (las actividades de la afinación básica, cambio de refrigerante, lavado de inyectores, cambio de cables de bujías y cambio de bujías) cada 15000 km.

Cuando un vehículo requiere alguna reparación o que se le realice alguna acción preventiva, el conductor reporta al mecánico los motivos por los que quiere realizar esta acción, este a su vez lo revisa y confirma lo que debe realizarse para el adecuado funcionamiento del vehículo. Además de eso, el mecánico evalúa si es prioritario realizar dicha acción inmediatamente si se detecta que operar el vehículo pudiera presentar riesgo para la integridad de este o del usuario, o si el vehículo pudiera operar durante un determinado tiempo si riesgo.

Una vez que se realiza lo anterior se realiza una cotización de acuerdo a las refacciones o consumibles que se utilizaran y la mano de obra, si el usuario del vehículo lo aprueba, se procede a realizar la actividad.

1.1.2.1 Vehículos disponibles

La empresa cuenta con más de 100 unidades operativas, las cuales se dividen en dos marcas, con sus respectivos modelos, las cuales se muestran a continuación:

a) Chevrolet

1. Aveo 2015-2018
2. Spark 2015-2018

b) Nissan

1. March 2015-2018
2. Matiz 2015
3. Tiida 2013-2016

4. Tsuru 2010-2016

5. Versa 2015-2018

1.1.2.2 Inventario

La empresa cuenta con una refaccionaria propia, la cual tiene una amplia variedad de refacciones y consumibles, asociados a los vehículos con las que esta cuenta. En el caso de que la refacción no esté disponible, el cliente deberá recurrir a una refaccionaria externa para poder conseguirla.

El taller dispone de herramientas y equipos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento y reparación a los vehículos. En el Anexo 1, se muestra una tabla, la cual se ha organizado en 3 secciones (Herramientas, máquinas y herramientas pesadas y otros).

También se dispone de algunos consumibles que son utilizados como complemento para la realización de las actividades, como lo son lubricantes, desoxidantes o desengrasantes, por mencionar algunos.

1.2 Descripción del problema

La empresa Satelitaxi es una empresa de servicio de transporte público, cuyo objetivo es ofrecer a los usuarios un servicio seguro, atractivo y de calidad, a través de la modalidad de taxi (Ver Figura 1.3). Esta cuenta con una gran cantidad de vehículos dedicados a dar servicio en distintas zonas de Martínez de la Torre, por medio de rutas y carreteras de jurisdicción federal, estatal y municipal.



Figura 0.3 Tarjeta de presentación de Satelitaxi (Satelitaxi.S.C., 2021).

Con el fin de proporcionar un servicio profesional de calidad, la empresa requiere que sus unidades estén en las mejores condiciones, de modo que se pueda brindar seguridad y confort al usuario.

La empresa cuenta con un taller propio el cual brinda servicio a sus unidades, a vehículos propiedad de los miembros de la empresa y a vehículos externos a esta. De acuerdo con el encargado de mantenimiento (jefe de mecánicos), el taller no cuenta con un programa de actividades que le permita tener una estimación de la cantidad de trabajo por realizar, por lo que en ocasiones el trabajo se acumula y el tiempo no resulta suficiente para la realización de algunas actividades.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Generar un plan de mantenimiento preventivo que incluya estrategias que permita mejorar el procedimiento de las labores de mantenimiento a la flotilla de taxis de la empresa Satelitaxi S.C., con la finalidad de mantener en buenas condiciones a los vehículos, reduciendo los costos y brindando mayor seguridad a los usuarios del servicio.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Hacer un análisis de las condiciones actuales en las que se encuentra el taller.
2. Realizar un listado de las marcas y los modelos de los vehículos (Taxis) con los que cuenta la empresa.
3. Generar un diagnóstico de las principales fallas en los vehículos utilizando herramientas estadísticas para el control de calidad.
4. Describir cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo para dar solución a las fallas más frecuentes.
5. Plantear y programar cada una de las estrategias de mantenimiento.
6. Elaborar los formatos del proceso administrativo.
7. Llevar a cabo un análisis de costos y presupuestos del mantenimiento.

-
8. Generar un manual de operación de mantenimiento preventivo de acuerdo a la marca del vehículo.
 9. Realizar un programa de seguridad para las operaciones de mantenimiento.
 10. Finalizar el plan de mantenimiento.

1.4 Justificación

El programa de mantenimiento se justifica por la necesidad de prevenir y reducir fallos o incidentes en los vehículos de la empresa, con la finalidad de reducir costos y evitar gastos por mantenimiento correctivo, de modo que los vehículos se encuentren en óptimas condiciones y así brindar mayor seguridad al conductor y al pasajero.

1.5 Hipótesis

El plan de mantenimiento servirá para llevar un control de las actividades de mantenimiento, mediante el planteamiento de estrategias que contribuyan a facilitar la realización de las actividades a los vehículos, reduciendo los costos por mantenimiento correctivo y evitando la acumulación de actividades, debido a la falta de programación de estas.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

El plan de mantenimiento preventivo está enfocado a generar las estrategias de mantenimiento correspondientes a los vehículos (Taxis) con los que cuenta la empresa, obteniendo como resultado un manual de operaciones de mantenimiento de acuerdo al vehículo.

1.6.2 Limitaciones

El plan de mantenimiento se limita a describir de manera general las acciones a realizar, de acuerdo a la operación que se requiera efectuar en el vehículo, considerando las fallas más frecuentes de acuerdo al diagnóstico realizado. También se consideran aquellos aspectos que limiten los procedimientos de mantenimiento, como la organización, las herramientas, el espacio de trabajo, etc.

CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Estado del arte

2.1.1 Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG

Allali (2016), propone en su tesis de maestría, un plan de mantenimiento enfocado a la flota vehicular de la empresa MEGALOG, obteniendo como resultado los elementos que se mencionan a continuación:

- a) Programa de mantenimiento.
- b) Formatos para la organización y utilización de los datos de las actividades.
- c) Análisis de costos y presupuesto anual.
- d) Manual de procedimientos para el mantenimiento de los vehículos.

Allali (2016), señala que *"El tipo de mantenimiento que se está aplicando a los vehículos es del tipo correctivo en su mayoría, donde los vehículos y maquinaria están siendo reparados una vez que la falla se presente o dejan de funcionar, situación que compromete la prestación de servicio a los clientes"*.

En el plan de mantenimiento se consideran 3 tipos de vehículos (ligeros, pesados y maquinaria), de acuerdo a esta organización se elaboraron las fichas técnicas para las actividades de mantenimiento

En el análisis de costos y presupuestos realizado se consideran los repuestos, la mano de obra, los equipos y herramienta utilizados, como se muestra en la Tabla 2.1. Sin embargo, no se considera el equipo de protección personal requerido para realizar las acciones de mantenimiento, lo cual es de vital importancia para salvaguardar la integridad de la persona que realiza las actividades.

Tabla 0.1 Costo total del mantenimiento a la flota vehicular de la empresa MEGALOG (Allali, 2016).

DESCRIPCIÓN	COSTE TOTAL (€)
Mano de obra	23,100
Equipos y herramientas	17,014
Stock de repuestos	1,841
Total	41,955

Cabe resaltar que, aunque se consideran algunos aspectos para la seguridad del mecánico, como lo es el freno de mano o la desconexión de la batería, no se menciona el uso de gafas de seguridad, guantes o mascarilla. Estos elementos son necesarios, ya que el trabajar con vehículos implica el manejo de sustancias tóxicas y/o de partículas que pudieran ser inhaladas o provocar lesiones en ojos u otras zonas de contacto.

2.1.2 Propuesta de un plan de mantenimiento de la flota de taxis Hyundai Atos de la empresa ADMITAXI S.A.S.

Rodríguez & Pinzón (2015), proponen una metodología de mantenimiento preventivo a la flota de taxis de la empresa ADMITAXI S.A.S, en la cual desarrollaron una propuesta mediante el análisis de las actividades que desempeña la empresa, datos de los vehículos que utiliza y de los procesos actuales de mantenimiento a estos.

Rodríguez & Pinzón (2015), sugiere que *“La implementación de un plan de mantenimiento exige por parte de personal administrativo y operativo: disciplina y control en las actividades, seguimiento y análisis de costos, gestión de la información, capacitación y perseverancia”*.

A través de esta propuesta se lograrán ahorros graduales en la estructura de costos de la empresa. En la Tabla 2.2, se plantea el costo para un vehículo dentro del periodo de 6 meses.

Tabla 0.2 Costo de mantenimiento preventivo a 6 meses de la empresa ADMITAXI S.A.S. (Moneda colombiana) (Rodríguez & Pinzón, 2015).

No	Mantenimiento preventivo (60,000 km)	Valor de repuestos	Mano de obra
1	Holgura de válvulas (Calibración)	0	8,166
2	Aceite motor 3/4 y completar niveles de fluidos	24,000	3,000
3	Filtro de aire + aceite (Cambio)	10,000	0
4	Sistema de inyección (Revisión)	0	10,000
5	Revisión de frenos (Inspección + cambio)	20,000	5,000
6	Filtro de combustible	10,000	5,000
7	Correa de distribución (Inspección + cambio)	13,000	13,000
Total		77,000	44,166
Total (Mano de obra + repuestos)		121,166	

Dentro de la propuesta se plantea un programa para la inspección y/o cambio de algún componente del vehículo, considerando determinado periodo y kilometraje, lo que ocurra primero, esto debido a que cada vehículo tiene un tiempo de operación distinto.

Cabe resaltar que, en el análisis de costos, solo se tomó en cuenta el costo de los repuestos utilizados y de la mano de obra, sin considerar los consumibles, la herramienta utilizada ni el equipo necesario. En la Tabla 2.3, se puede ver la comparación de costos a la flota de taxis de 1 y 6 meses.

Tabla 0.3 . Costos del mantenimiento preventivo (Moneda colombiana) (Rodríguez & Pinzón, 2015).

Total de la flota a 1 mes (350 taxis)
318,150,000
Total de la flota a 6 meses (350 taxis)
1,908,900,000

2.1.3 Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de Cañar

Padilla (2012), propone un plan de gestión de mantenimiento a una flota vehicular, cuyo objetivo es asegurar la disponibilidad de los vehículos para su utilización en los servicios de movilización pública de manera eficiente. Para el desarrollo del proyecto se realizó un análisis de los procesos de mantenimiento de las empresas con flotas automotrices, proponiendo cambios e innovando en los procesos de mantenimiento para una adecuada gestión de los recursos.

En el proyecto se realizaron fichas técnicas de los vehículos disponibles (Ver Figura 2.1), además de una tabla con los tiempos aproximados de cada actividad de mantenimiento realizada a vehículos livianos, pesados y maquinaria.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO INTERCULTURAL DE LA CIUDAD DE CAÑAR					
VEHICULOS Y MAQUINARIAS		Categoría de vehículo		Ficha No.	
		Vehículo liviano		1	
FICHA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA FLOTA VEHICULAR					
DATOS DEL VEHICULO				CODIGO INSTITUCIONAL	
INFORMACION BASICA				GVL - 3233	
Marca	Chevrolet	Modelo	L/Dmax 3.0		
Clase	Camioneta	Año fabricación	2010		
Color	Rojo	Cilindrada	3.000 cc		
Peso/Tonelaje	1,00 Tn	Sistema/Combust	Turbo Diesel		
No. Ocupantes	5	Odómetro	62.880 km		
IDENTIFICACION Y REGISTRO LEGAL AUTOMOTRIZ			INFORMACION MECANICA		
Código de placa	UMA-1024		Estado General	Nuevo	
No. Motor	4JH1809913		Tipo transmisión	TM/5 velocidades/4WD	
No. Chasis	8LBETF3E4A0033494		No. Ejes	2	
INFORMACION ESPECIAL			No. Ruedas	4	
Departamento asignado	Dpto. Agua potable y alcantarillado		Cód. neumáticos	5 (255/70R16)	
Valor de la unidad en libros	26.000 USD		Potencia	130 HP a 3800 RPM	
Catálogo disponible	No		Torque	280 Nm a 2000 RPM	
Manual usuario disponible	Si		Dimensiones	5155x1800x1735 mm	
OBSERVACIONES: A cargo del Sr. Carlos Bernal...					

Figura 0.1. Ficha técnica de la unidad GVL-3233 (Padilla, 2012).

Entre las aportaciones que se lograron con el proyecto están:

- a) Formatos para las actividades de mantenimiento.
- b) Programa para la realización de las actividades.
- c) Propuesta de adquisición de los equipos y herramientas necesarias.
- d) Desarrollo de una herramienta informática para la gestión del mantenimiento.

Es importante mencionar que, para obtener los resultados esperados, la empresa debe destinar el presupuesto adecuado para las actividades de mantenimiento. Padilla (2012), dice que, *“Gran parte de las características del plan de mantenimiento desarrollado, serán ejecutadas únicamente cuando se asigne el presupuesto para su implementación”*.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Tipos de mantenimiento

En la actualidad las empresas enfocan sus actividades a la mejora de su economía y crecimiento, optando por realizar mejoras a sus instalaciones y adquiriendo nuevas tecnologías para mejorar su productividad. Sin embargo, el progreso no se reduce solo a eso, sino que se vuelve indispensable utilizar de manera eficiente los recursos con los que ya se cuenta.

El tener una estrategia de conservación es vital para el éxito de cualquier proyecto, y para lograrlo los procesos de mantenimiento deben optimizarse; ya que la vida útil de los recursos se deteriora debido a su uso, el paso del tiempo, los agentes externos y los accidentes ocasionales.

Para poder desarrollar este tipo de estrategias es necesario identificar la diferencia entre mantenimiento y preservación, además de tener conocimiento previo sobre sus tipos y características y así poder determinar la situación donde pueden ser aplicables.

El mantenimiento es una rama de la conservación, siendo la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. En la Figura 2.2, se muestran los tipos de mantenimiento.

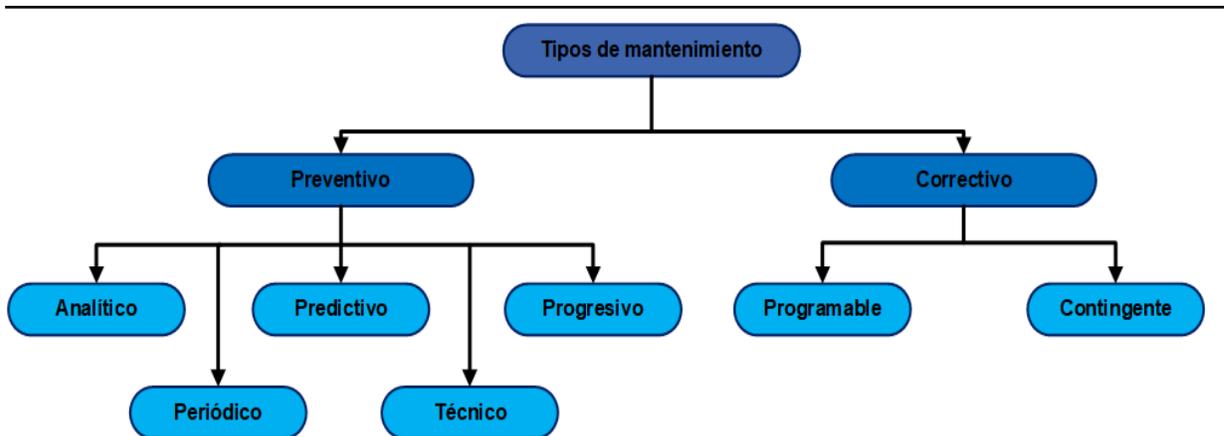


Figura 0.2. Tipos de mantenimiento (Elaboración propia).

2.2.1.1 Preventivo

Según Gaytán (2000), el mantenimiento preventivo *“Se define como: la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos”*. Este tipo de mantenimiento es programable, debido a que no es necesario que exista una falla para poder aplicarse. De este se derivan 5 tipos, los cuales se mencionan a continuación:

Analítico

Es un tipo de mantenimiento de análisis continuo de la información proporcionada por captadores y sensores colocados en las zonas más importantes de la empresa. Este es desempeñado por personal cualificado utilizando métodos de ingeniería de fiabilidad, de manera que se obtienen datos con un nivel de exactitud y fiabilidad muy elevado. No es necesaria la intervención en el recurso periódicamente, sino hasta el momento en que el análisis lo indique (Gaytán, 2000).

Periódico

Es un procedimiento de mantenimiento rutinario, en el que se sustituyen los componentes del recurso que han finalizado su vida útil, asegurando su correcto funcionamiento. Este requiere de una planeación previa, auxiliándose de información proporcionada por el fabricante,

estadísticas de fallas y trabajos anteriores. Este tipo de mantenimiento requiere que se disponga de un equipo auxiliar o que el equipo no vaya a ser utilizado durante el tiempo que duren los trabajos preventivos (Gaytán, 2000).

Progresivo

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste, por lo que es necesario realizar una programación de las actividades y subsistemas a los que se les dará atención. Aunque es el tipo de mantenimiento menos costoso, este es el menos fiable (Gaytán, 2000).

Técnico

En este tipo de mantenimiento se intervienen en el recurso de manera parcial cada fecha programada, la cual es determinada mediante un análisis, deduciendo así el posible tiempo de falla. Para llevarlo a cabo es necesario contar con un manual técnico que registren los avances en el mantenimiento del recurso (Gaytán, 2000).

Predictivo

Este tipo de mantenimiento se define como un sistema permanente de diagnóstico, ya que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad en el servicio proporcionado por el recurso. En él se realizan inspecciones continuas utilizando transductores los cuales mandan una señal a una unidad electrónica de procesamiento, que a su vez informa del estado de funcionamiento del recurso (Gaytán, 2000).

2.2.1.2 Correctivo

Gaytán (2000), menciona que el mantenimiento correctivo “Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada”. De este tipo de mantenimiento se derivan dos, los cuales se describen a continuación:

Contingente

En este tipo de mantenimiento las actividades se realizan de forma inmediata, debido a que el recurso que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo y debe actuarse de manera emergente. Las labores a realizar tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio, por lo que el personal de mantenimiento debe efectuar solamente trabajos indispensables (Gaytán, 2000).

Programable

Este tipo de mantenimiento se enfoca en actividades a los recursos que proporcionan un servicio necesario, pero no indispensable, por lo que su intervención puede programarse debido a cuestiones económicas (Gaytán, 2000).

2.2.2 Sistemas de un automóvil

Un automóvil es un vehículo motorizado utilizado para el transporte. Este está constituido por varios sistemas, los cuales permiten que este funcione adecuadamente. A continuación, se describe cada uno de ellos.

2.2.2.1 Sistema del motor

De acuerdo con Solís & Mejía (2011), *"Un motor de gasolina constituye una máquina termodinámica formada por un conjunto de piezas o mecanismos fijos y móviles, cuya función principal es transformar en energía mecánica o movimiento, la energía química que proporciona la combustión de una mezcla de aire y combustible, para que se pueda realizar un trabajo"*.

El motor es la parte más importante del automóvil, está compuesto por el bloque de cilindros, la culata, los pistones, el cigüeñal, el cárter, entre otras partes (Ver Figura 2.3).

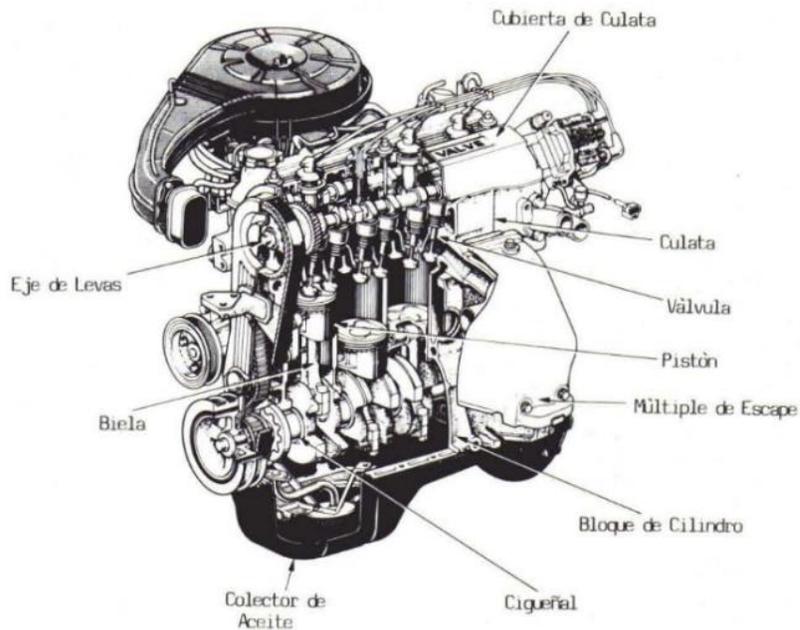


Figura 0.3. Partes del motor a gasolina (Toyota, 1996).

El sistema del motor está constituido por subsistemas, los cuales operan en conjunto y contribuyen a su correcto funcionamiento, estos son:

Sistema de admisión y escape

Es el encargado proporcionar el combustible de forma dosificada para el funcionamiento del motor, ya sea en ralentí, velocidad media o a plena carga. El tanque almacena el combustible, este es transportado por medio de la bomba y pasa por un filtro para la eliminación de impurezas, este puede ser independiente o estar dentro de la bomba, después pasa hacia el distribuidor de combustible, donde los inyectores lo transportan hasta los cilindros (Solís & Mejía, 2011).

En la Figura 2.4, se muestra como en conjunto con la distribución de combustible, se realiza la admisión de aire limpio, que sirve para iniciar el proceso de combustión. Una vez que se ha efectuado la admisión se realiza la compresión, luego las bujías generan la chispa para la explosión, después se produce el escape de los gases a través del múltiple de escape, estos gases tóxicos son eliminados por medio del catalizador y finalmente pasa por un silenciador para disminuir el nivel sonoro (Solís & Mejía, 2011).

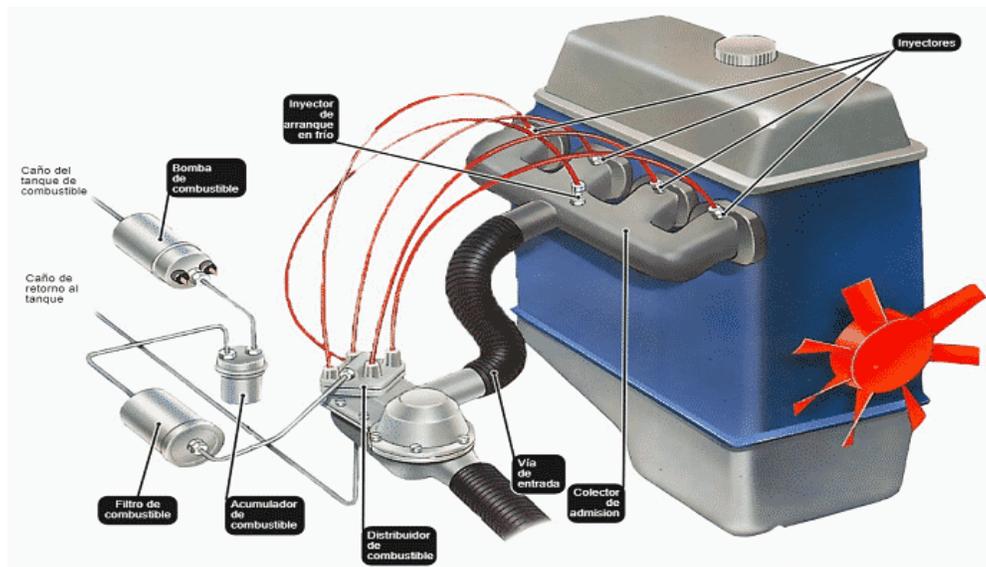


Figura 0.4. Sistema de admisión y escape (Chirinos, 2018).

Sistema de distribución

Es el sistema que coordina los movimientos del conjunto móvil para permitir el llenado de los cilindros con la mezcla aire-combustible, su encendido y el vaciado de los cilindros, a fin de aprovechar al máximo la energía química del combustible (Ver Figura 2.5). La función del sistema de distribución es la de permitir la apertura y cierre de las válvulas en forma sincronizada con los desplazamientos del pistón. Generalmente es el sistema de distribución el encargado de coordinar también la señal de encendido. Los engranes del sistema de distribución dan la relación de movimientos del cigüeñal con el árbol de levas. Los engranes del cigüeñal y árbol tienen marcas del fabricante que deben ser sincronizadas al montar la cadena (Solís & Mejía, 2011).

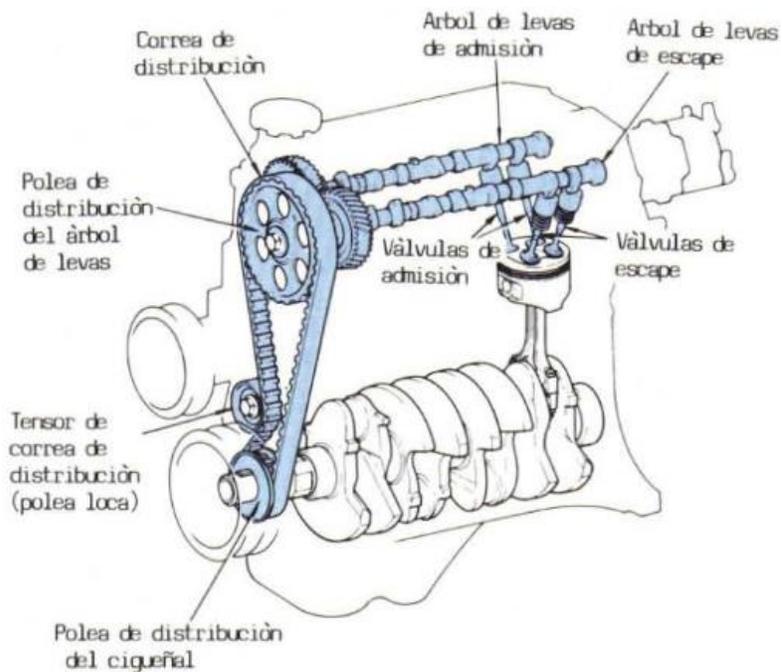


Figura 0.5. Sistema de distribución (Toyota, 1996).

Sistema de lubricación

El sistema de lubricación tiene la función de evitar que las partes móviles del motor sufran desgaste prematuro mediante la reducción de la fricción entre los componentes y la disminución de calentamiento en el motor. Una flecha montada en el engrane del árbol de levas hace funcionar la bomba de aceite, esta succiona el aceite a través de la coladera que está colocada en la parte inferior del cárter y lo envía al filtro de aceite, de aquí el aceite pasa entre conductos y pasajes, éste al pasar bajo presión por los pasajes perforados, proporciona la lubricación necesaria a los cojinetes principales del cigüeñal, las bielas, los balancines y los pernos de los balancines (Solís & Mejía, 2011).

En la Figura 2.6, se muestran las partes de este sistema.

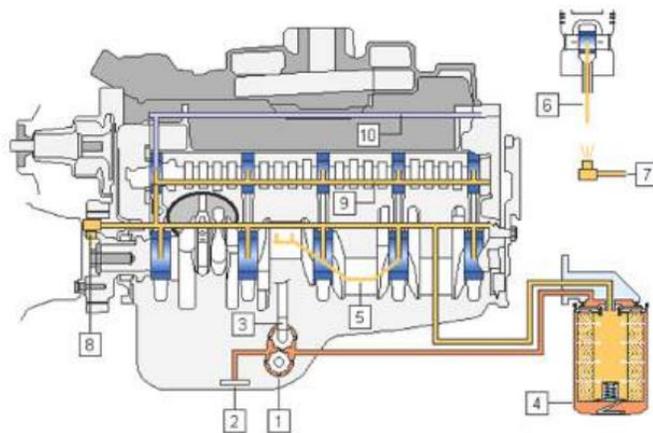


Figura 0.6. Sistema de lubricación del motor (Solís & Mejía, 2011).

1. Bomba de aceite.
2. Filtro de bomba.
3. Varilla de empuje - Eje de bomba.
4. Filtro de aceite.
5. Orificios de engrase al cigüeñal.
6. Orificios de engrase biela.
7. Surtidor de aceite.
8. Surtidor de aceite (Engranajes de distribución).
9. Pasos de aceite al árbol de levas y cojinetes.
10. Pasos de aceites (Balancines).

2.2.2.2 Sistema de transmisión

También llamado tren propulsor, está formado por un conjunto de mecanismos que se encargan de transmitir, a las ruedas motrices del vehículo, la fuerza desarrollada por el motor. Sus partes constitutivas cumplen tareas específicas y a su vez interaccionan para trabajar en conjunto (Solís & Mejía, 2011).

Este sistema se compone de los siguientes elementos:

- a) Embrague. Es el encargado de transmitir la potencia generada del motor a las llantas, para

acoplar o desacoplar los cambios de velocidades.

- b) Caja de velocidades. En este mecanismo se encuentran los engranes (piñones) encargados de la marcha del vehículo.
- c) Árbol de transmisión. Es un eje giratorio que transmite la potencia generada por el momento de giro al diferencial.
- d) Diferencial. Es un elemento mecánico encargado de convertir la rotación del árbol de transmisión hacia las llantas, permitiendo así la tracción de estas.

Existen varios tipos de transmisión, entre las más comunes están la manual y la automática. En la Figura 2.7, se pueden ver las partes que integran la transmisión manual.

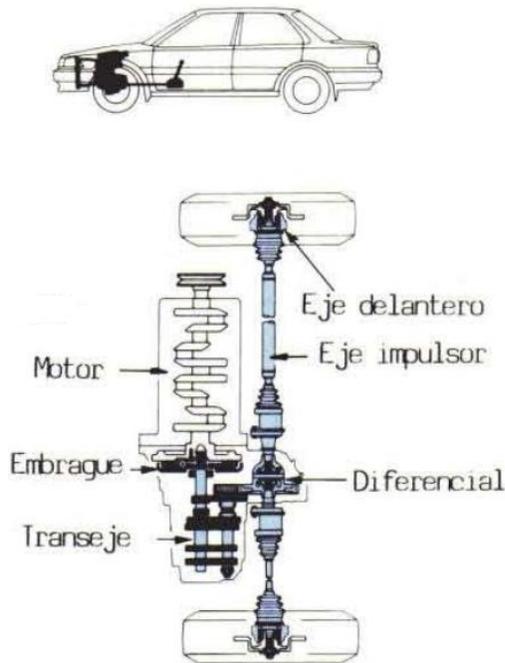


Figura 0.7. Partes del tren propulsor
(Toyota, 1996).

2.2.2.3 Sistema de frenado

Este sistema se encarga de inhibir el movimiento del vehículo, es decir, permite la reducción de la velocidad o que el vehículo se detenga por completo. Hay distintos tipos de frenos:

- a) Frenos mecánicos. Este tipo acciona los frenos en cada una de las ruedas usando cables.

Sin embargo, solo se utiliza como freno de estacionamiento debido a que la fuerza de frenado en las ruedas no es uniforme.

- b) Frenos neumáticos. Sistema de frenos que ocupa aire comprimido a una presión determinada para transmitir la fuerza de frenado aplicada al pedal de freno.
- c) Frenos hidráulicos. Este tipo de sistema de frenos usa presión hidráulica para accionar los frenos en cada una de las ruedas.
- d) Frenos asistidos o servofreno. Consiste en situar en el sistema de frenos un dispositivo denominado servofreno, cuya finalidad es multiplicar la presión de frenada cuando se actúa sobre el pedal.
- e) Sistema antibloqueo de ruedas (ABS). Este dispositivo evita el bloqueo de las ruedas mientras el vehículo está en la fase de desaceleración; disminuyendo la presión hidráulica en los mecanismos que actúan sobre los frenos.

En la Figura 2.8, se muestra la ubicación del sistema de frenado en un vehículo.

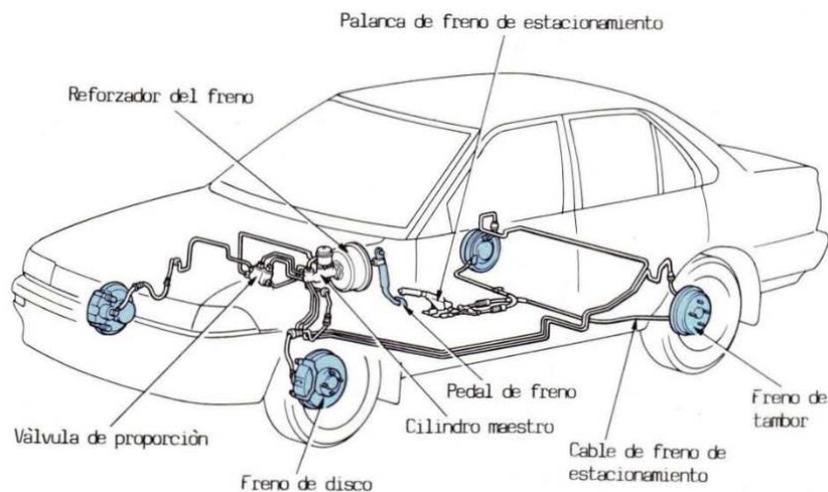


Figura 0.8. Sistema de frenado de un automóvil (Toyota, 1996).

2.2.2.4 Sistema de eléctrico/electrónico

El sistema eléctrico tiene la finalidad de distribuir la energía eléctrica a los componentes que la requieren. Este se compone de:

- a) Batería. Almacena la energía eléctrica.
- b) Circuito de carga. Se utiliza para reponer la energía de la batería que consume el

-
- automóvil, mediante un alternador conectado al cigüeñal por medio de una correa.
- c) Circuito de encendido. Es el encargado de generar la chispa en las bujías.
 - d) Circuito de arranque (Marcha). Es el encargado de vencer la inercia para dar los primeros giros del cigüeñal.
 - e) Iluminación y otros. Son las luces que proporcionan visibilidad al conductor y permiten alertar a los demás conductores.

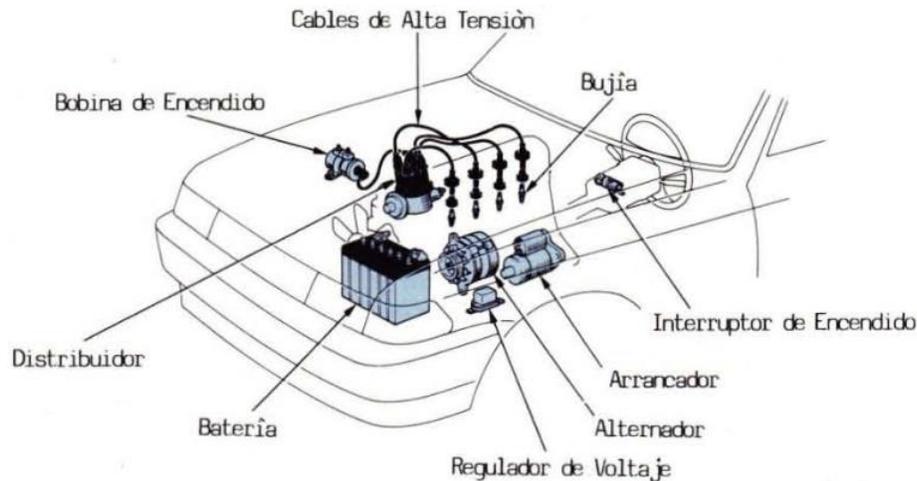


Figura 0.9. Sistema eléctrico de un automóvil (Toyota, 1996).

El sistema electrónico está compuesto principalmente por la ECU (Unidad de Control Electrónico), cuya función es administrar los aspectos que influyen en la combustión interna del motor, utilizando el sensor MAP (Presión Absoluta del Múltiple), sensor de posición del acelerador, sensor de temperatura del aire, sensor de oxígeno, entre otros.

2.2.2.5 Sistema de dirección

El propósito de este sistema es permitir al conductor el control de la trayectoria del vehículo mediante la orientación de las ruedas delanteras. Mediante el volante y la columna de dirección se transmite la fuerza ejercida por el conductor hacia el mecanismo de dirección (Ver Figura 13).

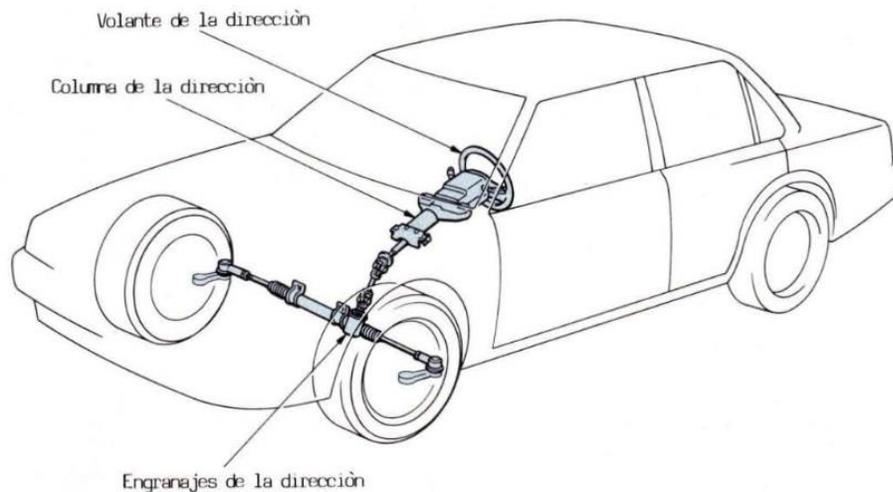


Figura 0.10. Sistema de dirección de tipo piñón y cremallera (*Toyota, 1996*).

Hay varios tipos de dirección, los cuales se mencionan a continuación:

- a) Tornillo sin fin. Consiste en un tornillo que engrana constantemente con una rueda dentada. Obteniéndose una mayor potencia para orientar las ruedas.
- b) Bolas circulantes. En este tipo el tornillo y la tuerca de dirección poseen una línea de bolas dispuestas en un canal helicoidal del mecanismo, lo cual reduce el desgaste.
- c) Piñón y cremallera. Consiste en un engrane de tipo piñón que desplaza lateralmente una barra de tipo cremallera. Tiene rapidez de recuperación, es estable y segura.
- d) Hidráulica. En este tipo se utiliza la presión hidráulica para aligerar la fuerza necesaria para el giro del volante de dirección.

2.2.2.6 Sistema de suspensión

Este sistema está compuesto por resortes, amortiguadores, estabilizadores, entre otros componentes (Ver Figura 2.11). Estos actúan en conjunto para absorber las vibraciones recibidas por el vehículo debido a las irregularidades del camino.

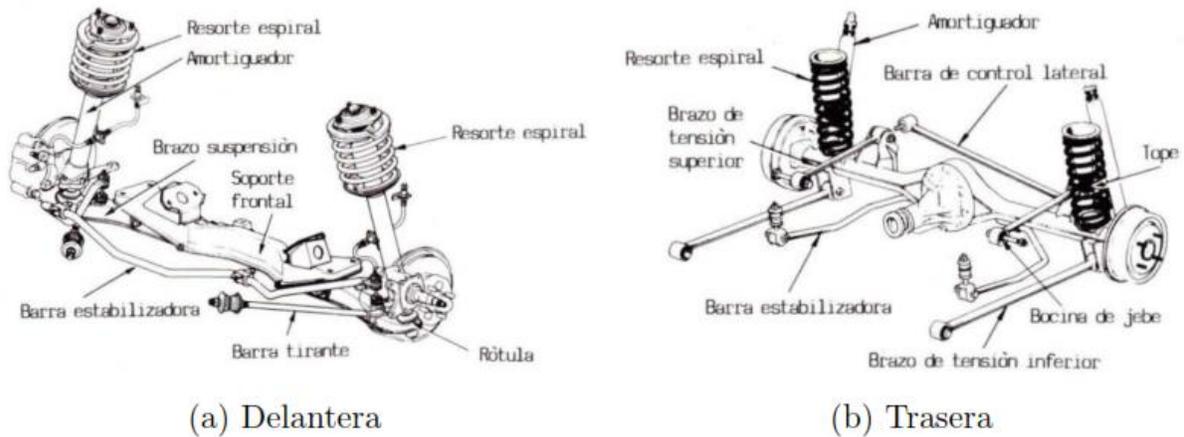


Figura 0.11. Sistema de suspensión (Toyota, 1996).

Este sistema tiene 2 funciones:

1. Evitar que las desigualdades del terreno se transmitan al vehículo en forma de golpes secos.
2. Impedir un balanceo excesivo.

2.2.2.6 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración tiene la función de disipar parte de la temperatura generada por el proceso de combustión, debido a que dentro del motor se alcanzan temperaturas de hasta 2000 grados centígrados. Este sistema es de gran importancia, ya que, si falla, puede poner en riesgo la integridad del motor. En la Figura 2.12, se puede ver el recorrido del refrigerante dentro del sistema.

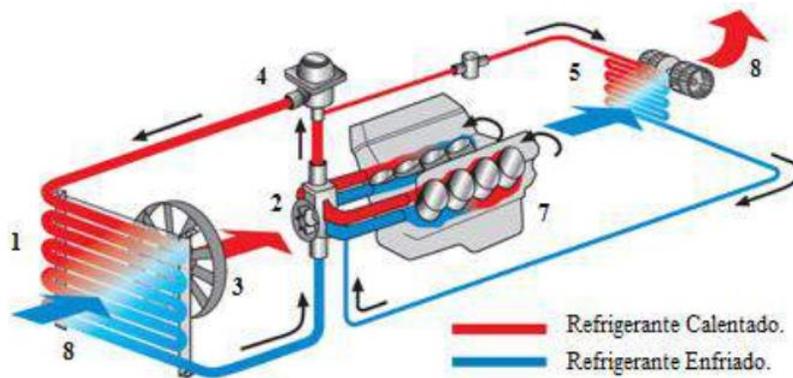


Figura 0.12. Sistema de refrigeración del motor (Solís & Mejía, 2011).

-
1. Radiador de refrigerante
 2. Bomba de refrigerante
 3. Ventilador del radiador
 4. Termostato
 5. Intercambiador de calor
 6. Motor
 7. Corriente de aire

2.2.2.7 Carrocería y chasis

Chasis

Es la estructura interna del vehículo que sostiene, le da forma y aporta rigidez al mismo. Este integra y sujeta todos los componentes mecánicos del vehículo incluyendo la carrocería, el sistema de suspensión que soporta los ejes, el sistema de dirección que guía al vehículo, entre otros.

Carrocería

También llamada chapería o latonería. Es la estructura externa del vehículo, la cual esta es instalada sobre el chasis a fin de recubrirlo y protegerlo. Incorpora componentes como retrovisores, facia, parabrisas, entre otros.

En ocasiones ambos términos suelen confundirse, sin embargo, esto no es así. En la Figura 2.13, se puede apreciar la ubicación del chasis y de la carrocería en el vehículo.



Figura 0.13. Carrocería y chasis (Alvarado, 2015).

2.2.3 NOM-025-STPS-2008 (Condiciones de iluminación en los centros de trabajo)

Objetivo

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

Tabla 0.4 Niveles de iluminación (Alarcón, 2008).

Niveles de iluminación		
Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (luxes)
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

Debido a las condiciones de trabajo y las actividades que deben realizarse, se considera un nivel de iluminación necesario de 300-500 luxes. Un mínimo de 300 luxes para actividades de reemplazo de componentes y de 500 luxes para actividades que requieren precisión, como la revisión de niveles, calibración, entre otras.

2.2.4 NOM-026-STPS-2008 (Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías)

Objetivo

Establecer los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Campo de aplicación

Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

Tabla 0.5 Colores de seguridad, significado e indicaciones y precisiones (*Alarcón, 2008*).

Color de seguridad	Significado	Indicaciones y precisiones
Delimitación de áreas.	Límites de áreas restringidas o de usos específicos.	Amarillo, contraste negro

La seguridad es de gran importancia para los empleados de cualquier empresa, por lo que deben delimitarse las áreas de trabajo que puedan ser factores de riesgo, de tal manera que, las actividades puedan ser realizadas si intererencias y bajo un margen de seguridad.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1 Diagnóstico

3.1.1 Acciones realizadas

Durante un periodo de 6 semanas se recolectó información de las acciones realizadas a los taxis de la empresa, lo cuales recurrían a revisión, reparación o ajuste de algún componente (Ver Anexo 2). Utilizando herramientas de control de calidad se obtuvo una mejor visión de las deficiencias y las necesidades que tienen los procedimientos actuales de la empresa.

3.1.2 Diagrama de Pareto

Mediante una tabla de frecuencias se realizó un registro de las fallas o acciones que se presentan con mayor frecuencia en los vehículos, estas se registraron de acuerdo al componente del vehículo incluyendo por igual la revisión, reparación, ajuste o reemplazo de este. En la Tabla 3.1, se muestra la información obtenida:

Tabla 3.1 Tabla de frecuencias (Elaboración propia).

Fallas detectadas	fi	Fi	ni	Ni
Abrazaderas de dirección	1	1	0.018181818	0.018181818
Balatas	6	7	0.109090909	0.127272727
Baleros	3	10	0.054545455	0.181818182
Bieletas	2	12	0.036363636	0.218181818
Boca flecha	1	13	0.018181818	0.236363636
Bujes	2	15	0.036363636	0.272727273
Caja de distribución	1	16	0.018181818	0.290909091
Cambio de aceite	12	28	0.218181818	0.509090909
Cambio de aceite de transmisión	1	29	0.018181818	0.527272727
Cambio de filtro de gasolina	3	32	0.054545455	0.581818182
Cambio de fusibles	1	33	0.018181818	0.6
Clutch	2	35	0.036363636	0.636363636
Filtro purificador de aire	2	37	0.036363636	0.672727273
Luces	2	39	0.036363636	0.709090909
Freno	2	41	0.036363636	0.745454545
Junta de cubrepolvo de flecha	1	42	0.018181818	0.763636364
Línea de escape	1	43	0.018181818	0.781818182
Mango	1	44	0.018181818	0.8

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Marcha	1	45	0.018181818	0.818181818
Pernos	2	47	0.036363636	0.854545455
Rotulas	2	49	0.036363636	0.890909091
Soportes	2	51	0.036363636	0.927272727
Suspensión	1	52	0.018181818	0.945454545
Terminales	2	54	0.036363636	0.981818182
Horquilla	1	55	0.018181818	1
Total	55	55	1	1

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno. Este permite asignar un orden de prioridades mediante el principio de Pareto, el cual menciona que el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas.

Mediante la tabla de frecuencias mostrada anteriormente se desarrolló el siguiente diagrama de Pareto (Ver Figura 3.1).

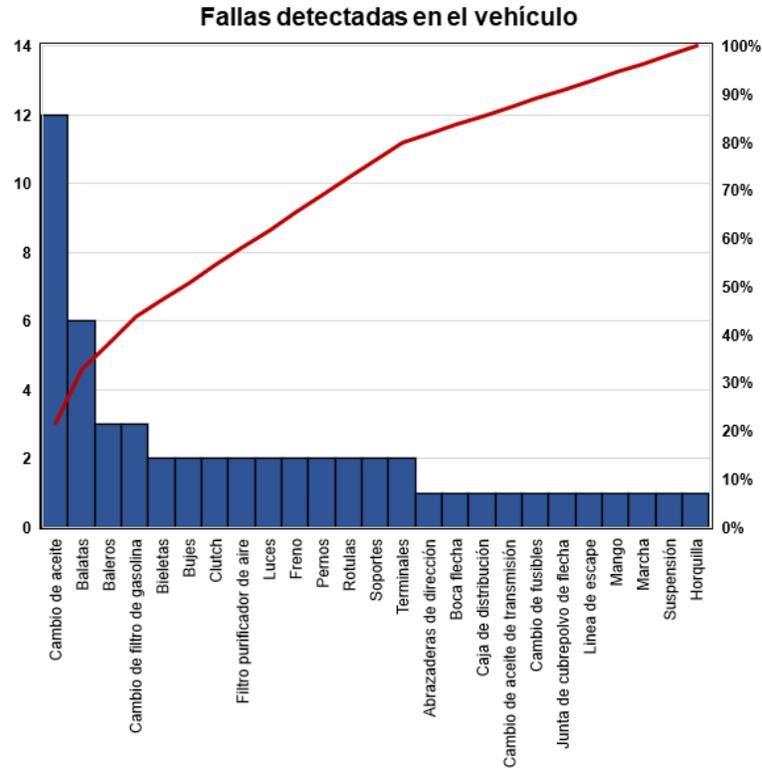


Figura 3.1. Diagrama de Pareto (Elaboración propia).

Mediante el uso de esta herramienta se puede determinar que los componentes donde se presentan el mayor número de acciones son:

1. Cambios de aceite
2. Balatas
3. Bieletas
4. Cambio de filtro de gasolina

3.1.3 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa (También llamado diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto), es una herramienta de control de calidad que ayuda a detectar las causas-raíces de un problema, mediante un análisis de todos los factores que involucran la ejecución del proceso.

Pueden utilizarse varias metodologías para estructurar el diagrama, en este caso, considerando los aspectos del plan de mantenimiento, se utilizó el método de las 6 m, el cual consiste en agrupar las causas potenciales en 6 ramas principales: mano de obra, maquinaria, materia prima, medición, medio ambiente y método.

En la Figura 3.2, se muestra el diagrama realizado mediante esta metodología.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

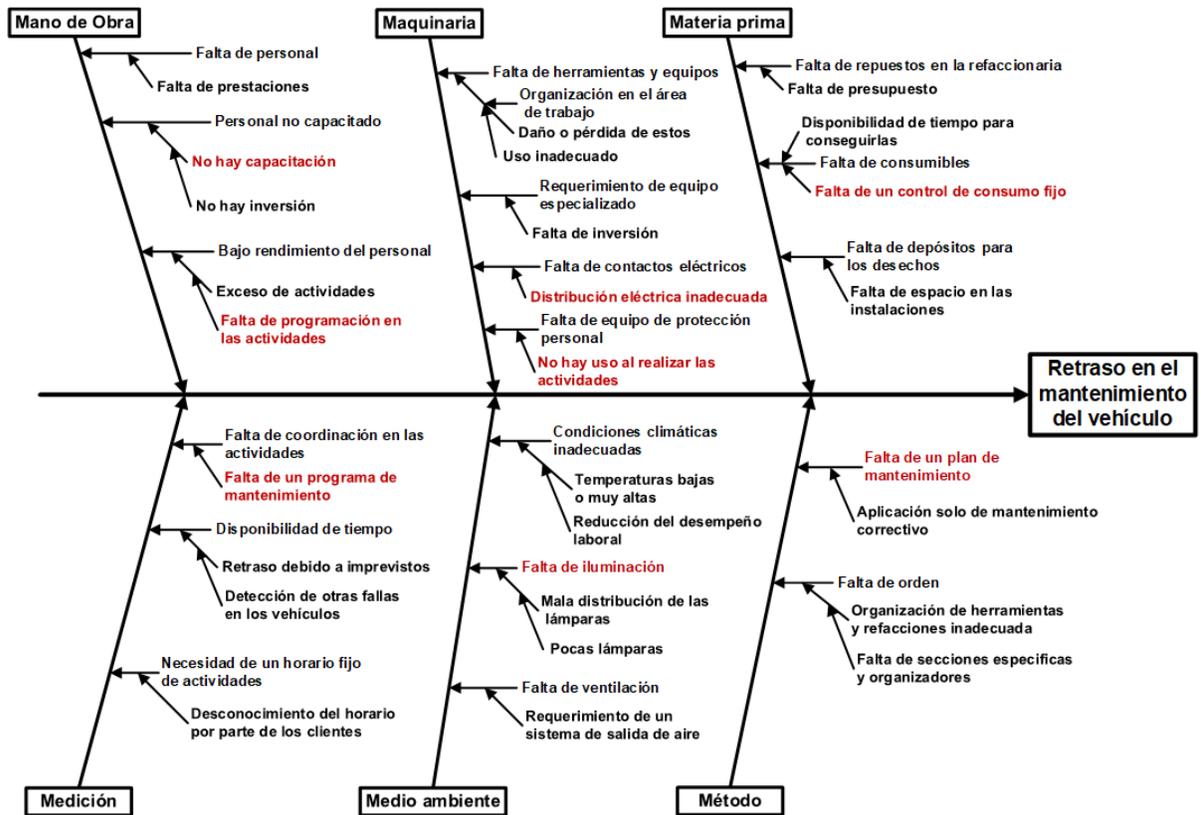


Figura 3.2. Diagrama de Ishikawa (Elaboración propia).

- A partir del diagrama anterior se determinó que las principales causas en cada rama son:
- Mano de obra: La falta de capacitación y de programación en las actividades.
 - Maquinaria: Una distribución eléctrica inadecuada y el uso y/o falta de equipo de protección personal.
 - Materia prima: La falta de un control de consumo fijo.
 - Medición: La falta de un programa de mantenimiento.
 - Medio ambiente: Falta de iluminación, producto de una distribución eléctrica inadecuada.
 - Método: La falta de un plan de mantenimiento.

De acuerdo con el diagrama de causa-efecto, es posible determinar que las principales causas están dirigidas hacia la falta de un plan de mantenimiento y la necesidad de una instalación eléctrica adecuada.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1.4 AMEF'S

Una vez que se han analizado las causas potenciales que se presentan en las actividades de mantenimiento a los vehículos, se deben analizar todos aquellos posibles riesgos o modos de fallas en estos. Para ello se debe recurrir a una herramienta conocida como AMEF (Análisis de Modo de Efecto y Falla), con la cual se podrá evaluar el impacto que tendrán esas fallas y así poder aplicar una solución o forma de prevención a estas.

Para un mejor análisis de vehículo, este se dividió de acuerdo a los sistemas que lo componen, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

3.1.4.1 Sistema del motor

En la Tabla 3.2, se muestra el AMEF del sistema del motor del automóvil.

Tabla 3.2 AMEF del sistema del motor (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)		Responsable: Jesús Miranda Castro		No. AMEF: 1											
Modelo: General		Elaboró: Jesús Miranda Castro		Fecha: 31/10/2020											
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Sistema del motor															
Cuerpo de aceleración; Controlar la entrada de aire al múltiple de admisión	Suciedad	Ineficiencia en el control de aceleración	6	Entrada de partículas extrañas	4	Revisión periódica	Visual	6	144	Limpieza del componente					
Motor de arranque: Iniciar el proceso de combustión en el motor	Daño	Ineficiencia en el encendido	6	Termino de vida útil	3	Ninguno	Visual y presencia de ruidos	5	90	Reemplazo del componente					
	Descalibración	Aceleración irregular	2	Falta de ajuste	5	Ninguno	Auditiva	4	40	Calibración el componente					
Aceite: Lubricar las partes móviles	Quemadura	Perdida de sus propiedades	5	Termino de vida útil	3	Revisión periódica	Visual	5	75	Reemplazo del aceite y del filtro					
Bujías: Transmitir la chispa de encendido dentro de la cámara de combustión del propulsor	Desgaste	Arco eléctrico inadecuado	7	Termino de vida útil	4	Revisión periódica	Visual	4	112	Reemplazo del componente					
Pistones: Transmitir la energía de los gases de la combustión al cigüeñal	Daño en la cabeza	Ineficiencia en el ciclo de combustión	6	Sobrecalentamiento	2	Ninguno	Visual	7	84	Reemplazo del componente					
	Daño en los anillos	Salida de humo del motor	8	Termino de vida útil	2	Ninguno	Visual y presencia de vibración	7	112	Reemplazo del componente					
	Daño en las camisas	Fuga de líquidos	6	Alta temperatura de combustión	2	Ninguno	Visual y presencia de vibración	7	84	Rectificación del bloque del motor					
Juntas: Proporcionar el sellado de los gases de combustión, aceite de lubricación y refrigerante.	Cristalización	Fuga de los gases y líquidos	4	Desgaste por exceso de temperatura	3	Ninguno	Visual	3	36	Reemplazo del componente	Mecánico				
	Rotura	Fuga de los gases y líquidos	4	Termino de vida útil	3	Ninguno	Visual	2	24	Reemplazo del componente					
Cigüeñal: Transformar el movimiento lineal en un movimiento circular y viceversa	Daño	Vibraciones en el motor	8	Lubricación inadecuada	2	Ninguno	Presencia de vibración	5	80	Reparación o reemplazo del componente					
Válvulas: Abrir y cerrar los conductos de admisión y escape	Desalineación	Deficiencia en el cierre y apertura	3	Transmisión de fuerza descentrada	2	Ninguno	Presencia de ruidos	6	36	Alineación del componente					
	Desgaste	Roturas en la zona de contacto	2	Termino de vida útil	2	Ninguno	Presencia de ruidos	6	24	Reemplazo del componente					
Biela: Transferir la fuerza ejercida por el cigüeñal al pistón	Daño	Mal funcionamiento del motor	8	Exceso de temperatura	2	Ninguno	Visual y presencia de vibración	6	96	Reemplazo del componente					
Polea: Absorber las vibraciones generadas en el giro del cigüeñal	Desgaste	Absorción inadecuada de las vibraciones	4	Termino de vida útil	3	Ninguno	Visual y presencia de vibración	5	60	Reemplazo del componente					
		Perdida total de potencia en el motor	8	Termino de vida útil	2	Ninguno	Presencia de vibración y ruidos	5	80	Reemplazo del componente					
Correa de distribución: Sincroniza la rotación del cigüeñal y del árbol de levas.	Rotura	Deficiencia en la potencia del motor	6	Baja tensión o desalineación	3	Ninguno	Presencia de vibración y ruidos	6	108	Reemplazo del componente					
	Daño en la base	Deficiencia en la potencia del motor	6	Tensión excesiva	4	Ninguno	Presencia de vibración y ruidos	6	144	Reemplazo del componente					

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema del motor son:

1. Suciedad en el cuerpo de aceleración (144).
2. Daño en la base de la correa de distribución (144).
3. Desgaste en las bujías (112).
4. Daño en los anillos de los pistones (112).
5. Daño en los dientes de la correa de distribución (108).

A partir de los resultados obtenidos se puede determinar que las fallas con RPN más alto se deben a la falta de revisión periódica, ya que la suciedad y falta de lubricación provocan que los componentes se deterioren, ocasionando que se agrieten y se dañen.

3.1.4.2 Sistema de transmisión

En la Tabla 3.3, se muestra el AMEF del sistema de transmisión del automóvil.

Tabla 3.3 AMEF del sistema de transmisión (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)		Responsable: Jesús Miranda Castro		No. AMEF: 2											
Modelo: General		Elaboro: Jesús Miranda Castro		Fecha: 31/10/2020											
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable/ Fecha de realización	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Sistema de transmisión															
Embrague: Realizar los cambios de velocidad	Desgaste del disco	Dificultad para realizar los cambios de velocidad	6	Termino de vida útil	3	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	6	108	Empaste o reemplazo del componente					
	Deformación del disco	Dificultad para realizar los cambios de velocidad	7	Realización de cambio de manera inadecuada	3	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	6	126	Reemplazo del componente					
	Desgaste del diafragma	Dificultad para realizar los cambios de velocidad	7	Termino de vida útil	3	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	6	108	Reemplazo del componente					
Flechas: Transmitir la rotación	Daño en la bocaflecha	Deficiencia en la transmisión de movimiento	4	Colisión	2	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	4	32	Reemplazo del componente					
	Suciedad	Ruidos	2	Entrada de agua o componentes extraños	4	Ninguno	Auditivo	4	32	Limpieza y engrasado del componente					
Volante de embrague: Almacenar la energía cinética	Deformación	Vibración en el motor	7	Conducción inadecuada	2	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	7	98	Rectificación o reemplazo del componente					
Guardapolvo: Proteger de la suciedad a los componentes	Rotura	Ruidos en el vehículo	3	Desgaste	5	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	2	25	Reemplazo del componente	Mecánico				
	Suciedad	Ruidos	2	Entrada de agua o componentes extraños	4	Ninguno	Auditivo	4	32	Limpieza y engrasado del componente					
Reten: Impedir la entrada de partículas extrañas al motor	Desgaste	Fuga de aceite	5	Termino de vida útil	5	Ninguno	Visual	4	100	Reemplazo del componente					
	Rotura	Fuga de aceite	5	Lubricación inadecuada	4	Ninguno	Visual	6	120	Reemplazo del componente					
Rodamientos: Transferir el movimiento y la carga	Desgaste	Ruidos extraños	3	Termino de vida útil	4	Ninguno	Auditivo	3	36	Reemplazo del componente					
Aceite de transmisión: Lubricar y disipar el calor de los componentes	Quemadura	Perdida de sus propiedades	5	Termino de vida útil	3	Ninguno	Visual	5	75	Reemplazo del aceite					
	Fallo en la varilla de cambios	Dificultad en la inserción de marchas	4	Descalibración	3	Ninguno	Dificultad en la operación del componente	6	72	Calibración del componente					
Caja de velocidades: Controlar la cantidad de revoluciones	Desgaste en los cojinetes	Vibración	2	Termino de vida útil	3	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	7	42	Reemplazo del componente					

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema de transmisión son:

1. Deformación en el disco de embrague (126).
2. Rotura en los retenes (120).
3. Desgaste en el disco de embrague (108).
4. Desgaste en el diafragma de embrague (108).

A partir de este resultado, puede determinarse que la principal falla en el sistema de transmisión se encuentra en el disco y el diafragma del embrague. Debido a que estos funcionan en conjunto, si alguno se daña puede provocar que el otro sufra daño o desgaste prematuro. Generalmente se reemplazan ambos mediante un kit de clutch.

Por otra parte, los retenes son componentes que tienden a sufrir desgaste por contaminación u otros factores que pueden dañarlo. En ocasiones la grasa que los protege se contamina y pierde sus propiedades, provocando daño al componente.

3.1.4.3 Sistema de frenado

En la Tabla 3.4, se muestra el AMEF del sistema de frenado del automóvil.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.4 AMEF del sistema de frenado (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)					Responsable: Jesús Miranda Castro					No. AMEF: 3						
Modelo: General					Elaboró: Jesús Miranda Castro					Fecha: 31/10/2020						
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción				
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T	R P N
Sistema de frenado																
Balatas: Presionar el disco de freno	Desgaste	Frenado ineficiente	7	Término de vida útil	7	Indicador de desgaste	Visual y/o auditiva	2	98	Reemplazo de balatas	Mecánico					
	Fractura	Frenado ineficiente	7	Flexión de la balata	3	Revisión visual	Visual y/o auditiva	8	168	Reemplazo de balatas						
	Suciedad	Atascamiento	4	Entrada de partículas extrañas	7	Colocación correcta	Detección de vibración, ruido y otros	7	196	Reemplazo de balatas						
Tuerca de ajuste: Ajustar las zapatas	Descalibración	Frenado ineficiente	5	Desgaste en las zapatas	4	Calibración periódica	Detección de vibración, ruido y otros	2	40	Calibración periódica						
Disco de freno: Detener la rueda	Deformación	Vibración en el frenado	7	Sobrecalentamiento en la superficie	3	Conducción menos exigente	Detección de vibración, ruido y otros	2	42	Rectificación del disco						
	Rotura	Imposibilidad de giro de la rueda	8	Frenado brusco y desgaste	3	Conducción menos exigente	Detección de vibración, ruido y otros	2	40	Reemplazo del disco						
Líquido de frenos: Transmitir la presión	Degradación de líquido	Frenado ineficiente	5	Contaminación y entrada de humedad	2	Revisión visual	Detección de vibración, ruido y otros	3	30	Cambio de líquido de frenos						
Bomba de freno: Ejercer presión al sistema de frenado	Falta de presión	Frenado ineficiente	10	Desgaste en los sellos	3	Ninguno	Detección de vibración, ruido y otros	3	90	Reemplazo de bomba						
Neumáticos: Transmitir la tracción	Desgaste	Disminución del agarre y deficiencia en la tracción	8	Termino de vida útil	4	Conducción adecuada	Visual	1	32	Reemplazo del neumático						
	Cortes o pinchazos	Falta de agarre y tracción	8	Impactos o incrustación de objetos punzocortantes	7	Ninguno	Visual	1	56	Reemplazo o colocación de parche						
Servofreno: Amplificar la fuerza ejercida sobre el pedal	Daño	Deficiencia en el frenado	8	Término de vida útil	2	Ninguno	Detección de vibración, ruido y otros	4	64	Reparación o reemplazo del componente						
Pedal: Transmitir la fuerza hacia el servofreno	Fractura	Imposibilidad de frenado	5	Desgaste	2	Ninguno	Visual	4	40	Reemplazo del pedal						
	Descalibración	Deficiencia en el frenado	4	Frenado inadecuado	6	Ninguno	Dificultad en la operación del componente	4	96	Calibración periódica						

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema de frenado son:

1. Suciedad en las balatas (196).
2. Fractura en las balatas (168).
3. Desgaste en las balatas (98).
4. Descalibración en el pedal de freno (96).

De acuerdo con estas fallas, se puede concluir que el componente que tiende a fallar en el sistema de frenado son las balatas, ya que pueden sufrir de contaminación, desgaste u otras condiciones dependiendo de las condiciones de la carretera.

Por otro lado, el pedal de freno sufre de descalibración debido al uso constante, por lo que debe calibrarse periódicamente. En ocasiones puede deberse a la entrada de aire en las líneas hidráulicas.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1.4.4 Sistema eléctrico/electrónico

En la Tabla 3.5, se muestra el AMEF del sistema eléctrico-electrónico del automóvil.

Tabla 3.5 AMEF del sistema eléctrico-electrónico (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)				Responsable: Jesús Miranda Castro				No. AMEF: 4							
Modelo: General				Elaboró: Jesús Miranda Castro				Fecha: 31/10/2020							
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Sistema eléctrico/electrónico															
Cableado: transmitir la electricidad a los componentes	Daño	Imposibilidad de accionar el componente	8	Sobrecarga o cortocircuito	7	Fusibles y relevadores	Revisión con detector de corriente	8	448	Utilización de cables de calibre específico	Mecánico				
	Quemadura	Imposibilidad de transmitir la electricidad	8	Sobrecarga o cortocircuito	7	Fusibles y relevadores	Revisión con detector de corriente	3	168	Utilización de cables de calibre específico					
Batería: Almacenar carga eléctrica	Daño	Imposibilidad para dar marcha al motor	6	Termino de vida útil	5	Ninguno	Revisión con multímetro	3	90	Reemplazo del componente					
Alternador: Suministrar electricidad a la batería	Rotura de la banda	Imposibilidad de suministrar carga	2	Desgaste	2	Ninguno	Indicador en el tablero	2	8	Reemplazo del componente					
	Daño	Imposibilidad para suministrar carga	3	Alta demanda de corriente	2	Fusibles y relevadores	Indicador en el tablero	4	24	Reparación o reemplazo del componente					
Caja de fusibles y relevadores: Proteger a los componentes	Daño	Imposibilidad de accionar el componente	4	Sobrecarga o cortocircuito	3	Ninguno	Revisión con multímetro	4	48	Cambio del fusible y/o relevador					
Interruptores: Encender y apagar los componentes	Quemadura	Incapacidad de accionar el componente	7	Termino de vida útil	3	Fusibles y relevadores	Detección de vibración, ruido y otros	4	84	Reemplazo del componente					
Focos: Dar visibilidad al conductor	Daño	Imposibilidad de iluminación	4	Cortocircuito	3	Fusibles y relevadores	Visual	2	24	Reemplazo del componente					
Sensores: Medir determinada magnitud	Daño	Imposibilidad de detectar la magnitud	5	Termino de vida útil	2	Ninguno	Escáner	8	80	Reemplazo del componente					
ECU: Controlar las funciones del motor	Daño	Fallo en el sistema del vehículo	6	Exceso de voltaje	3	Ninguno	Escáner	8	144	Reparación del componente					
	Desprogramación	Fallo en el sistema del vehículo	5	Entrada de agua al módulo	3	Ninguno	Escáner	8	120	Reprogramación del componente					

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema eléctrico-electrónico son:

1. Daño en el cableado (448).
2. Quemadura del cableado (168).
3. Daño en la ECU (144).
4. Desprogramación de la ECU (120).

El sistema eléctrico se ve afectado cuando un cable sufre de algún tipo de daño, el problema radica en la dificultad para localizar el cable dañado, esto debe hacerse con un multímetro.

Por otra parte, el sistema electrónico tiende a sufrir daño en la ECU, ya que la entrada de agua o algún golpe descuidado puede desprogramarla, provocando un consumo excesivo de combustible, vibraciones del motor, imposibilidad para accionar algunos componentes, entre otros problemas.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1.4.5 Sistema de dirección

En la Tabla 3.6, se muestra el AMEF del sistema de dirección del automóvil.

Tabla 3.6 AMEF del sistema de dirección (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)						Responsable: Jesús Miranda Castro				No. AMEF: 5					
Modelo: General						Elaboró: Jesús Miranda Castro				Fecha: 31/10/2020					
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Sistema de dirección															
Bieletas: Transmitir la torsión	Daño	Mal funcionamiento de la dirección	5	Impacto en el componente	4	Ninguno	Comportamiento extraño y vibración	4	80	Reemplazo del componente	Mecánico				
	Desgaste	Deficiencia en la dirección	4	Termino de vida útil	3	Ninguno	Auditivo	2	24	Reemplazo del componente					
Barra estabilizadora: Distribuir el trabajo entre las dos ruedas	Daño	Mal funcionamiento de la dirección	5	Rotura	2	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	4	40	Reparación o reemplazo del componente					
	Rotura	Ruidos en el vehículo	3	Desgaste	5	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	2	25	Reemplazo del componente					
Guardapolvo: Proteger de la suciedad a los componentes	Suciedad	Ruidos	2	Entrada de agua o componentes extraños	4	Ninguno	Auditivo	4	32	Limpieza y engrasado del componente					
	Desgaste	Desgaste prematuro de los neumáticos	3	Termino de vida útil	4	Ninguno	Mal funcionamiento del componente	4	48	Reemplazo del componente					
Terminal: Absorber las irregularidades del suelo	Suciedad	Deficiencia en la dirección	2	Entrada de agua o componentes extraños	3	Ninguno	Comportamiento extraño	6	36	Limpieza y engrasado del componente					
	Daño	Mal funcionamiento de la dirección	7	Desgate	3	Ninguno	Comportamiento extraño	5	105	Reparación o reemplazo del componente					
Bomba de dirección hidráulica: Transferir la energía mecánica en hidráulica	Nivel de líquido bajo	Deficiencia en la dirección del vehículo	5	Fuga de líquido	5	Ninguno	Presencia de ruidos	2	50	Revisión periódica del nivel					
	Daño	Volante rígido	4	Termino de vida útil	3	Ninguno	Mal funcionamiento del componente	6	72	Reparación o reemplazo del componente					
Bujes: Reducir la vibración y el ruido	Rotura	Vibración en el vehículo	5	Desgaste	5	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	4	100	Reemplazo del componente					

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema de dirección son:

1. Daño en la caja de dirección (105).
2. Rotura de los bujes (100).
3. Daño en las bieletas (80).

Uno de los problemas más comunes en el sistema de dirección es la falla en la caja de dirección, esta puede deberse a un desgaste prematuro debido a la contaminación en el lubricante, ya que en ocasiones el guardapolvo sufre alguna rotura, entonces el agua, polvo y otras partículas, generan lodo que degrada las partes internas del componente.

3.1.4.6 Sistema de suspensión

En la Tabla 3.7, se muestra el AMEF del sistema de suspensión del automóvil.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.7 AMEF del sistema de suspensión (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)				Responsable: Jesús Miranda Castro				No. AMEF: 6							
Modelo: General				Elaboró: Jesús Miranda Castro				Fecha: 31/10/2020							
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Sistema de suspensión															
Amortiguadores: Reducen el rebote, la inclinación y el balanceo del vehículo	Desgaste	Rebotes, ruidos y desgates excesivo de neumáticos	7	Termino de vida útil	5	Revisión periódica	Auditivo y comportamiento extraño	4	140	Reemplazo del componente	Mecánico				
Resortes: Amortiguar los impactos convirtiéndolos en vibraciones	Desgaste	Deficiencia en la amortiguación	6	Termino de vida útil	3	Revisión periódica	Auditivo y comportamiento extraño	4	72	Reemplazo del componente					
Horquilla: Mantener un ángulo de inclinación constante	Desgaste en la rotula	Vibración e inclinación del vehículo	5	Termino de vida útil	3	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	3	45	Reemplazo del componente					
	Rotura del buje	Vibración en el vehículo	5	Desgaste	5	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	4	100	Reemplazo del componente					
Masa: Soportar y conectar la llanta con la suspensión	Daño	Deficiencia en la amortiguación	7	Colisión y/o desgaste	2	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	6	84	Reparación o reemplazo del componente					
Guardapolvo: Proteger de la suciedad a los componentes	Rotura	Ruidos en el vehículo	3	Desgaste	5	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	2	25	Reemplazo del componente					
	Suciedad	Ruidos extraños	2	Entrada de agua o componentes extraños	4	Ninguno	Auditivo	4	32	Limpieza y engrasado del componente					
Rotula: Permitir el movimiento de suspensión sobre 3 ejes	Desgaste	Vibración e inclinación del vehículo	5	Termino de vida útil	3	Ninguno	Presencia de ruidos y vibración	3	45	Reemplazo del componente					

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema de suspensión son:

1. Desgaste en los amortiguadores (140).
2. Rotura del buje de la horquilla (100).

Las fallas más críticas en el sistema de suspensión se encuentra en la deficiencia de los amortiguadores, su desgaste depende del uso que se le dé al vehículo y las condiciones de la carretera. Cuando este componente falla el vehículo tendrá rebotes excesivos.

El buje de la horquilla es un componente que reduce las vibraciones ocasionadas por la carretera, cuando este se daña o tiene algún desgaste se produce un exceso de ruidos, chasquidos, golpes o crujidos mientras se conduce.

3.1.4.7 Sistema de refrigeración

En la Tabla 3.8, se muestra el AMEF del sistema de refrigeración del automóvil.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.8 AMEF del sistema de refrigeración (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)				Responsable: Jesús Miranda Castro				No. AMEF: 7							
Modelo: General				Elaboró: Jesús Miranda Castro				Fecha: 31/10/2020							
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Sistema de refrigeración															
Radiador: Disipar la alta temperatura del motor	Daño	Incapacidad para disipar el calor	8	Obstrucción en las rejillas	2	Ninguno	Visual	2	32	Limpieza o reemplazo del componente	Mecánico				
Depósito: Almacenar el refrigerante	Fugas	Derrame del refrigerante	8	Rotura o tapa dañada	2	Ninguno	Visual	2	32	Reemplazo de la tapa					
Bomba: Hacer circular el refrigerante de manera constante	Mal funcionamiento	Incapacidad de hacer fluir el refrigerante	8	Correa de distribución suelta	4	Ninguno	Auditiva	6	192	Ajuste de la correa					
Ventilador: Hacer circular el aire	Daño en el motor	Ineficiencia en el suministro de aire	8	Sobrecarga o corto circuito	2	Fusibles y relevadores	Auditiva	3	48	Reparación del componente					
	Fusible fundido	Incapacidad de suministrar aire	8	Sobrecarga	3	Ninguno	Indicador de temperatura	3	72	Reemplazo del fusible					
Mangueras: Transportar el refrigerante a todo el sistema	Rotura	Fuga del refrigerante	8	Desgaste	2	Ninguno	Indicador de temperatura	4	64	Reemplazo del componente					
Filtro purificador de aire: Retener las partículas del aire	Suciedad	Ineficiencia del filtrado	1	Filtro tapado por impurezas	2	Reemplazo periódico	Detección de vibración, ruido y otros	2	4	Limpieza del componente					
	Contaminado con aceite	Ineficiencia del filtrado	2	Fuga de aceite	5	Revisión periódica	Visual	3	30	Reemplazo del componente					
Refrigerante: Absorber el calor del motor	Contaminación	Ineficiencia en la disipación de calor	2	Corrosión y/o grietas	4	Cambio periódico	Visual	2	16	Cambio de refrigerante					
	Bajo nivel	Deficiencia en la refrigeración	4	Fuga en alguna manguera	4	Revisión periódica	Visual	4	64	Rellenar el depósito					
Termostato: Regular el paso del refrigerante	Daño	Suministro inadecuado del refrigerante	8	Termino de vida útil	2	Fusibles	Indicador de temperatura	7	112	Reemplazo del termostato					

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el sistema de refrigeración son:

1. Mal funcionamiento de la bomba (192).
2. Daño en el termostato (112).

El sistema de refrigeración es vital para el funcionamiento del vehículo, por lo que el mal funcionamiento de la bomba sería perjudicial para este, ya que el motor no disiparía el calor generado por la combustión y a su vez provocaría daño a los demás componentes.

Otra parte importante del sistema es el termostato, cuya función es regular el paso del refrigerante, de tal manera que la temperatura sea la correcta para el funcionamiento adecuado del motor. Esta puede dañarse debido al desgaste, cuando esto sucede debe reemplazarse para evitar daños a otros componentes.

3.1.4.8 Carrocería y chasis

En la Tabla 3.9, se muestra el AMEF de la carrocería y chasis del automóvil.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.9 AMEF de la carrocería y chasis (Elaboración propia).

Equipo o Máquina: Vehículo (Taxi)		Responsable: Jesús Miranda Castro						No. AMEF: 8							
Modelo: General		Elaboró: Jesús Miranda Castro						Fecha: 31/10/2020							
Artículo/ Función	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causas potenciales/ Mecanismos de falla	O C U R	Control actual de prevención	Control actual de detección	D E T	R P N	Acción recomendada	Responsable	Resultados de la acción			
												Acciones tomadas	S E V	O C U R	D E T
Carrocería y chasis															
Facia: Amortiguar los efectos en caso de una colisión	Rotura	Deficiencia en la protección contra colisiones	4	Colisión	3	Ninguno	Visual	3	36	Reparación o remplazo del componente	Mecánico				
Retrovisores: Proporcionar visibilidad del área detrás del vehículo	Rotura	Imposibilidad para ver el área trasera	6	Golpe o colisión	4	Ninguno	Visual	3	72	Reemplazar el componente					
Parabrisas: Permitir la visibilidad, obtener aerodinámica y proteger del viento.	Rotura	Deficiencia en la visibilidad	5	Golpe o colisión	3	Ninguno	Visual	3	45	Reemplazo del componente					
Puerta: Permitir la entrada y salida del vehículo	Daño en los pernos	Dificultad en la apertura y cerradura	8	Desgaste	3	Ninguno	Visual	3	72	Reemplazo de los pernos					
Limpiaparabrisas: Barrer la lluvia y remover impurezas en el parabrisas	Daño	Imposibilidad de limpiar el parabrisas	4	Colisión o falla en algún relevador	2	Ninguno	Visual	3	24	Reparación o reemplazo del componente					

De acuerdo al RPN (Número de Prioridad de Riesgo), se identificó que las fallas más críticas en el chasis y carrocería del automóvil son:

1. Rotura de los retrovisores (72).
2. Daño en los pernos de la puerta (72).

La carrocería la componen accesorios, que, si bien no impiden el funcionamiento del vehículo, proporcionan seguridad al conductor. Tal es el caso de los retrovisores que permiten tener visibilidad a las partes laterales y trasera del vehículo. El no contar con este componente podría ser la causa de un accidente.

Otro componente importante son las puertas del vehículo, las cuales tienden a sufrir daño en los pernos que las sostienen, provocando que el cierre y la apertura no sea la adecuada, poniendo en riesgo al conductor y a los pasajeros.

Cabe resaltar que no se consideró el chasis del vehículo, debido a que este solo sufre de fallas cuando existe una colisión de alta magnitud.

3.2 Formatos

Actualmente el procedimiento administrativo para las actividades de mantenimiento a los vehículos se realiza de manera informal. Por tal motivo surge la propuesta de algunos formatos que servirán para el registro y control de las actividades. En la Tabla 3.10, se muestra la

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

clasificación propuesta de los folios que se incluirán en cada uno de los formatos.

Tabla 3.10 Código para la identificación de los formatos (Elaboración propia).

Código de clasificación para los formatos					
Dígitos (1 y 2)		Dígitos (3 y 4)		Dígitos (5 y 10)	
Área administrativa	AA	Urgente	UR	Día/Mes/Año	(5)(6) / (7)(8) / (9)(10)
Área de mantenimiento	AM	Preferente	PR		
Otras áreas	AO	Normal	NO		

3.2.1 Formato general para el registro de las actividades

Se propone que el formato mostrado en la Figura 3.3, se genere como un block de notas de remisión y sea utilizado para cada actividad realizada.

 <p>SATELITAXI S.C. Registro de actividades Folio: AMNO151220</p>			
Información del cliente			
Nombre:			Teléfono:
Vehículo:			Modelo:
No. Unidad:	Kilometraje:		Placa:
Acciones realizadas			
Cotización			
Consumibles		Unidades	Costo
Refacciones		Unidades	Costo
Mano de obra			Costo
Tipo de pago:		Costo total:	
Conductor	Taller Automotriz	Refaccionaria	Sello
_____ Nombre y firma	_____ Cargo, Nombre y Firma	_____ Cargo, Nombre y Firma	

Figura 3.3. Formato para el registro de actividades (Elaboración propia).

3.2.2 Formato de checklist de servicio para afinación básica

En la Figura 3.4, se muestra el formato propuesto de checklist para la realización de la afinación básica a los vehículos. Este formato servirá para llevar un control de las actividades

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

realizadas y las que faltan por realizar, además de poder registrar observaciones para futuras actividades.

 SATELITAXI S.C. Checklist de servicio para afinación básica			
			Folio: AMNO151220
Lista de revisión			
Nombre:			Teléfono:
Vehículo:			Modelo:
No. De unidad:	Kilometraje:		Placa:
Actividad	Efectuada		Observaciones
	Si	No	
Inicio del procedimiento			
Cambio de aceite de motor			
Cambio de filtro purificador de aire			
Cambio de filtro de gasolina			
Finalización del procedimiento			
Recolección y acomodo de la herramienta utilizada			
Limpieza del área de trabajo			
Área de Mantenimiento Automotriz  _____ Nombre, Firma y Cargo			Sello

Figura 3.4. Formato de checklist de servicio para afinación básica (Elaboración propia).

3.2.3 Formato de checklist de servicio para afinación completa

En la Figura 3.5, se muestra el formato propuesto de checklist para la realización de la afinación completa a los vehículos.

 SATELITAXI S.C. Checklist de servicio para afinación completa			
			Folio: AMNO151220
Lista de revisión			
Nombre:			Teléfono:
Vehículo:			Modelo:
No. De unidad:	Kilometraje:	Placa:	
Actividad	Efectuada		Observaciones
	Si	No	
Inicio del procedimiento			
Cambio de aceite de motor			
Cambio de filtro purificador de aire			
Cambio de filtro de gasolina			
Cambio de bujías			
Cambio de cables de bujías			
Cambio de refrigerante			
Lavado de inyectores			
Finalización del procedimiento			
Recolección y acomodo de la herramienta utilizada			
Limpieza del área de trabajo			
Área de Mantenimiento Automotriz _____ Nombre, Firma y Cargo			Sello

Figura 3.5. Formato de checklist de servicio para afinación completa (Elaboración propia).

3.2.4 Formato de checklist de servicio por deficiencia del sistema de frenado

En la Figura 3.6, se muestra el formato propuesto de checklist para la realización del servicio por deficiencia en el sistema de frenado.

 SATELITAXI S.C. Checklist de servicio por deficiencia en el sistema de frenado Folio: AMNO151220					
Lista de revisión					
Nombre:				Teléfono:	
Vehículo:				Modelo:	
No. De unidad:		Kilometraje:		Placa:	
Actividad	Efectuada		Observaciones		
	Si	No			
Inicio del procedimiento					
Revisión de líquido de frenos					
Revisión de balatas delanteras					
Revisión de balatas traseras					
Calibración de los frenos					
Revisión de la presión de la bomba de freno					
Finalización del procedimiento					
Recolección y acomodo de la herramienta utilizada					
Limpieza del área de trabajo					
Área de Mantenimiento Automotriz  _____ Nombre, Firma y Cargo				Sello	

Figura 3.6. Formato de checklist de servicio por deficiencia en el sistema de frenado (Elaboración propia).

3.2.5 Formato de checklist de servicio por detección de vibración y ruidos extraños

En la Figura 3.7, se muestra el formato propuesto de checklist para la realización del servicio por detección de vibración y ruidos extraños.

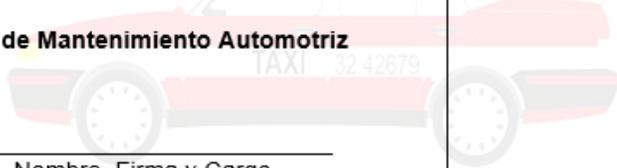
 SATELITAXI S.C. Checklist de servicio por detección de vibración y ruidos extraños Folio: AMNO151220			
Lista de revisión			
Nombre:			Teléfono:
Vehículo:			Modelo:
No. De unidad:	Kilometraje:	Placa:	
Actividad	Efectuada		Observaciones
	Si	No	
Inicio del procedimiento			
Revisión de terminales			
Revisión de rotulas			
Revisión de amortiguadores			
Revisión de base de amortiguador			
Revisión de resortes			
Revisión de baleros de rueda			
Revisión de soportes del motor			
Revisión de bujes			
Revisión de tolvas			
Finalización del procedimiento			
Recolección y acomodo de la herramienta utilizada			
Limpieza del área de trabajo			
Área de Mantenimiento Automotriz  _____ Nombre, Firma y Cargo			Sello

Figura 3.7. Formato de checklist de servicio por detección de vibración y ruidos extraños (Elaboración propia).

3.2.6 Formato de oficio

En la Figura 3.8, se muestra el formato de oficio, el cual podrá utilizarse para la solicitud de algún equipo, herramienta o algún otro requerimiento hacia el área administrativa.



SATELITAXI S.C.
(Lugar y fecha de expedición)

OFICIO: AMNO151220
Área administrativa
(Nombre del titular)
(Cargo)
Asunto: Solicitud de (Razón de solicitud)

Por medio de la presente, yo, C. _____,
perteneciente al área _____ me permito solicitar

_____, por motivo de

_____.

Sin más por el momento, agradezco de antemano la atención prestada al presente
oficio y quedo a la espera de su pronta respuesta. Reciba un cordial saludo.



Nombre, Firma y Cargo

CCP. (Área(s) correspondiente(s))

Figura 3.8. Formato de oficio (Elaboración propia).

3.2.7 Formato de correo electrónico

En la Figura 3.9, se muestra el formato de correo electrónico, el cual se pretende que sirva para realizar solicitudes de manera informal al área administrativa.

Para: satelitaxi@gmail.com
Asunto:
CC:
CCO:
Estimado(a) _____.
Mi nombre es _____ y actualmente me desempeño como _____, en el área _____ dentro de la empresa Satelitaxi S.C.
A través de este e-mail _____

Agradezco de antemano su atención y espero su pronta respuesta.
Un cordial saludo, _____.

Figura 3.9. Formato de correo electrónico (Elaboración propia).

3.2.8 Formato de memoria fotográfica

En la Figura 3.10, se muestra el formato de memoria fotográfica, el cual servirá para tener un registro de las condiciones en las que el cliente entrega el vehículo.

 <p>SATELITAXI S.C. Memoria fotográfica</p> <p style="text-align: right; color: red;">Folio: AMNO151220</p>					
Lista de revisión					
Nombre:			Teléfono:		
Vehículo:			Modelo:		
No. Unidad:		Kilometraje:		Placa:	
Estado de la unidad					
Acciones a realizar					
Taller Automotriz	Refaccionaria		Sello		
_____	_____				
Cargo, Nombre y Firma	Cargo, Nombre y Firma				
Nota: Anexar fotografías de la situación.					

Figura 3.10. Formato de memoria fotográfica (Elaboración propia).

3.3 Instalación eléctrica

De acuerdo a los resultados obtenidos del diagrama de Ishikawa, una de las causas que se presentan con mayor frecuencia es la inadecuada instalación eléctrica, lo cual afecta la realización de las actividades de mantenimiento, al no contar con la iluminación, ni la cantidad de contactos adecuados.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012, se muestra la siguiente tabla sobre el amperaje soportado por los cables de cobre.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.11 Ampacidad en conductores de cobre (Ortíz, 2012).

Temperatura	60°C	75°C	90°C
Aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
Calibre	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A

La herramienta eléctrica que requiere de mayor corriente de alimentación en la soldadora, la cual tienen una tasa de corriente máxima de alimentación de 32.7 A, según la ficha técnica mostrada en la Figura 3.11.

HIGH POWER DE MEXICO S.A. DE C.V. CUTTLAHUAC NO. 9 COL. BARRAGÁN Y HERNANDEZ, GUAD., JAL., MÉXICO.			
Tipo (Typ): ARC120		No. Ser.:	
		EN 60 974-1: 2005	
		20A / 20.8V - 160A / 26.4V	
		X (%)	60 35
		I ₂ (A)	124 160
		U ₂ (V)	25.0 26.4
U ₀ =67V			
U ₁ =230V		I _{1max} = 32.7 A	I _{1eff} = 20.0A
IP21S			

Figura 3.11 Ficha técnica de soldadora inversora Múnich mi-200.

Con base a la información anterior, se considera viable que el cable requerido para la instalación eléctrica sea el calibre 8 AWG, debido a que cumple con las especificaciones necesarias al soportar el amperaje resultante de 8 lámparas LED de 48 watts que consumen 3.5 A aproximadamente, resultando un total de 36.12 A.

3.3.1 Iluminación

La falta de iluminación es uno de los factores por el cual una actividad puede realizarse requiriendo mayor tiempo, al dificultarse la visibilidad de algunos componentes. En el taller de la empresa pueden encontrarse solo dos iluminarias en el techo, lo cual dificulta las actividades cuando el día esta nublado, además de que el ángulo de iluminación no cubre la mayoría de zonas del vehículo. Por esta razón se considera la colocación de lámparas led laterales las cuales permitirán que el mecánico tenga mejor visibilidad de las partes del vehículo.

En la Figura 3.12, se puede observar los únicos dos contactos con los que cuenta el taller ubicados en la pared izquierda del taller, además de la colocación de las lámparas led, las cuales están posicionadas a 1.5 metros de altura.

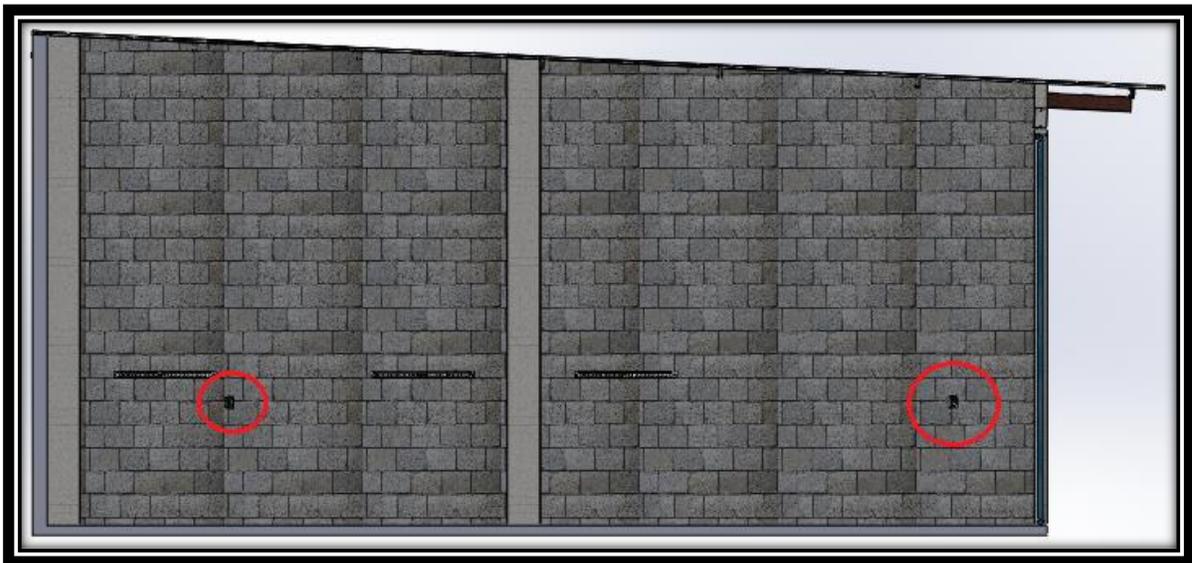


Figura 3.12 Contactos y lámparas de la pared izquierda (Elaboración propia).

La distribución de las lámparas y contactos resulta de la siguiente manera:

1. En la pared izquierda 3 lámparas y 3 contactos (apagador y conexión)
2. En la pared derecha 3 lámparas y 3 contactos (apagador y conexión)
3. En la pared trasera 2 lámparas y 2 contactos (apagador y conexión).

3.3.1.1 Calculo de luminosidad

Primero se realiza el cálculo del área con la que cuenta el taller, ocupando las medidas vistas en el apartado 1.1.2, las cuales son: Parte trasera 8 metros, largo 10 metros y parte delantera 6.5 metros, formando un área trapezoidal. La fórmula para calcular el área es la siguiente:

$$\text{Área} = [(\text{Base mayor} + \text{Base menor}) * \text{Altura}] / 2$$

Después se sustituyen los valores, considerando que solo se requiere la iluminación adecuada para las áreas de mantenimiento a los vehículos, por lo que el largo y la parte delantera del taller solo se consideran como 7 metros, la sustitución de valores es la siguiente:

$$\text{Área} = [(8 \text{ m} + 7 \text{ m}) * 7 \text{ m}] / 2 = 52.5 \text{ m}^2$$

La fórmula para calcular la cantidad de lúmenes necesarios es la siguiente:

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m}$$

Donde:

Φ_T = Flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (Lúmenes).

E_m = Nivel de iluminación medio en Luxes .

S = superficie a iluminar en m^2 .

C_u = Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo emitido por la fuente luminosa. Lo proporciona el fabricante de la luminaria. Es 0.98 para iluminación LED.

C_m = Coeficiente de mantenimiento. Es el cociente que indica el grado de conservación de una luminaria. Es 0.96 para iluminación LED.

$$\Phi_T = \frac{500 \text{ luxes} * 52.5 \text{ m}^2}{0.98 * 0.96} \approx 27,901.78 \text{ lúmenes}$$

Para el taller se consideraron 8 lámparas LED de tipo regleta de la marca megaluz de 48 watts y con flujo luminoso de 3840 lúmenes, obteniendo un flujo luminoso de 30,720 lúmenes.

3.3.1.2 Colocación de luminarias

Las lámparas se colocan como se muestra en las Figuras 3.13, 3.14 y 3.15.

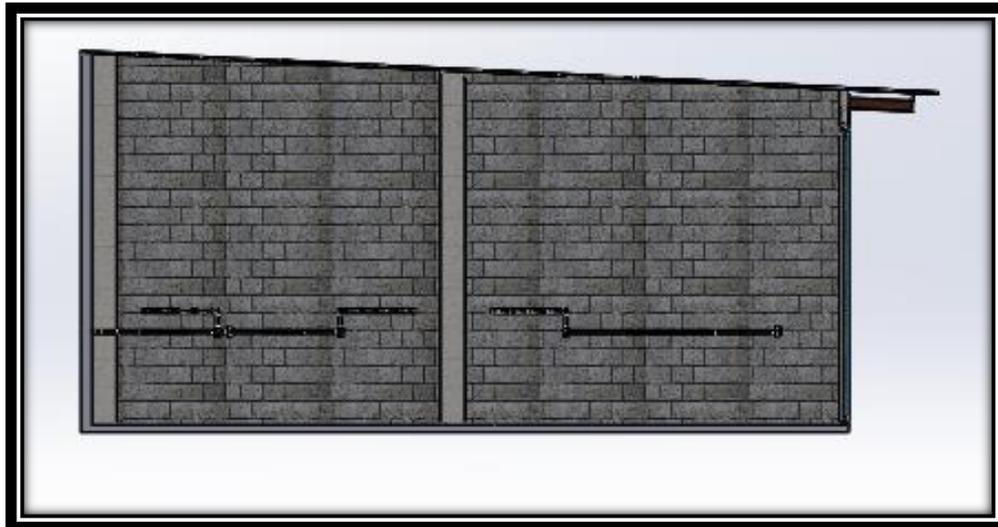


Figura 3.13 Lámparas en la pared izquierda (Elaboración propia)..

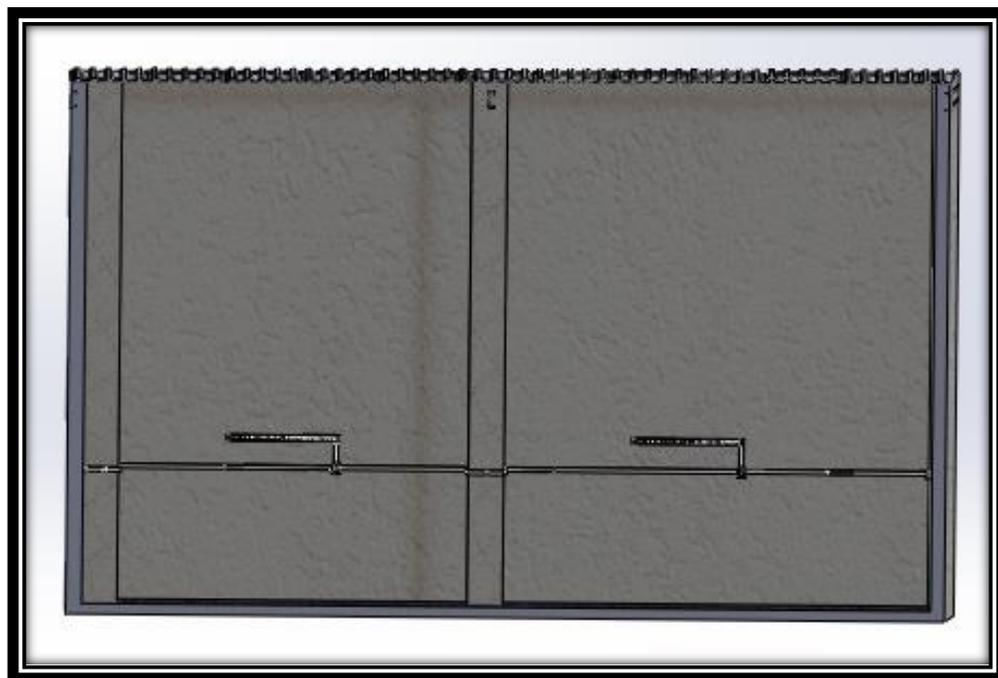


Figura 3.14 Lámparas en la pared trasera (Elaboración propia).

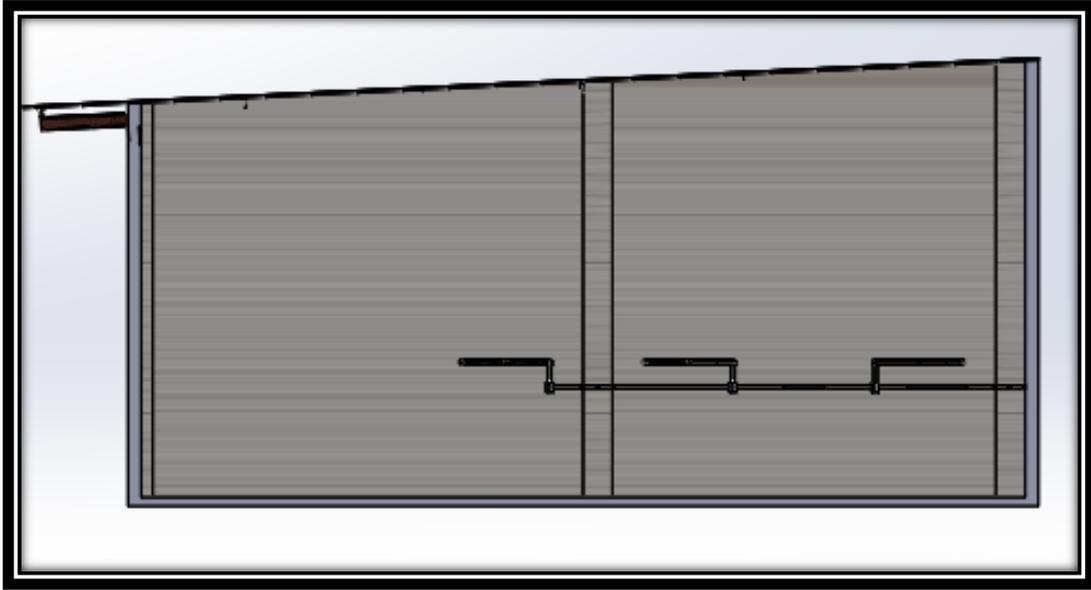


Figura 3.15 Lámparas en la pared derecha (Elaboración propia).

En la Figura 3.16 se muestra la colocación de una de las lámparas, su apagador, un contacto y la instalación eléctrica de tipo oculto.

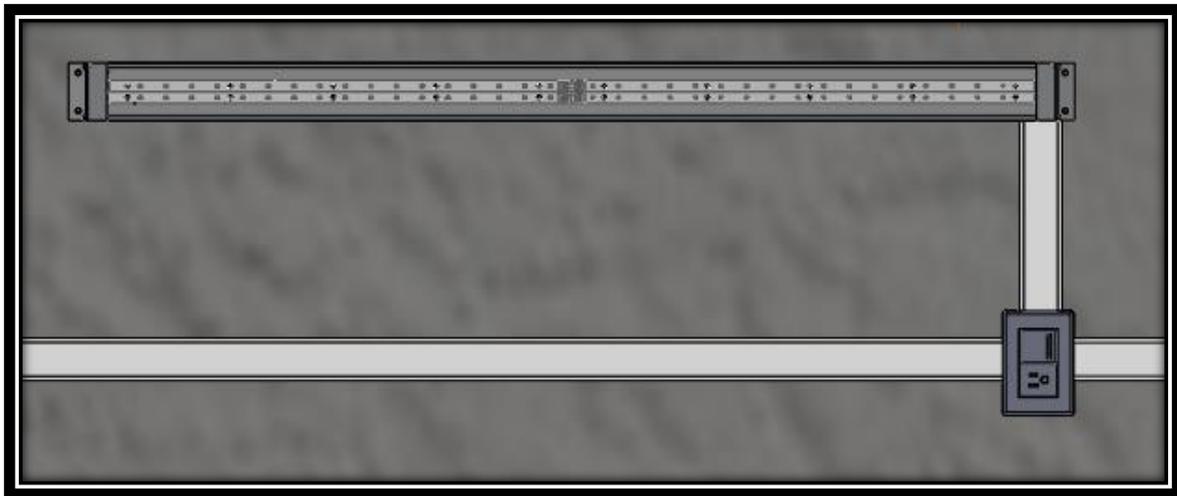


Figura 3.16 Muestra de la colocación de una lámpara (Elaboración propia).

3.3.1.3 Costo de la instalación

Para poder realizar el calculo de costos se requiere de calcular las cantidades de cable y canaletas necesarias, las cuales son:

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.12 Cantidad de cable y canaletas (Elaboración propia).

Nombre	Pared izquierda	Pared derecha	Pared trasera	Total
Canaleta	6 metros	6.4 metros	8.4 metros	20.8 metros
Cable Fase	6 metros	6.4 metros	8.4 metros	20.8 metros
Cable neutro	6 metros	6.4 metros	8.4 metros	20.8 metros

El costo de la instalación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.13 Costo de la instalación eléctrica (Elaboración propia).

Nombre	Imagen	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Caja de Cable blanco THW-LS/THHW-LS 90°C 600 Volts, Calibre 8 AWG		1	\$2,952.88	\$2,952.88
Caja de Cable rojo THW-LS/THHW-LS 90°C 600 Volts, Calibre 8 AWG		1	\$2,952.88	\$2,952.88
Lámpara LED de 48 watts		8	\$170.00	\$1,360.00
Canaleta blanca de 25x25 mm de 2 metros		11	\$42.07	\$462.77
Placa armada de 2 módulos		8	\$87.41	\$699.28
Costo total				\$8,427.81

3.4 Líneas

Esta propuesta surge por la necesidad de la seguridad para las personas que entren al área de trabajo mientras se realizan las actividades de mantenimiento, de manera que no resulten expuestos y pueda haber cierta restricción para que no haya interferencia durante las actividades. Considerando las dimensiones promedio de los vehículos, las líneas de precaución tienen un largo de 5 metros y un ancho de 2.5 metros, espacio suficiente para que el mecánico pueda realizar las actividades. En la Figura 3.17 se muestra la colocación del vehículo dentro del área.

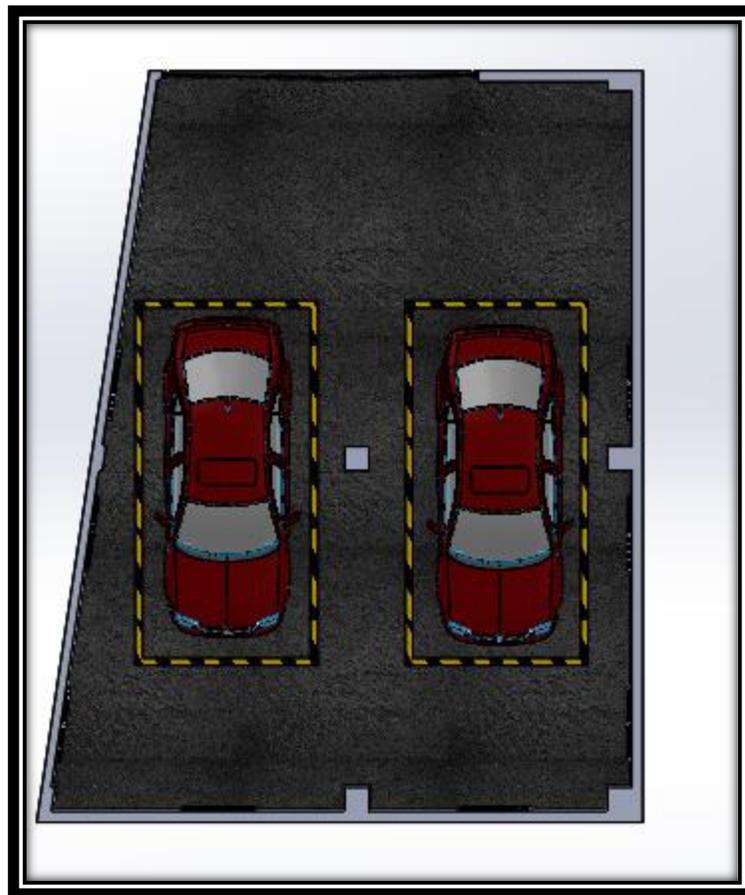


Figura 3.17 Posición de los vehículos dentro del área (Elaboración propia).

En la Figura 3.18 se muestran las mejoras propuestas a la instalación eléctrica y a la seguridad del taller.



Figura 3.18 Propuesta de mejora al taller (Elaboración propia).

3.5 Costos y presupuestos

Para llevar a cabo el plan de mantenimiento se requiere de un análisis de costos que cubra los equipos, herramientas, consumibles, mano de obra y equipo de protección personal que se requieren para realizar las actividades.

3.5.1 Costos por mano de obra

En la Tabla 3.14, se muestra el costo de las actividades de mantenimiento más frecuentes.

Tabla 3.14 Precios de las actividades de mantenimiento (Elaboración propia).

Costo de actividades	
Actividad	Costo
Limpieza del cuerpo de aceleración	\$ 180.00
Lavado de inyectores	\$ 150.00
Cambio de disco de freno	\$ 100.00
Cambio de soportes del motor	\$ 150.00
Cambio de bocaflecha	\$ 100.00
Cambio de focos	\$ 50.00
Cambio de pernos puerta	\$ 150.00
Engrasado de componentes	\$ 150.00

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Cambio de retén de boca flechas	\$ 150.00
Cambio de filtro de gasolina	\$ 50.00
Cambio de retén del cigüeñal (Lado de la caja de cambios)	\$ 500.00
Cambio de retén cigüeñal y árbol de levas	\$ 500.00
Cambio de retén cigüeñal y árbol de levas (Aveo)	\$ 900.00
Cambio de retén cigüeñal y árbol de levas (Matiz)	\$ 800.00
Cambio de retén cigüeñal y árbol de levas (Spark)	\$ 900.00
Cambio de retén cigüeñal y árbol de levas (Tiida)	\$ 1100.00
Cambio de clutch	\$ 500.00
Cambio de clutch (Aveo)	\$ 900.00
Cambio de clutch (Matiz)	\$ 800.00
Cambio de clutch (Spark)	\$ 900.00
Cambio de clutch (Tiida)	\$ 1100.00
Cambio de amortiguadores traseros	\$ 180.00
Cambio de amortiguadores delanteros	\$ 200.00
Cambio de cubrepolvo	\$ 130.00
Cambio de junta	\$ 1000.00
Ajuste de motor	\$ 4500.00
Cambio de líquido de frenos	\$ 200.00
Cambio de aceite	\$ 40.00
Cambio de filtro de aire	\$ 10.00
Cambio de balatas delanteras	\$ 100.00
Cambio de aceite de transmisión	\$ 70.00
Cambio de balatas traseras	\$ 150.00
Cambio de bujías	\$ 50.00
Cambio de refrigerante	\$ 70.00
Cambio de rotulas	\$ 100.00
Cambio de bieletas	\$ 100.00
Cambio de baleros delanteros	\$ 250.00
Cambio de baleros traseros	\$ 200.00
Cambio de neumáticos	\$ 40.00
Cambio de cables de bujías	\$ 40.00
Cambio de caja de dirección	\$ 300.00
Calibración de freno	\$ 40.00
Cambio de terminales	\$ 100.00
Cambio de bujes horquilla	\$ 200.00
Cambio de bujes de puente	\$ 350.00

A partir de la tabla anterior se puede determinar el número de actividades aproximadas que se realizarán a los vehículos en el lapso de un año.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Tabla 3.15 Costos de mano de obra por unidad en 1 año (Elaboración propia).

Actividad	Costo	Veces por año	Costo total
Cambio de filtro purificador de aire	\$ 10.00	4	\$ 40.00
Cambio de aceite de motor	\$ 40.00	6	\$ 240.00
Cambio de balatas delanteras	\$ 100.00	2	\$ 200.00
Cambio de balatas traseras	\$ 150.00	2	\$ 300.00
Cambio de bujías	\$ 50.00	2	\$ 100.00
Cambio de filtro de gasolina	\$ 50.00	4	\$ 200.00
Cambio de refrigerante	\$ 70.00	1	\$ 70.00
Limpieza del cuerpo de aceleración	\$ 180.00	2	\$ 360.00
Lavado de inyectores	\$ 150.00	2	\$ 300.00
Calibración del sistema de frenado	\$ 40.00	4	\$ 160.00
Total			\$ 1970.00

La empresa cuenta con aproximadamente 100 unidades, por lo que el costo por mano de obra total es de \$ 197,000.00.

3.5.2 Costos por equipos y herramientas

En la Tabla 3.16 se muestra el costo total de los equipos y la herramienta necesaria para las actividades de mantenimiento.

Tabla 3.16 Costo de equipos y herramientas (Elaboración propia).

Equipos y herramientas				
Nombre	Imagen	Costo Unitario	Cantidad	Total
Tornillo de banco truper de 5 in		\$ 1,750.00	1	\$ 1,750.00
Kit de gato hidráulico de 2 toneladas, torres y camilla Duralast (5 piezas)		\$ 1,999.00	1	\$ 1,999.00

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

<p>Esmeril de banco Stanley de 1/2 in</p>		<p>\$ 1,425.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 1,425.00</p>
<p>Soldadora inversora Múnich 200 Amperes 110/220 portátil</p>		<p>\$ 2,689.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 2,689.00</p>
<p>Gato hidráulico tipo botella 6 toneladas Truper</p>		<p>\$ 589.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 589.00</p>
<p>Set de Taladro y Atornillador inalámbricos MILWAUKEE</p>		<p>\$ 6,710.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 6,710.00</p>
<p>Kit de esmeriladora Black+Decker de 820 w y 7 discos angulares de 4 1/2 "</p>		<p>\$ 549.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 549.00</p>
<p>Juego de matraca y dados duralast (47 piezas de 3/8 ")</p>		<p>\$ 2,250.00</p>	<p>2</p>	<p>\$ 4,500.00</p>
<p>Vernier digital con resolución de 0.0005"</p>		<p>\$ 1,342.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 1,342.00</p>

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Mazo de caucho de 16 onzas		\$ 220.00	1	\$ 220.00
Kit de remachadora con 40 remaches Wolfox		\$ 91.00	1	\$ 91.00
Juego de pinzas		\$ 219.00	2	\$ 438.00
Juego Llaves Combinadas Mixtas 22 Pz Pretul		\$669.00	2	\$ 1338.00
Kit Herramientas Mecánicas Set Dados Desarmador Puntas		\$ 399.00	2	\$ 798.00
Multímetro de gancho 200a Ac 600v Ac Dc Ohm Capacitores Ut210c		\$ 990.00	1	\$ 990.00
Pinza Pela Cables Calibres 10-22 AWG Automática Truper		\$ 299.00	1	\$ 299.00
Torquímetro tipo matraca 1/2 in Pittsburgh Automotive		\$ 1,399.00	1	\$ 1,399.00

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Juego de llaves Allen profesionales largas 30 Piezas		\$ 229.00	1	\$ 229.00
Lave de impacto eléctrica de 1/2 in		\$ 2,199.00	1	\$ 2,199.00
Compresor de aire eléctrico Monofásico Truper COMP-50LT 120V 60Hz		\$ 4,050	1	\$ 4,050
Juego de 12 accesorios para taller		\$ 294.92	1	\$ 294.92
Opresor de anillos de pistón de 80 a 110 mm		\$ 289.00	1	\$ 289.00
Opresor de resortes para amortiguadores con apertura de 370 mm		\$ 510.00	1	\$ 510.00
Costo total				\$ 34,697.92

3.5.3 Costos por accesorios y consumibles

En la Tabla 3.17 se muestra el costo total de los accesorios.

Tabla 3.17 Costo de los accesorios (Elaboración propia).

Accesorios				
Nombre	Imagen	Costo	Cantidad	Costo total
Kit de 13 brocas truper para metal HSS		\$ 325.00	2	\$ 650.00
Grasa Skf para baleros, mazas y rodamientos 4 Kg		\$ 689.00	1	\$ 689.00
Juego de 18 piezas para compresor de aire Truper		\$ 484.00	1	\$ 484.00
Soldadura infra punta naranja 5 Kg 6013 de 1/8 in		\$ 389.00	1	\$ 389.00
Cepillo de alambre de acero reforzado 4 X 16 Urrea		\$ 50.00	1	\$ 50.00
Costo total				\$ 2,262.00

3.5.4 Costos por equipo de protección personal

En la Figura 3.18 se muestra el costo total de los equipos de protección personal.

Tabla 3.18 Costo del equipo de protección personal (Elaboración propia).

Equipo de protección personal				
Nombre	Imagen	Costo	Cantidad	Total
Tapones auditivos, tipo diadema		\$ 75.00	2	\$ 150.00
Goggles de Seguridad		\$ 462.00	2	\$ 924.00
Guantes de protección para mecánica		\$ 792.00	2	\$ 1584.00
Mascarilla de protección		\$ 220.00	2	\$ 440.00
Careta para soldar electrónica negra Mod Falcon 440 Furius		\$ 575.00	1	\$ 575.00

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

<p>Kit de seguridad para el soldador, guantes, mangas, peto</p>		<p>\$ 368.00</p>	<p>1</p>	<p>\$ 368.00</p>
<p>Costo total</p>				<p>\$ 4,041.00</p>

3.5.5 Costos por salario y suministros

De acuerdo con Talent.com (2021), se calcula que en promedio un mecánico automotriz gana \$ 57.53 por hora, esto basado en 17,357 salarios. A partir de esto se obtuvo la siguiente tabla.

Tabla 3.19 Salario anual (Elaboración propia).

<p>Salario</p>				
<p>Hora</p>	<p>Día (8 horas)</p>	<p>Semana (5 días)</p>	<p>Mes (20 días)</p>	<p>Año (12 meses)</p>
<p>\$ 57.53</p>	<p>\$ 460.24</p>	<p>\$ 2,301.20</p>	<p>\$ 9,204.80</p>	<p>\$ 110,457.60</p>

De acuerdo con información proporcionada por el personal de mantenimiento se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3.20 Costo de suministros (Elaboración propia).

<p>Costos</p>	
<p>Electricidad</p>	
<p>Bimestral</p>	<p>Anual</p>
<p>\$ 2,000.00</p>	<p>\$ 12,000.00</p>

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Plan de acción

Una vez que se han determinado las fallas más críticas de acuerdo al RPN, se procede a realizar el plan de acción de mantenimiento preventivo para las fallas detectadas. En la Tabla 4.1, se muestra el plan desarrollado.

Tabla 4.1 Plan de mantenimiento preventivo (Elaboración propia).

Sistema del motor					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Suciedad en el cuerpo de aceleración	Ineficiencia en el control de aceleración	Limpieza periódica del componente	Cada 3 meses o 10 000 km	Debido a que pueden agregarse partículas que obstruyen su correcto funcionamiento, esta actividad se realiza en la afinación completa
2	Desgaste en las bujías	Arco eléctrico inadecuado	Revisión periódica del desgaste	Cada 3 meses o 10 000 km	Deben revisarse para corroborar el desgaste que ha tenido el electrodo
3	Daño en los anillos de los pistones	Salida de humo del motor	Ajuste de los anillos	Al salir humo excesivo durante la aceleración	El anillado del motor dependerá de las condiciones a las que este sea sometido
4	Daño en los dientes de la correa de distribución	Deficiencia en la potencia del motor	Revisión de su funcionamiento y apariencia	Cada 18 meses o 60 000 km	Esto dependerá de la calidad del componente y las condiciones de operación
Sistema de transmisión					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Deformación en el disco de embrague	Dificultad para realizar los cambios de velocidad	Revisión y reemplazo si es necesario	Cada 3 años o 150 000 km	Esto dependerá del uso del vehículo
2	Rotura en los retenes	Fuga de aceite	Revisión y lubricación del componente	Cada 5 meses o 15 000 km	Cada afinación completa debe realizarse una inspección para comprobar su desgaste
3	Desgaste en el disco de embrague	Dificultad para realizar los cambios de velocidad	Revisión y empaste del disco	Cada 3 años o 150 000 km	Esto dependerá de las condiciones en las que opere el vehículo
4	Desgaste en el diafragma de embrague	Dificultad para realizar los cambios de velocidad	Revisión y reemplazo si es necesario	Cada 3 años o 150 000 km	Esto dependerá de las condiciones en las que opere el vehículo
Sistema de frenado					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Suciedad en las balatas	Atascamiento en el freno	Revisión periódica	Cada mes y medio o 5 000 km	Debido a las condiciones de la carretera, este componente debe revisarse frecuentemente
2	Fractura en las balatas	Frenado ineficiente	Reemplazo de las balatas cuando se presentan ruidos	Cada 6 meses o 20 000 km si son las delanteras y el doble si son las traseras	Antes de causar daño al disco de freno, estas deberán reemplazarse
3	Desgaste en las balatas	Frenado ineficiente	Revisión del indicador de desgaste	Cada mes y medio o 5 000 km	Cada afinación básica debe revisarse el nivel de desgaste que ha tenido la pastilla
4	Descalibración en el pedal de freno	Deficiencia en el frenado	Calibración periódica	Cada mes y medio o 5 000 km	Debido al uso constante, este pierde firmeza por lo que debe ajustarse periódicamente
Sistema eléctrico/electrónico					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Daño en el cableado	Imposibilidad de accionar el componente	Revisión visual	Cada 5 meses o 15 000 km	Se recomienda una inspección cada afinación completa para descartar posibles daños
2	Quemadura del cableado	Imposibilidad de transmitir la electricidad	Revisión con multimetro	Cada 5 meses o 15 000 km	Se recomienda una inspección cada afinación completa para descartar posibles daños
3	Daño en la ECU	Fallo en el sistema del vehículo	Revisión del cableado	Cada 5 meses o 15 000 km	Cada afinación completa debe escanearse para revisar las magnitudes que controla
4	Desprogramación de la ECU	Fallo en el sistema del vehículo	Escaneo y ajuste de la ECU	Cada 5 meses o 15 000 km	Puede desprogramarse fácilmente, por lo que requiere revisión frecuente
Sistema de dirección					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Daño en la caja de dirección	Mal funcionamiento de la dirección	Lubricación y reemplazo de guardapolvo	Cada 5 meses o 15 000 km	Cada afinación completa debe inspeccionarse para asegurar un correcto funcionamiento
2	Rotura de los bujes	Vibración en el vehículo	Revisión y lubricación	Cada mes y medio o 5 000 km	Debido a su función, debe revisarse periódicamente para verificar su estado
3	Daño en las bieletas	Mal funcionamiento de la dirección	Revisión de la firmeza del componente	Cada 5 meses o 15 000 km	Debe revisarse su funcionamiento para evitar deficiencias en el sistema de dirección
Sistema de suspensión					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Desgaste en los amortiguadores	Rebotes, ruidos y desgates excesivos de neumáticos	Revisión periódica	Cada mes y medio o 5 000 km	Cada afinación básica se debe verificar el desgaste del componente
2	Rotura del buje de la horquilla	Vibración en el vehículo	Revisión de la firmeza del componente	Cada 5 meses o 15 000 km	Cada afinación completa se recomienda una inspección de la firmeza del componente
Sistema de refrigeración					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Mal funcionamiento de la bomba	Incapacidad de hacer fluir el refrigerante	Revisión periódica del funcionamiento de la bomba	Cada 5 meses o 15 000 km	Cada afinación completa se recomienda una inspección del funcionamiento del componente
2	Daño en el termostato	Suministro inadecuado del refrigerante	Limpieza periódica	Cada 5 meses o 15 000 km	Cada afinación completa debe limpiarse para evitar obstrucciones
Carrocería y chasis					
No.	Posible falla	Efecto	Acción preventiva	Periodicidad	Justificación
1	Rotura de los retrovisores	Imposibilidad para ver el área trasera	Ajuste de los retrovisores	Cada 3 meses o 10 000 km	Deben ajustarse para tener una adecuada visibilidad
2	Daño en los pernos de la puerta	Dificultad en la apertura y cerradura	Revisión y ajuste del apriete de los pernos	Cada 3 meses o 10 000 km	Se recomienda una inspección para ajustar la caída de la puerta

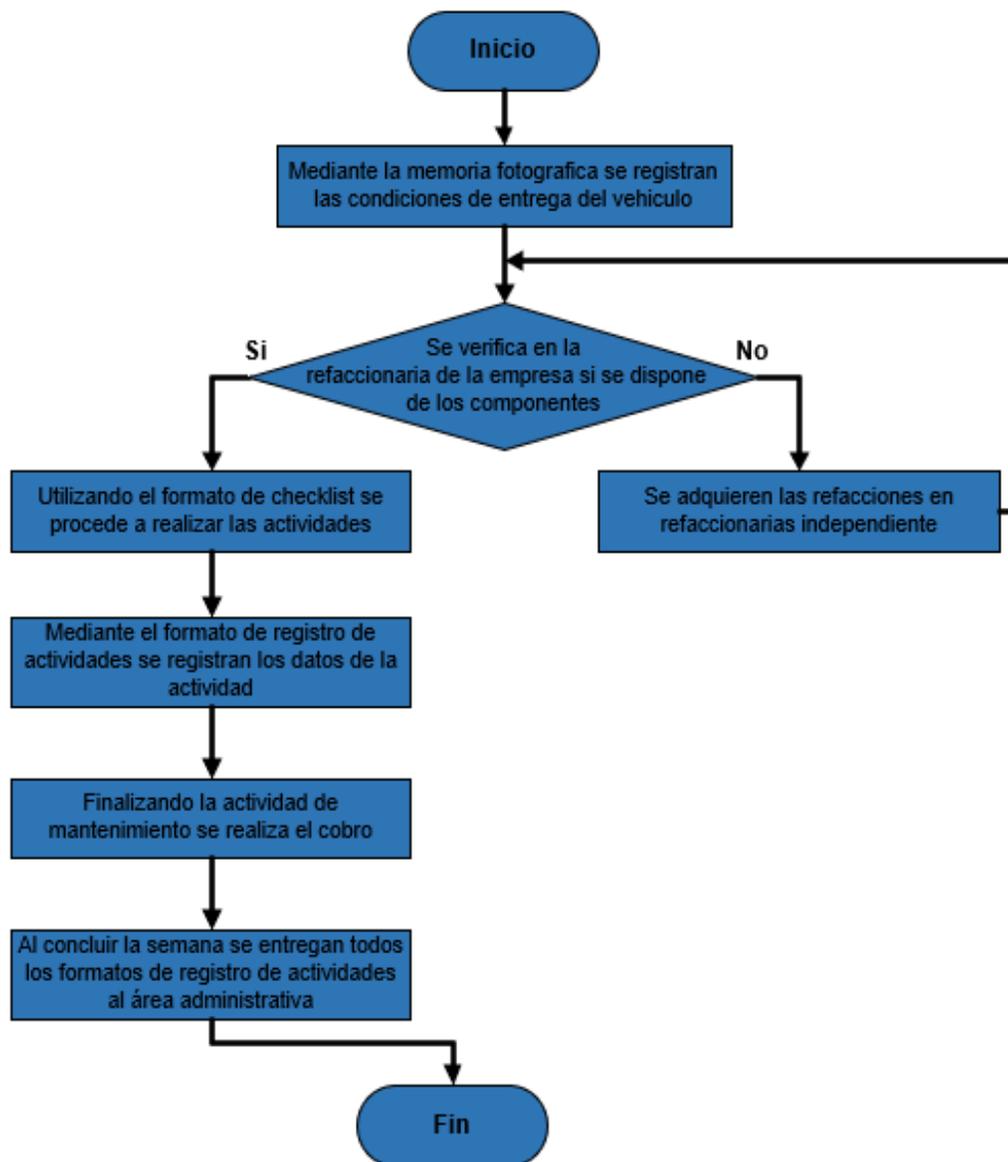


Figura 4.1. Procedimiento administrativo para la realización del mantenimiento (Elaboración propia).

4.3.1 Costo total del mantenimiento

En la Tabla 4.3, se muestra el costo total del mantenimiento. Cabe resaltar que es una aproximación de los costos finales, ya que estos podrán variar de acuerdo a la inflación de la moneda y algunas otras condiciones.

Tabla 4.3 Costo total del mantenimiento (Elaboración propia).

Costo total	
Categoría	Costo
Mano de obra	\$ 197,000.00
Equipos y herramientas	\$ 34,697.92
Accesorios y consumibles	\$ 2,262.00
Equipo de protección personal	\$ 4,041.00
Instalación eléctrica	\$8,427.81
Salario y suministros	\$ 122,457.60
Total	\$ 368,886.33

CONCLUSIONES

Puede concluirse que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo permitirá a la empresa, reducir los costos generados. Ya que se evitarán gastos por mantenimiento correctivo y perdidas por la inactividad de los vehículos durante dichas actividades. Además, permitirá a la empresa mantener en buenas condiciones las unidades con las que cuenta, contribuyendo a brindar un servicio de calidad.

El impacto que tendrá la programación de las actividades, permitirá que el personal de mantenimiento, tenga una estimación del tiempo que tomara realizar las actividades preventivas y pueda tener un control de estas. A su vez le permitirá aprovechar el tiempo laboral de manera eficiente.

En el caso de la utilización de formatos, estos servirán para llevar un registro de las actividades ya realizadas, de modo que se pueda llevar un control fijo de la inversión del mantenimiento y modificar o generar nuevas estrategias, que permitan realizar mejoras al plan ya propuesto.

Finalmente, la elaboración y aplicación del manual de procedimientos, permitirá que los actuales y futuros miembros del área de mantenimiento, realicen las actividades de manera estructurada y de manera segura.

RECOMENDACIONES

Aunque se haya realizado la propuesta de mantenimiento, se recomienda invertir en herramientas y equipos específicos, que permiten realizar actividades de calibración, medición, detección, entre otras. Ya que estas permitirán realizar con mayor rapidez y eficacia las actividades de mantenimiento. Además, permitirá tener mejores resultados, debido a que se tendrá una mejor perspectiva de las condiciones del vehículo.

También se recomienda no escatimar en inversiones para equipos de seguridad, ya que las condiciones de trabajo y las actividades que se realizan pueden poner en riesgo la seguridad del personal. Cabe mencionar que el personal debe ser consciente de eso y portar en todo momento el equipo de protección personal especificado, debido a que se trabajara con fluidos contaminantes y materiales con cierto grado de toxicidad. También debe seguir los procedimientos de seguridad especificados en el manual de procedimientos, para no ponerse en riesgo.

Otro punto importante es que, para realizar las actividades diarias, se requiere que las instalaciones sean adecuadas para la ejecución de las actividades, ya que los equipos requieren de una instalación eléctrica adecuada, además de condiciones de temperatura y humedad específicas.

Se recomienda informar a los conductores de las unidades, sobre la programación de actividades, de modo que puedan llevar un control sobre el tiempo aproximado para la realización de las actividades preventivas, de modo que la realización de estas no interfiera con su horario de operación, contribuyendo de esta manera a que no haya una reducción en sus ingresos.

Es de gran importancia mantener en orden el área de trabajo, por lo que al terminar las actividades debe guardarse la herramienta utilizada y se recomienda barrer el espacio que ocupó el vehículo, ya que las condiciones de las calles y carreteras en la zona provocan que se adhiera

RECOMENDACIONES

polvo y partículas contaminantes al vehículo, las cuales se desprenden durante las actividades. También se recomienda solicitar depósitos para la colocación de componentes desechados, así como de fluidos contaminantes, ya que actualmente o se dispone de un espacio específico para almacenar dichos fluidos, por lo que en ocasiones hay derrames dentro del taller.

REFERENCIAS

- Alarcón, J. (2008). NOM-025-STPS-2008. México.
- Alarcón, J. (2008). NOM-026-STPS-2008. México.
- Allali, A. (2016). Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de València.
- Alvarado, D. (2015). Nitro.PE. Perú. Obtenido de <https://www.nitro.pe>.
- Autozone. (2021). Autozone. Obtenido de <https://www.autozone.com.mx/lp/duralast>
- Chirinos, J. (2018). Mundo motor. Venezuela. Obtenido de <https://www.mundodelmotor.net>.
- Gaytán, A. (2000). Administración del mantenimiento (Tesis de maestría). Universidad de Nuevo León, Monterrey.
- Infra. (2021). Grupo infra. Obtenido de <https://grupoinfra.com/>
- Michelin. (2020). Viamichelin. Obtenido de <https://www.viamichelin.es/>
- Müller, F. (1957). Diccionario técnico de mecánica de automoviles (1ra ed.). Santiago de Chile: Colección automotriz Femusa.
- Ortíz, L. (2012). NOM-001-SEDE-2012. México.
- Padilla, C. (2012). Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de Cañar (Tesis de ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana.
- Rodríguez, J., & Pinzón, A. (2015). Propuesta de un plan de mantenimiento de la flota de taxis Hyundai Atos de la empresa ADMITAXI S.A.S. (Monografía de grado). Universidad ECCI.
- Satelitaxi.S.C. (2021). Información general. Martínez de la Torre, Veracruz.
- Solís, E., & Mejía, G. (2011). Implementación de un software para proceso de reparación y mantenimiento preventivo en el parque automotor del ilustre municipio del Cantón Píllaro Provincia de Tungurahua (Tesis de ingeniería). Escuela Superior Politécnica de

REFERENCIAS

Chimborazo, Ecuador.

Talent.com. (2021). Talen.com. Obtenido de <https://mx.talent.com/>

Tamex. (2021). Tamex. Obtenido de <https://www.tamex.mx/>

Toyota. (1996). Fundamentos de servicio. Japón: Overseas Service Division.

Truper. (2021). Truper. Obtenido de <https://www.truper.com/>

ANEXO 1. INVENTARIO

Tabla 5.1 Inventario.

Máquinas y herramientas pesadas		
Pluma para motores	Desmontador de llantas	Esmeril de banco
Tornillo de banco	Gato de patín	Prensa hidráulica
Compresor con manguera de aire		
Herramientas		
Juego de dados entrada de 3/8 in (7 piezas)		
Juego de dados entrada de 1/2 in (11 piezas)		
Juego de puntas Torx y llaves Allen (7 piezas)		
Desarmador pirinola plano (rojo)	Desarmador de cruz azul	
Dado de 1/2 in con entrada de 5/8 in	Dado de 1/2 in con entrada de 16 mm	
Dado de 1/2 in con entrada de 19 mm	Dado de 1/2 in con entrada de 21 mm	
Dado de 1/2 in con entrada de 22 mm	Dado de 1/2 in con entrada de 1 1/16 in	
Dado de 1/2 in con entrada de 1 3/16 in	Dado de 1/2 in con entrada de 1 1/4 in	
Dado de 3/8 in con entrada de 9 mm	Dado de 3/8 in con entrada de 18 mm	
Dado de 3/8 in con entrada de 13/16 in	Juego de llaves "L" Allen	
Juego de llaves de punta Torx verde	Juego de puntas Torx (5 piezas)	
Extensión de 6 in con salida de 3/8 in	Extensión de 3 in con salida de 3/8 in	
Extensión de 3 in con salida de 1/2 in	Extensión de 5 in con salida de 1/2 in	
Extensión de 10 in con salida de 1/2 in	Reducción de 1/2 in a 3/8 in	
Espátula calibradora	Medidor de presión de gasolina	
2 ganchos opresores de resorte	Opresor de anillos	
Torque de 1/2 in	Nudo de 1/2 in	Llave de 9 mm
Llave de 11 mm	Llave de 12 mm	Llave de 16 mm
Llave de 17 mm	Llave de 18 mm	Llave de 19 mm
Llave de 21 mm	Matraca de 1/2 in	Maneral de 1/2 in
Maneral de 3/4 in	Bieletero	Maceta
Mazo de goma	2 torres chicas	2 torres grandes
Llave de cruz	Extractor de poleas	Pinza de seguros
Cuña para rotulas	Cinzel delgado	Boya lava inyectores
Otros		
Mesa para comer	Extensión con enchufe	Bomba fumigadora
Extensión para foco	Tina para aceite	Tambor para aceite
Mesa de trabajo	Diablo	2 sillas
Ventilador	Lámpara	Extintor

ANEXO 2. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Tabla 6.1 Diagnóstico preliminar.

Semana 1		
15/09/20	Cambio de clutch	#658
15/09/20	Ajuste de abrazaderas de dirección	#817
16/09/20	Reparación de marcha y cambio de aceite	#619
16/09/20	Cambio de aceite y chequeo de línea de escape	#819
17/09/20	Cambio de aceite	#692
18/09/20	Cambio de aceite y calibración de balatas	#889
19/09/20	Cambio de aceite	#604
Semana 2		
21/09/20	Cambio de balatas traseras	#619
22/09/20	Cambio de distribución	#807
23/09/20	Chequeo de luces y cambio de pernos	#49
24/09/20	Cambio de aceite de transmisión	#602
25/09/20	Cambio de par de rotulas izquierda y derecha	#747
26/09/20	Cambio de kit de clutch	#888
Semana 3		
28/09/20	Limpieza y calibrado de freno. Cambio de focos y fusibles	#819
30/09/20	Cambio de balero y cambio de junta de cubrepolvo de flecha	#601
01/10/20	Cambio de balatas delanteras	#951
02/10/20	Cambio de bujes de la horquilla	#267
03/10/20	Cambio de balatas	#658
Semana 4		
05/10/20	Cambio de bieletas, de terminales y del soporte inferior	#680
06/10/20	Cambio de soportes y de bujes	Nissan Tiida #454
07/10/20	Engrasado de boca flecha	Nissan Matiz #600
07/10/20	Cambio de aceite	#658
09/10/20	Cambio de pernos	#045
09/10/20	Calibrado de freno	Nissan Matiz #801
10/10/20	Cambio de rotula y de terminal	#344
Semana 5		
12/10/20	Revisión de balatas las cuales estaban en buenas condiciones, solo que un poco sucias.	Nissan Tiida
12/10/20	Ajuste de baleros, ya que las ruedas traseras estaban algo sueltas.	Nissan Matiz

ANEXO 2. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

15/10/20	Cambio de aceite	Nissan Tiida
15/10/20	Cambio de aceite	Nissan March
16/10/20	Cambio de aceite, cambio de llantas traseras por delanteras y viceversa, revisión de balatas.	Nissan Tsuru
16/10/20	Cambio de aceite.	Nissan Tsuru
Semana 6		
19/10/20	Cambio de aceite y cambio de filtro de aire	Nissan Tsuru
19/10/20	Cambio de aceite, cambio de filtro de aire y cambio de filtro de gasolina	Nissan Tsuru
20/10/20	Cambio de baleros y de bieletas	Nissan Matiz
22/10/20	Cambio de filtro de gasolina y cambio de aceite	Nissan Matiz
23/10/20	Reparación de mango derecho, cambio de horquilla y cambio de filtro de gasolina	Nissan Matiz
24/10/20	Revisión de suspensión	Nissan Tsuru

ANEXO 3. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS



Índice

Índice.....	1
Introducción.....	2
Procedimientos de seguridad.....	3
1. Actividades.....	4
1.1 Afinación básica.....	4
1.1.1 Cambio de aceite.....	4
1.1.2 Cambio de filtro purificador de aire.....	8
1.1.3 Cambio de filtro de gasolina.....	10
1.2 Afinación completa.....	12
1.2.1 Cambio de bujías.....	12
1.2.2 Cambio de refrigerante.....	16
1.2.3 Lavado de inyectores.....	17
1.3 Cambio de balatas.....	20
1.3.1 Balatas delanteras.....	20
1.3.2 Balatas traseras.....	23
1.4 Cambio de bieletas y terminal de dirección.....	26
1.5 Cambio de amortiguadores.....	28
1.5.1 Amortiguadores delanteros.....	28
1.5.2 Amortiguadores traseros.....	32
1.6 Engrasado de flechas.....	34
1.7 Cambio de baleros.....	37

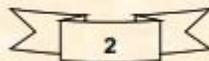


Introducción

Hoy en días los automóviles se han convertido en un recurso indispensable con el que las personas pueden transportarse rápidamente a su trabajo, a la escuela o para el desempeño de alguna otra actividad.

Sin embargo, el uso constante de estos, provoca que sus componentes se desgasten y una vez que su tiempo de vida útil termina, estos comienzan a presentar fallas y provocan un funcionamiento irregular, por lo cual debe llevarse a revisión, afinación o para el cambio de algún componente.

En el siguiente manual se describen los procedimientos que se realizan con mayor frecuencia a los automóviles, como son: afinación básica y completa, cambios de balatas, de bieletas, de amortiguadores, entre otros. También se mencionan las herramientas, equipo de protección personal y algunos otros componentes que se requieren para realizar dichas actividades.



Procedimientos de seguridad

1. En conjunto con los procedimientos que se describen en este manual, es importante portar adecuadamente el equipo de protección personal, como lo son: goggles de seguridad, mascarilla de protección y guantes para mecánico.
2. Antes de comenzar con las actividades de mantenimiento al vehículo, es importante que la palanca de cambios este neutralizada y el freno de mano se encuentre activado.
3. Para actividades que requieran interactuar con gasolina, es indispensable desconectar la batería y retirarla. De otro modo se corre el riesgo de incendio.
4. Al concluir las actividades, se debe inspeccionar visualmente que todo esté conectado correctamente.
5. Durante actividades que requieran arrancar el motor, el personal no deberá situarse al frente ni detrás del vehículo.
6. Al finalizar las actividades, se debe colocar la herramienta en su lugar y verificar que esté completa.



1. Actividades

1.1 Afinación básica

La afinación básica de un automóvil consiste en la realización de cambio de aceite de motor, de filtro purificador de aire y de gasolina cada 5000 km.

1.1.1 Cambio de aceite

Equipos, herramientas y otros

- a) Kit de llaves
- b) Tina para aceite
- c) Gato hidráulico de patín
- d) Torres de seguridad
- e) Camilla
- f) Embudo
- g) Trapo

Equipo de protección personal

- a) Goggles de seguridad
- b) Guantes
- c) Mascarilla de protección

Procedimiento

Para realizar el cambio de aceite se requiere de 2 componentes principales:

1. Filtro de aceite (Figura 1a).
2. Aceite (Figura 1b).

Las unidades con las que cuenta la empresa Satelitaxi S.C., requieren de entre 3 y 4 litros de aceite. Para realizar el cambio se requiere que el motor haya calentado durante al menos 5 minutos.





Figura 1. Componentes para el cambio de aceite (Satelitaxi.S.C., 2021).

Una vez que se cumple lo anterior se abre el cofre del vehículo y se ubica la posición del filtro, como se muestra en la Figura 2. Esta dependerá del tipo de vehículo, pero siempre estará junto al bloque del motor.



Figura 2. Ubicación del filtro de aceite (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se coloca la tina debajo del filtro, para que al retirarlo se eviten derrames. Luego se utiliza el gato hidráulico para elevar ligeramente el auto y se coloca la torre de seguridad.

Mediante la camilla, el mecánico debe situarse debajo del motor y utilizando la llave adecuada se remueve el tapón del cárter de aceite, mostrado en la Figura 3, procurando que este caiga dentro de la tina.



Figura 3. Ubicación del tapón del cárter (Satelitaxi.S.C., 2021).

Una vez que el aceite se ha drenado por completo se coloca el tapón del cárter, se retira la torre de seguridad y el gato hidráulico.

Lo siguiente es rellenar con el aceite el nuevo filtro y girarlo un poco para que se absorba, como se muestra en la Figura 4. Después se coloca.



Figura 4. Llenado del nuevo filtro de aceite (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se procede a retirar el tapón superior del motor y con el trapo se limpia la entrada, como se muestra en la Figura 5.





Figura 5. Ubicación del tapón de aceite (Satelitaxi.S.C., 2021).

Utilizando el embudo se vierten 3 litros del aceite, se coloca el tapón y se arranca el motor durante un par de minutos, esto para que el aceite se distribuya. Se apaga el motor y mediante la bayoneta se comprueba el nivel de aceite, como se muestra en la Figura 6. Se agrega aceite hasta que el nivel del aceite se encuentre en el nivel correcto.

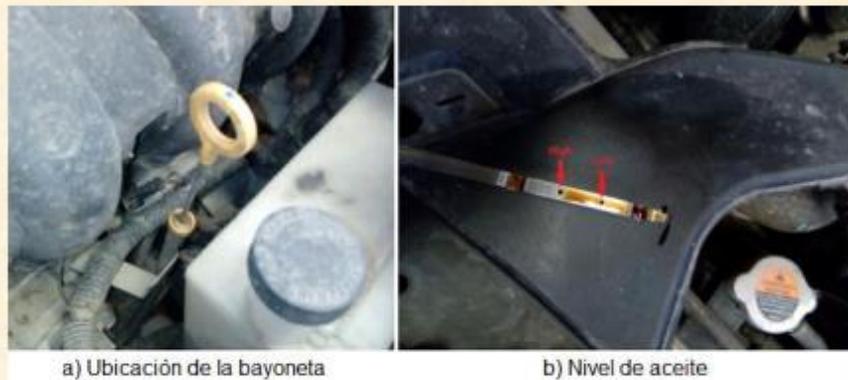


Figura 6. Comprobación del nivel de aceite (Satelitaxi.S.C., 2021).

Este procedimiento se realiza de la misma forma para Nissan March, Matiz, Tiida, Tsuru, Versa y Chevrolet Aveo y Spark. Solo varía la ubicación del filtro y del tapón del aceite.

1.1.2 Cambio de filtro purificador de aire

Equipos, herramientas y otros

- a) Kit de destornilladores
- b) Compresor
- c) Pistola de aire

Equipo de protección personal

- a) Goggles de seguridad
- b) Guantes
- c) Mascarilla

Procedimiento

El filtro purificador de aire se encuentra dentro de una caja, tal como se muestra en la Figura 7, la cual es sujeta por unos seguros metálicos, en el caso del Nissan Matiz y Chevrolet Aveo se utiliza un destornillador para retirar la tapa.



Figura 7. Ubicación del filtro purificador de aire (Satelitaxi.S.C., 2021)

Una vez retirada la tapa, se remueve el filtro, este es de formas distintas de acuerdo al tipo de vehículo, en las Figuras 8a, 8b y 8c, se muestran los más comunes. Ya que se haya retirado el filtro viejo, se limpia la caja con el compresor y la pistola de aire, se coloca el nuevo filtro, se coloca la tapa y se ajustan los seguros o tornillos.



Figura 8. Tipos de filtro purificador de aire

En la Figura 8d, se muestra un filtro que solo esta empolvado. Cuando el filtro está en buen estado y no está contaminado por aceite, se puede utilizar el compresor y la pistola de aire para limpiarlo.

1.1.3 Cambio de filtro de gasolina

Equipos, herramientas y otros

- a) Kit de destornilladores
- b) Pinza mecánica
- c) Pinzas de punta
- d) Juego de dados de 3/8 in
- e) Matraca de 3/8 in

Equipo de protección personal

- a) Goggles de seguridad
- b) Guantes
- c) Mascarilla de protección

Procedimiento

Hay distintos tipos de filtro, de acuerdo al tipo de vehículo. En la Figura 9, se muestra uno de los filtros.



Figura 9. Filtro de gasolina (Satelitaxi.S.C., 2021).

En los vehículos Tsuru, el filtro de gasolina se encuentra dentro del cofre, tal como se muestra en la Figura 10. Utilizando un destornillador se aflojan las abrazaderas, procurando no quitarlas por completo. Después con la pinza mecánica se remueven las mangueras y se libera el filtro.

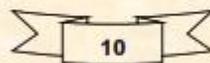




Figura 10. Ubicación de filtro de gasolina en Tsuru (Satelitaxi.S.C., 2021)

Una vez liberado el filtro viejo se colocan las mangueras al nuevo filtro y se aprietan las abrazaderas. En los vehículos Aveo, Matiz y Spark, el filtro se encuentra debajo de él, cerca de la rueda trasera derecha, tal como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Ubicación de filtro de gasolina en Aveo, Matiz y Spark (Satelitaxi.S.C., 2021)

Para quitar el filtro se remueven los soportes y el cable de tierra conectado a este, utilizando la matraca y el dado correcto. Este filtro esta sujetado por dos seguros, los cuales se liberan utilizando pinzas de pinta delgada y un destornillador plano delgado. Una vez liberados los seguros se reemplaza el filtro, se aprietan los seguros, se conecta el cable de tierra y se aseguran los soportes.

Los vehículos Tiida, March y Versa no cuentan con un filtro de gasolina externo, ya que cuentan con un cedazo dentro de la bomba de gasolina, el cual cumple la función de filtrado.

1.2 Afinación completa

La afinación completa de un automóvil consiste en realizar las actividades de la afinación básica, más cambio de bujías, de refrigerante y lavado de inyectores.

1.2.1 Cambio de bujías

Equipos, herramientas y otros

- a) Dado para bujías
- b) Matraca 3/8 in
- c) Kit de destornilladores
- d) Juego de dados de 3/8 in
- e) Extensión de 3/8 in

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

En los vehículos Tsuru, Matiz y Aveo se deben quitar los cables y utilizando la matraca, la extensión y el dado para bujías, se desatornillan como se muestra en la Figura 13.



Figura 12. Desatornillado de bujías (Satelitaxi.S.C., 2021).



Cuando se han desatornillado todas las bujías, se retiran utilizando los mismos cables. Luego se colocan las nuevas bujías de manera cuidadosa y se atorullan como se muestra en el Figura 13, pero sin apretar en exceso ya que podrían fracturarse.



Figura 13. Atornillado de bujías (Satelitaxi.S.C., 2021).

Para el reemplazo de cables, lo primero que debe hacerse es retirarlos aplicando un poco de fuerza. Ya que se hayan retirado se colocan los cables nuevos.



a) Terminal de distribuidor



b) Terminal de bobinas

Figura 14. Cables de bujías (Satelitaxi.S.C., 2021).

En los vehículos March, Spark, Tiida y Versa, lo primero a realizar es desconectar los arneses, las mangueras de vacío y desatornillar el pleno de admisión, tal como se muestra en la Figura 15.



Figura 15. Pleno de admisión de Versa (Satelitaxi.S.C., 2021).

Una vez que se quita el pleno de admisión se retiran las bobinas individuales mostradas en la Figura 16.



Figura 16. Bobinas (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se desatornillan las bujías utilizando la matraca, la extensión y el dado de bujías. Se retiran las bujías, se colocan las nuevas y se atornillan. En la Figura 17 se muestra el lugar de colocación de las bujías.



Figura 17. Colocación de bujías (Satelitaxi.S.C., 2021).

1.2.2 Cambio de refrigerante

Equipos, herramientas y otros

- a) Embudo
- b) Tina para fluidos

Equipo de protección personal

- a) Guantes

Procedimiento

En la parte inferior del radiador se encuentra el tapón de drenado. Se coloca una tina debajo y se gira el tapón para que el refrigerante viejo salga. Una vez que se ha drenado por completo se aprieta el tapón. En la figura 18, se muestra el tapón de llenado. Este se remueve y utilizando el embudo se rellena con el refrigerante.



Figura 18. Tapa de llenado para el refrigerante (Satelitaxi.S.C., 2021).

Cuando se alcanza el límite, se purgan las líneas aplicando presión en las mangueras mas gruesas y se agrega mas refrigerante. El procedimiento se repite hasta que las líneas se llenan por completo, luego se coloca el tapón.

1.2.3 Lavado de inyectores

Equipos, herramientas y otros

- a) Desconectar de líneas de combustible
- b) Boya
- c) Manguera
- d) Trapo
- e) Cables
- f) Pinza pelacables
- g) Juego de llaves
- h) Garrafa

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Primero se debe identificar las líneas de alimentación y retroceso del riel de inyectores. Después desconectar la línea de acceso y tapan la línea de retroceso. En la Figura 19 se muestra las líneas de un Aveo.



Figura 19. Líneas de acceso y retroceso Aveo (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se conecta la manguera y los cables a la boya, las otras conexiones de los cables se conectan a la batería, como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Conexiones para el lavado de inyectores (Satelitaxi.S.C., 2021).

Después se desconecta el fusible de la bomba de gasolina. En la Figura 21 se muestra la caja de fusibles. La posición de esta cambiara de acuerdo al tipo de vehículo. En la tapa de la caja se muestra la ubicación del fusible.



Figura 21. Caja de fusibles y relevadores (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se introduce en una garrafa el líquido para limpiar inyectores con una opresión de 50 a 70 psi y se introduce la boya como se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Colocación del líquido limpia inyectores (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se da marcha al motor en ralentí o marcha mínima. Se espera a que se termine el líquido y cuando finaliza se retira la boya y con el trapo se limpia para evitar derrames, como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Limpieza de la boya (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se desconectan los cables y se conectan las líneas de acceso y de retroceso. Finalmente se conecta el fusible de la bomba.

1.3 Cambio de balatas

El cambio de balatas se realiza de la misma forma independientemente del automóvil, solo varía de la posición (delanteras o traseras).

1.3.1 Balatas delanteras

Equipos, herramientas y otros

- a) Kit de destornilladores
- b) Llave de cruz
- c) Gato hidráulico de patín
- d) Torres de seguridad
- e) Juego de llaves

Equipo de protección personal

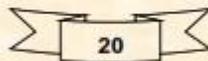
- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Algunos automóviles tienen tapones en los rines de las llantas, tal como se muestra en la Figura 24. Estos se remueven utilizando un destornillador, se hace palanca en los huecos del tapón hasta que salga.



Figura 24 Tapón de rin (Satelitaxi.S.C., 2021).



Utilizando la llave de cruz se aflojan las tuercas de las llantas, después se levanta el vehículo y se colocan las torres de seguridad, como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Levantamiento de la parte delantera del vehículo (Satelitaxi.S.C., 2021).

Con la llave de cruz se remueven por completo las tuercas y se retira la llanta, como se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Retiro de las ruedas (Satelitaxi.S.C., 2021).

Utilizando la llave adecuada se retira el perno inferior de la mordaza. Antes de levantarla se aplica presión en el pistón con un destornillador, de modo que este libere el disco de freno. En la Figura 27 se muestra la mordaza levantada.



Figura 27. Mordaza levantada (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se retiran las balatas y se colocan las nuevas, cuidando que el indicador de desgaste quede por la parte trasera del disco. Se baja la mordaza, se inserta el perno y se aprieta con la llave fuertemente. Se coloca la llanta, se atornillan las tuercas y se ajustan lo suficiente, como se muestra en la Figura 28.



Figura 28. Colocación de la llanta (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se quitan las torres de seguridad, se baja el vehículo y se retira el gato. Se aprietan fuertemente las tuercas de la llanta y se colocan los tapones.

1.3.2 Balatas traseras

Equipos, herramientas y otros

- a) Kit de destornilladores
- b) Llave de cruz
- c) Gato hidráulico de patín
- d) Torres de seguridad
- e) Pinza mecánica
- f) Mazo

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Al igual que en el procedimiento anterior, se remueven los tapones de los rines y con la llave de cruz se aflojan las tuercas de la llanta. Después se eleva la parte trasera del vehículo, como se muestra en la Figura 29^a, se colocan las torres de seguridad y se retiran las tuercas y la llanta, tal como se puede ver en la Figura 29b.



Figura 29. Retiro de las llantas traseras (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se retira el tambor golpeándolo ligeramente con el mazo y cuando se afloje, se retira como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Desarme del freno de tambor (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se precede a desatornillar los seguros que sujetan a las balatas. Con la pinza se retiran los resortes, para liberar el mecanismo, como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Desarme del mecanismo de tambor (Satelitaxi.S.C., 2021).

En la Figura 32 se muestra la comparación de una balata desgastada y una nueva. Además de la oxidación presente, se puede notar que el desgaste del forro de fricción

esta casi al límite, por lo que se puede deducir que la vida útil de la balata ha terminado.



Figura 32. Comparación de balatas (Satelitaxi.S.C., 2021).

1.4 Cambio de bieletas y terminal de dirección

Equipos, herramientas y otros

- a) Llave de cruz
- b) Gato hidráulico de patín
- c) Torres de seguridad
- d) Juego de llaves
- e) Matraca de 1/2 in
- f) Juego de dados de 1/2 in
- g) Pinza de corte

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Tal como en el procedimiento de cambio de balatas delanteras. Se retiran los tapones de los rines delanteros, se aflojan las tuercas de las llantas con la llave de cruz, se levanta el automóvil con el gato hidráulico y se colocan las torres de seguridad. Se terminan de retirar las tuercas y se retiran las llantas.

Utilizando la matraca y el dado adecuado se retira la tuerca que sujeta a la terminal, con el mazo se golpea ligeramente para que se libere la terminal. Después se corta el cincho que sujeta el cubrepolvo de la bieleta. En la Figura 33 se muestran los componentes.



Figura 33. Componentes de dirección (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se retira la bieleta y se cuentan las vueltas hasta donde estaba la tuerca. En la Figura 34 se muestra la aproximación de donde debe ir la terminal.



Figura 34 Bieleta de dirección (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se atornilla la tuerca utilizando la llave adecuada hasta la marca de la bieleta nueva. Se atornilla la bieleta de acuerdo a las vueltas anteriores, se coloca y se ajusta el cubrepolvo con un nuevo cincho. Se inserta la terminal y se atornilla fuertemente con la matraca y el dado. Después se coloca la llanta, se ajustan las tuercas, se retiran las torres de seguridad, se baja el vehículo, se retira el gato, se aprietan fuertemente las tuercas de la llanta y finalmente se colocan los tapones de los rines.

1.5 Cambio de amortiguadores

1.5.1 Amortiguadores delanteros

Equipos, herramientas y otros

- a) Llave de cruz
- b) Gato hidráulico de patín
- c) Torres de seguridad
- d) Juego de llaves
- e) Matraca de 1/2 in
- f) Juego de dados de 1/2 in
- g) Opresores de resorte
- h) Compresor
- i) Pistola de impacto neumática
- j) Matraca de 3/8 in
- k) Extensión de 3/8 in
- l) Juego de dados de 3/8
- m) Juego de dados de impacto

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Tal como en el los procedimientos anteriores, se retiran los tapones de los rines delanteros, se aflojan las tuercas de las llantas con la llave de cruz, se levanta el automóvil con el gato hidráulico y se colocan las torres de seguridad. Se terminan de retirar las tuercas y se retiran las llantas.

En la Figura 35 se muestran las tuercas y pernos que sujetan el amortiguador. En la cabeza del perno se coloca la llave y en la tuerca se coloca el dado y la matraca, ambos se desatornillan.

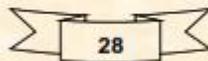




Figura 35. Tuercas del amortiguador (Satelitaxi.S.C., 2021).

Después se abre el cofre y con la matraca, extensión y dados de 3/8 in se desatornillan las tuercas que se indican en la Figura 36.



Figura 36. Tuercas de soporte del amortiguador (Satelitaxi.S.C., 2021).

Una vez que se han desatornillado los amortiguadores, utilizando el compresor, la pistola de impacto neumática y el dado de impacto adecuado se atornillan los opresores en los resortes, como se muestra en la Figura 37. Esto es para que los resortes se compriman y al sacarse el amortiguador no se dificulte el volver a colocarlo.



Figura 37. Opresión de resorte (Satelitaxi.S.C., 2021).

Ya que se comprimen los resortes se desatornilla el amortiguador. En la Figura 38 se muestra la comparación de un amortiguador nuevo y uno desgastado.



Figura 38. Comparación de amortiguadores delanteros (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se inserta el guardapolvo en el amortiguador y se coloca la base del resorte en el soporte. Se coloca el resorte, la base superior y el aislador. Utilizando la pistola de impacto se atornilla el amortiguador. Luego se retiran los opresores.

Una vez que se arma el conjunto de amortiguador y resorte se coloca nuevamente en los lugares correspondientes y se atornilla fuertemente. Se colocan las llantas y se ajustan lo suficiente. Se retiran las torres de seguridad, se baja el vehículo, se retira el gato hidráulico, se aprietan fuertemente las tuercas de las llantas y se colocan los tapones.

1.5.2 Amortiguadores traseros

Equipos, herramientas y otros

- a) Gato hidráulico de patín
- b) Torres de seguridad
- c) Camilla
- d) Matraca de 1/2 in
- e) Juego de dados de 1/2 in
- f) Matraca de 3/8 in
- g) Extensión de 3/8 in
- h) Juego de dados de 3/8

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección
- c) Goggles de seguridad

Procedimiento

Utilizando el gato hidráulico, se levanta la parte trasera del vehículo y se colocan las torres de seguridad. En la Figura 39 se muestra la conexión de la parte inferior del amortiguador.



Figura 39. Desatornillado del amortiguador (Satelitaxi.S.C., 2021).

El mecánico se apoya de la camilla para colocarse debajo del automóvil y con la matraca y el dado de 1/2 adecuado se desatornilla el amortiguador. Después se retiran los asientos traseros y se desatornillan los soportes utilizando la matraca, extensión y dados de 3/8 in. En la Figura 40 se muestra un amortiguador nuevo y uno desgastado.



Figura 40. Comparación de amortiguadores traseros (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se atornilla el nuevo amortiguador, se colocan los asientos traseros, se retiran las torres de seguridad y se baja el vehículo. En la Figura 41, se muestra el nuevo amortiguador colocado.



Figura 41. Colocación del nuevo amortiguador (Satelitaxi.S.C., 2021).

1.6 Engrasado de flechas

Equipos, herramientas y otros

- a) Llave de cruz
- b) Gato hidráulico de patín
- c) Torres de seguridad
- d) Juego de llaves
- e) Matraca de 1/2 in
- f) Juego de dados de 1/2 in
- g) Maneral de 1/2 in
- h) Pinza de corte
- i) Cincel delgado
- j) Mazo

Equipo de protección personal

- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Se quitan los tapones de las llantas delanteras, se aflojan las tuercas de las llantas y con el maneral se afloja la tuerca central. En la Figura 42, se muestra cómo se debe aflojar.



Figura 42. Forma de aflojar la tuerca central (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se levanta la parte delantera del vehículo con el gato, se colocan las torres de seguridad, se remueven las tuercas de la llanta y se retira la llanta. Se retira la tuerca central y se quitan los pernos mostrados en la Figura 43, utilizando la matraca, los dados y la llave adecuada.



Figura 43. Pernos (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se retira la maza la maza, se corta el cincho de la bocaflacha y se saca la flecha. En la Figura 44 se muestra una flecha que requiere de grasa y cambios de cubrepolvo.



Figura 44. Flecha (Satelitaxi.S.C., 2021).

Utilizando un cincel y el mazo se retiran los cinchos metálicos. En caso de ser plásticos, se utiliza la pinza de corte. Se retiran los cubrepolvo y con el mazo se golpea la bocaflacha para que pueda limpiarse la grasa, como se muestra en la Figura 45.



Figura 45. Separación de la bocaflecha (Satelitaxi.S.C., 2021).

En la Figura 46 se puede ver una flecha (lado izquierdo), cuya grasa está contaminada debido a polvo y agua. Del lado derecho una flecha con lubricación normal.



Figura 46. Comparación de lubricación de bocaflecha (Satelitaxi.S.C., 2021).

Utilizando gasolina se lava la bocaflecha, se deja escurrir y se engrasa adecuadamente. Se colocan los cubrepolvo y el cincho. Después se engrasa el otro lado y se inserta la flecha y se sujeta con el cincho. Se conecta con la maza y se coloca la tuerca central.

Luego se sujeta la maza con el soporte y se atornilla con los pernos y las tuercas fuertemente. Se coloca la llanta, se ajustan las tuercas, se retiran las torres de seguridad, se baja el vehículo, se aprietan fuertemente las tuercas de la llanta y la tuerca central. Finalmente se colocan los tapones.

1.7 Cambio de baleros

Equipos, herramientas y otros

- a) Llave de cruz
- b) Gato hidráulico de patín
- c) Torres de seguridad
- d) Matraca de 1/2 in
- e) Juego de dados de 1/2 in
- f) Maneral de 1/2 in
- g) Cincel delgado
- h) Mazo

Equipo de protección personal

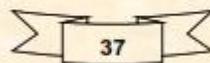
- a) Guantes
- b) Mascarilla de protección

Procedimiento

Se quitan los tapones de las llantas delanteras, se aflojan las tuercas de las llantas, con el maneral se afloja la tuerca central, se levanta el vehículo con el gato hidráulico, se colocan las torres de seguridad, se retiran las tuercas y se quita la llanta. Se hace palanca en los pistones utilizando el cincel, de modo que se libere el disco de freno. Utilizando la matraca y los dados adecuados se quitan los pernos mostrados en la Figura 47, los cuales sujetan la mordaza y su base. Ya que se hayan quitado



Figura 47. Pernos de la mordaza (Satelitaxi.S.C., 2021).



Se remueven los pernos que sujetan al disco y a la masa. Utilizando el cincel se remueve el balero, tal como se muestra en la Figura 48.



Figura 48. Retiro del balero de la masa (Satelitaxi.S.C., 2021).

Después se coloca el nuevo balero en la masa y se inserta a presión utilizando el mazo y el balero viejo, evitando golpear directamente el balero, ya que podría dañarse. En la Figura 49 se muestra la colocación del balero en la masa.



Figura 49. Masa con balero nuevo (Satelitaxi.S.C., 2021).

Se coloca y atornilla la masa, se coloca y atornilla el disco de freno. Luego se coloca la base y la mordaza. Se coloca la llanta y se ajustan las tuercas. Se retiran las torres de seguridad, se baja el automóvil, se aprietan fuertemente las tuercas y se colocan los tapones.