



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA

ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

TEMA: “INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS ARTICULADOS

EN ECUADOR MEDIANTE EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA

PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS RUTINAS DE

MANTENIMIENTO DEL BUS ELÉCTRICO (K11A) BYD CON SU

SIMILAR DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.”

AUTORES: JARRIN SÁNCHEZ, RAMIRO GABRIEL

MENA ÁLVAREZ, JEFFERSON STALYN

DIRECTOR: ING. QUIROZ ERAZO, LEONIDAS ANTONIO MSc.

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS ARTICULADOS EN ECUADOR MEDIANTE EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO DEL BUS ELÉCTRICO (K11A) BYD CON SU SIMILAR DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.**” Fue realizado por los señores: **Jarrin Sánchez, Ramiro Gabriel y Mena Álvarez, Jefferson Stalyn** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por las herramientas de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 29 de junio del 2019.



Ing. Quíroz Erazo, Leonidas Antonio MSc.

C.C. 0502509995



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

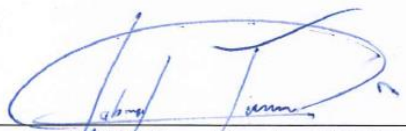
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD


Nosotros, **Jarrin Sánchez, Ramiro Gabriel y Mena Álvarez, Jefferson Stalyn** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS ARTICULADOS EN ECUADOR MEDIANTE EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO DEL BUS ELÉCTRICO (K11A) BYD CON SU SIMILAR DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 29 de junio del 2019



Jarrin Sánchez, Ramiro Gabriel
C.C. 1720748159



Mena Álvarez, Jefferson Stalyn
C.C. 1723452239



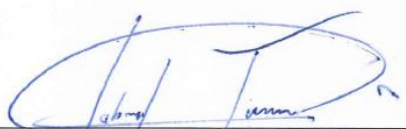
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN


Nosotros, **Jarrin Sánchez, Ramiro Gabriel y Mena Álvarez, Jefferson Stalyn** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS ARTICULADOS EN ECUADOR MEDIANTE EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO DEL BUS ELÉCTRICO (K11A) BYD CON SU SIMILAR DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 29 de junio del 2019



Jarrin Sánchez, Ramiro Gabriel

C.C. 1720748159



Mena Álvarez, Jefferson Stalyn

C.C. 1723452239

DEDICATORIA

Todo lo cumplido hasta este momento, lo dedico a mi familia que siempre fue, es y estoy seguro que será lo que mejor me ha brindado la vida; mi eje principal en todo acto y en todo aprendizaje.

Mi mami Susanne, que me iluminó con su sabiduría, con la parte espiritual, material y principalmente, sentimental; que se conjuga en mi para dedicarle todo el esfuerzo hecho por mi hasta el día de hoy; debes saber que todo logro siempre te lo dedicaré a ti, y bueno quizás algunos solo me tomen más tiempo, pero bueno lo imposible solo dura un poco más.

Mi hermana Nathalia, siempre con sus locuras y ocurrencias quiero dedicarte todos mis ejemplos y experiencias, que sepas que siempre estaré contigo en las imposibles y bueno las posibles también.

A mis mascotas que desde el inicio me enseñaron a ser más humano, leal y en general mejor cada día.

Mis tíos Boanerges y Silvia que siempre fueron como unos padres para mí, siempre estuvieron allí con lo mejor que pudieron ofrecerme, su compañía.

Finalmente quiero terminar mi dedicatoria, recordando a todas las personas que conocí a lo largo de mi estancia en la Universidad; que con cada aspecto que aprendí de cada uno de ustedes forje mi actitud, y aprendí que en este espacio de tiempo que pasamos en la tierra es mejor alegrar la vida de alguien.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis Padres, Eduardo Mena y Marlene Álvarez, que siempre han estado conmigo en las buenas, en las malas y en las peores, apoyándome en lo moral como económico, cuidándome y preocupándose por mi bienestar sin importar la hora, para que yo salga adelante y pueda lograr cumplir este objetivo.

A mi Hermana Mayuri, por ser esa mujer madura y convertirse en un eje fundamental de la familia, superando las adversidades, hemos convivido y logramos salir adelante como la bonita familia que somos.

A mi Hermano menor Angel, por estar ahí siempre cuando lo necesito, que a pesar de su corta edad me saca sonrisas y me tiene de ejemplo a seguir, por tal motivo no lo decepcionare nunca en la vida y lo apoyaré siempre en el deporte que nos gusta a los dos, ya que el futbol ha sido un eje importante en nuestra relación, así como en cualquier cosa que él decida hacer hasta cuando Dios me lo permita.

A mis Padrinos Rene Mena y Mariuxi Quevedo, por ser mis segundos padres y orientarme por el camino del bien.

A mis Abuelitos, por siempre estar inculcándome valores y enseñanzas que me servirán a futuro. A mis compañeros de trabajo y amigos que con su apoyo moral y personal también fue posible lograr este objetivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, que me apoyó desde el primer momento en este nuevo emprendimiento que fue estudiar mi carrera Universitaria, que siempre estuvo pendiente de mí, en cada aspecto en cada lugar, en cada sentimiento, creyendo en mí y lo que puedo lograr.

Agradezco a mi tutor académico, que con su experiencia supo cómo guiar el desarrollo de esta investigación que hoy se materializa, ya que sin su guía el camino se hubiera tornado complicado en extremo.

Agradezco a mi compañero de tesis, a sus padres y sus hermanos, que nos apoyaron en conjunto con cada palabra de apoyo, cada acción, que en realidad lograr comprenderse con alguien es súper sencillo cuando el objetivo es uno solo para ambos; gracias mi amigo.

Agradezco la oportunidad de haber conseguido estudiar la Carrera de Ingeniería automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas, que a pesar de estar lejos de mi familia todo el esfuerzo da frutos el día de hoy.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primero a Dios, por ayudarme y darme las fuerzas necesarias para no rendirme, a mi Abuelita Inés Rivadeneira, que desde el cielo me cuida, me guía y me protege.

A mis Padres, por darme la mejor herencia de la vida que ha sido el estudio, desde la educación inicial hasta mi etapa universitaria, sin ellos no habría logrado culminar este bonito ciclo de la vida.

Agradezco a mi querida Institución y a mis excelentes Maestros, por sus esfuerzos puestos en mí para que finalmente pudiera graduarme y llegar a ser un feliz profesional.

A los Ingenieros y gran parte amigos, Danilo Zambrano y Leonidas Quiroz, que supieron guiarme y educarme, primero como persona para luego llegar a ser un excelente profesional.

Agradezco al Ingeniero Juan Pablo Arias, por abrir las puertas de su empresa “GAB MOTORS”, que me permitió adquirir nuevos conocimientos, así como también palpar y conocer de cerca la vida laboral.

Agradezco al Ingeniero Henry Iza, por confiar en mí y darme la oportunidad de iniciar en el campo laboral como docente de la materia de Mecánica Básica, en la Escuela de Conducción ANETA.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	
CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Antecedentes Investigativos	1
1.2.	Planteamiento del problema	3
1.3.	Descripción resumida del proyecto	4
1.4.	Justificación e importancia	6
1.5.	Objetivos del proyecto	8
1.5.1.	Objetivo General	8
1.5.2.	Objetivos específicos	8
1.6.	Metas	9
1.7.	Hipótesis	9
1.8.	Variables de investigación	9
1.8.1.	Variables independientes	9

1.8.2.	Variables dependientes.....	10
1.9.	Metodología de la investigación	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	BYD	14
2.1.1.	China	14
2.1.2.	Ecuador	14
2.2.	Modelos BYD eléctricos comercializados en Ecuador	15
2.2.1.	E5	15
2.2.2.	K9G.....	16
2.2.3.	K11A.....	16
2.3.	Clasificación vehicular.....	17
2.4.	Gestión de la compra de buses y articulados BYD	17
2.5.	Índice de crecimiento de vehículos con nuevas tecnologías	18
2.5.1.	Híbridos.....	18
2.5.2.	Vehículos eléctricos	19
2.6.	Beneficios para la adquisición de vehículos eléctricos	20
2.7.	Financiamiento para vehículos eléctricos	21
2.8.	Importación de vehículos	22
2.9.	Homologación de vehículos eléctricos.....	24
2.9.1.	Artículo 9	24
2.9.2.	Artículo 10	25
2.9.3.	Artículo 11	25
2.10.	Formatos.....	25
2.10.1.	Ficha técnica.....	25
2.10.2.	Orden de trabajo.....	26
2.10.3.	Comprobación sistemática de actividades (Check-List)	28
2.11.	Mantenimiento	30
2.11.1.	Mantenimiento preventivo	30
2.11.2.	Mantenimiento Preventivo por tiempo.....	30
2.11.3.	Mantenimiento preventivo por estado.....	30

2.12.	Kit de reemplazo	31
2.13.	Costo de mantenimiento.....	31
2.13.1.	Repuestos	31
2.13.2.	Tiempo de ejecución de trabajo	32
2.14.	Costo de combustible por kilometraje.....	32
2.15.	Diagramas de flujo	33
2.16.	Diagramas de proceso	34
2.17.	Fundamentos de la medición de trabajo.....	37
2.17.1.	Tiempo estándar	37
2.17.2.	Importancia del tiempo estándar	38
2.18.	Métodos generales para medir el tiempo estándar	38
2.18.1.	Estimación.....	38
2.18.2.	Datos históricos.....	39
2.18.3.	Tabla de datos normalizados	40
2.18.4.	Sistema de tiempos predeterminados	40
2.18.5.	Muestreo.....	40
2.18.6.	Cronometraje.....	41
2.18.7.	Posición del observador	41
2.19.	Procedimiento Sistemático de medición de trabajo	42
2.19.1.	Selección de trabajo	42
2.19.2.	Registro de la información	43
2.19.3.	Examinación de tarea	44
2.20.	Cronometraje y medición.....	44
2.20.1.	Acumulativo.....	44
2.20.2.	Regresión a cero.....	44
2.21.	Compilar y definir	45
2.21.1.	Ciclos de observación	45
2.21.2.	Calificación	46
2.21.3.	Tiempo de observación (TO)	48
2.21.4.	Tiempo normal (TN).....	48
2.21.5.	Suplementos	49

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA PROPUESTA DE PROGRAMACIÓN PARA EL SERVICIO POST VENTA PARA EL BUS ARTICULADO K11A DE LA MARCA BYD

3.1.	BYD E-Motors	50
3.1.1.	Modelo Comercializado	50
3.1.2.	Cartera de clientes	51
3.2.	Beneficios de la adquisición de vehículos eléctricos	53
3.3.	Beneficios municipales	54
3.4.	Beneficios Gubernamentales.....	54
3.5.	Financiamiento.....	54
3.6.	Servicio Post Venta bus articulado K11A de marca BYD.....	55
3.6.1.	Talleres de servicio	55
3.6.2.	Técnicos calificados	56
3.6.3.	Repuestos e Insumos	56
3.7.	Planificación de Servicios Post-Venta	57
3.7.1.	Formatos.....	57
3.8.	Ficha técnica.....	57
3.9.	Orden de trabajo.....	62
3.10.	Hoja de verificación (Check-List).....	65
3.11.	Control de calidad	67
3.12.	Facturación.....	70
3.13.	Customer Satisfaction Score	71
3.14.	Mantenimiento	73
3.14.1.	Programa de mantenimiento preventivo	73
3.14.2.	Kits de reemplazo.....	79
3.14.3.	Kit de reemplazo del vehículo K11A.....	79
3.15.	Costos de mantenimiento	81
3.15.1.	Repuestos	81
3.15.2.	Insumos	83
3.15.3.	Tiempo de ejecución de trabajo	85
3.16.	Costos de tiempo de ejecución.....	87
3.16.1.	Consumo de energía.....	87

3.17.	Infraestructura	88
3.18.	Servicios tercerizados.....	90

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE TIEMPOS Y PROCESOS DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE LOS BUSES ARTICULADOS EN ESTUDIO

4.1.	Diagramas de proceso	92
4.2.	Diagramas de flujo	99
4.3.	Métodos generales para medir el tiempo estándar	102
4.3.1.	Selección de trabajo	103
4.3.2.	Registro de la información	103
4.3.3.	Examinación de la tarea:	108
4.4.	Cronometraje y medición:.....	108
4.5.	Posición del observador	108
4.6.	Ciclos de observación	108
4.7.	Compilar y definir	109
4.7.1.	Calificación	109
4.7.2.	Tiempos de observación.....	109
4.7.3.	Tiempos normales	110
4.7.4.	Suplementos	111
4.8.	Determinación de tiempo estándar	111
4.8.1.	Resumen de tiempos estándar	114
4.8.2.	Determinación de tiempos estándar proyectados por kilometraje	114
4.8.3.	Mantenimiento preventivo proyectado 30000Km	115
4.8.4.	Mantenimiento preventivo proyectado 60000Km	115
4.8.5.	Mantenimiento preventivo proyectado 90000Km	116
4.8.6.	Mantenimiento preventivo proyectado 120000Km	116
4.9.	Análisis de resultados de tiempo estándar de tareas más frecuentes	117
4.10.	Comparación BYD K11A eléctrico vs. Mercedes O500MA.....	117
4.10.1.	Costo de adquisición	118
4.10.2.	Tiempo estándar por kilometraje o intervalo de tiempo	119

4.10.3. Costos de repuestos e insumos.....	122
4.10.4. Costo de mano de obra.....	126
4.10.5. Costo total del mantenimiento preventivo	130
4.10.6. Consumo de energía.....	133
4.11. Proyección de flota.....	135
4.11.1 Comparación Total.....	138

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos.....	140
5.1.1. Recursos humanos.....	140
5.1.2. Recursos tecnológicos.....	141
5.1.3. Recursos materiales.....	141
5.1.4. Recursos financieros	142

CONCLUSIONES	143
--------------------	-----

RECOMENDACIONES	145
-----------------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
----------------------------------	-----

ANEXOS.....	151
-------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Operacionalización de las variables independientes.....</i>	9
Tabla 2.	<i>Operacionalización de las variables independientes.....</i>	10
Tabla 3.	<i>Metodología y lugares donde se llevó a cabo la investigación</i>	13
Tabla 4.	<i>Clasificación vehicular</i>	17
Tabla 5.	<i>Simbología de un diagrama de flujo</i>	33
Tabla 6.	<i>Número recomendado de ciclos de observación.....</i>	46
Tabla 7.	<i>Calificación para evaluar el desempeño</i>	46
Tabla 8.	<i>Escalas de medición del desempeño</i>	47
Tabla 9.	<i>Suplementos generales</i>	49
Tabla 10.	<i>Ficha técnica del bus eléctrico K11A</i>	58
Tabla 11.	<i>Ficha técnica del bus Mercedes O500MA</i>	60
Tabla 12.	<i>Orden de trabajo del vehículo eléctrico K11A</i>	63
Tabla 13.	<i>Control de calidad del bus eléctrico K11A</i>	68
Tabla 14.	<i>Propuesta de documento para facturación.....</i>	71
Tabla 15.	<i>Nomenclatura de las acciones de mantenimiento para el bus eléctrico K11A.....</i>	73
Tabla 16.	<i>Plan de mantenimiento resumido del bus eléctrico K11A por sistemas</i>	74
Tabla 17.	<i>Nomenclatura de las acciones de mantenimiento para el bus con MCI.....</i>	76
Tabla 18.	<i>Plan de mantenimiento resumido del bus con MCI</i>	77
Tabla 19.	<i>Kit de reemplazo del bus eléctrico K11A por kilometraje</i>	80
Tabla 20.	<i>Costos de repuestos del vehículo eléctrico K11A por kilometraje</i>	82
Tabla 21.	<i>Costos de insumos del vehículo eléctrico K11A por kilometraje.....</i>	84
Tabla 22.	<i>Tiempos de ejecución según kilometraje del bus K11A</i>	86
Tabla 23.	<i>Costo de tiempo de ejecución del bus eléctrico K11A</i>	87
Tabla 24.	<i>Costo de consumo eléctrico para la recarga de baterías</i>	87
Tabla 25.	<i>Área operativa propuesta.....</i>	88
Tabla 26.	<i>Área de apoyo propuesta</i>	89
Tabla 27.	<i>Área total propuesta.....</i>	90
Tabla 28.	<i>Diagrama de procesos de cambio de lubricante del reductor (K11A).....</i>	94

Tabla 29.	<i>Diagrama de procesos de cambio de lubricante del reductor (K11A)</i>	96
Tabla 30.	<i>Diagrama de procesos de cambio de aceite de motor (O500MA)</i>	97
Tabla 31	<i>Registro de la información de mantenimientos</i>	103
Tabla 32.	<i>Tiempos de observación evidenciados</i>	110
Tabla 33.	<i>Tiempo normal calculado</i>	110
Tabla 34.	<i>Tabla de resumen de tiempo estándar (5000 Km)</i>	113
Tabla 35.	<i>Tiempo estándar calculado</i>	114
Tabla 36.	<i>Tiempo estándar proyectado (30000 Km)</i>	115
Tabla 37.	<i>Tiempo estándar proyectado (60000 Km)</i>	115
Tabla 38.	<i>Tiempo estándar proyectado (90000 Km)</i>	116
Tabla 39.	<i>Tiempo estándar proyectado (120000 Km)</i>	116
Tabla 40.	<i>Tiempo estándar tareas frecuentes</i>	117
Tabla 41.	<i>Valor de los buses</i>	118
Tabla 42.	<i>Tiempo estándar por kilometraje eléctrico vs. MCI</i>	119
Tabla 43.	<i>Tiempo estándar total eléctrico vs. MCI</i>	122
Tabla 44.	<i>Costo de repuestos e insumos eléctrico vs. MCI</i>	123
Tabla 45.	<i>Costo de repuestos e insumos eléctrico vs. MCI</i>	125
Tabla 46.	<i>Costo de mano de obra eléctrico vs. MCI</i>	126
Tabla 47.	<i>Costo total de tiempo de ejecución de trabajo eléctrico vs. MCI</i>	129
Tabla 48.	<i>Costo total por intervalo de kilometraje eléctrico vs. MCI</i>	130
Tabla 49.	<i>Costo total de mantenimiento en 120000 Km eléctrico vs. MCI</i>	133
Tabla 50.	<i>Costo de consumo por kilometraje y tiempo eléctrico vs. MCI</i>	134
Tabla 51.	<i>Proyección para 20 unidades</i>	135
Tabla 52.	<i>Proyección para 20 unidades</i>	138
Tabla 53	<i>Comparación total</i>	139
Tabla 54.	<i>Colaboradores de la investigación</i>	140
Tabla 55.	<i>Recursos tecnológicos</i>	141
Tabla 56.	<i>Recursos materiales</i>	141
Tabla 57.	<i>Recursos financieros</i>	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Árbol de problemas.....	3
Figura 2.	Vehículo eléctrico BYD modelo E5	16
Figura 3.	Bus eléctrico BYD modelo K9G	16
Figura 4.	Bus articulado eléctrico BYD modelo K11A	17
Figura 5.	Ventas mensuales de vehículos híbridos	19
Figura 6.	Ventas mensuales de vehículos eléctricos	20
Figura 7.	Ficha técnica Chevrolet	26
Figura 8.	Orden de trabajo Manual	27
Figura 9.	Orden de trabajo Manual	29
Figura 10.	Diagrama de flujo de procesos operativo	36
Figura 11.	Ruta de buses eléctricos BYD	52
Figura 12.	Ruta de articulado eléctrico BYD.....	53
Figura 13.	Check List del articulado eléctrico BYD	66
Figura 14.	Estructura del control de calidad	67
Figura 15.	Propuesta de dimensiones para bahía de mantenimiento	89
Figura 16.	Esquema de taller propuesto	90
Figura 17.	Proceso de registro de tiempos	93
Figura 18.	Diagrama de flujo de inspección del conjunto de neumáticos	99
Figura 19.	Diagrama de flujo de inspección de la eficiencia del freno.....	100
Figura 20.	Diagrama de flujo de inspección del nivel de aceite del motor	101
Figura 21.	Diagrama de flujo de inspección del nivel de líquido refrigerante.....	102
Figura 22.	Etapas para medir el tiempo estándar	102
Figura 23.	Diagrama de recorrido del taller para mantenimiento de 5000Km (1).....	104
Figura 24.	Diagrama de recorrido del taller para mantenimiento de 5000Km (2).....	105
Figura 25.	Diagrama de recorrido de taller para mantenimiento (15000Km).....	106
Figura 26.	Diagrama de recorrido Tecnicentro (15000Km)	107
Figura 27.	Comparativa de costo de adquisición	118
Figura 28.	Tiempo estándar vehículos en estudio.....	120
Figura 29.	Tiempo estándar vehículos en estudio comparación	120

Figura 30.	Comparativa total de tiempo estándar - Eléctrico vs. MCI	122
Figura 31.	Gráfica de costo de repuestos e insumos	123
Figura 32.	Comparativa de costo de repuestos e insumos	124
Figura 33.	Comparativa de costo total de repuestos e insumos	126
Figura 34.	Comparación de costo de tiempo de ejecución.....	127
Figura 35.	Comparación de costo de tiempo de ejecución.....	128
Figura 36.	Comparación de costo total de mano de obra.....	130
Figura 37.	Comparación costo total por intervalo de kilometraje.....	131
Figura 38.	Comparación costo total por intervalo de kilometraje.....	132
Figura 39.	Comparación costo total de mantenimiento en 120000 Km.....	133
Figura 40.	Comparación costo de consumo por 120000 Km.....	134
Figura 41.	Comparación costo de adquisición - flota	135
Figura 42.	Comparación tiempo de ejecución - flota.....	136
Figura 43.	Comparación costo de repuestos e insumos - flota.....	136
Figura 44.	Comparación costo de mano de obra - flota	137
Figura 45.	Comparación costo total de mantenimiento - flota.....	137
Figura 46.	Comparación costo de consumo de energía - flota.....	138
Figura 47.	Comparación de costo total de flota	139

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1.</i>	Tiempo estándar	37
<i>Ecuación 2.</i>	Fórmula de tiempo normal para datos históricos	39
<i>Ecuación 3.</i>	Tiempo normal	48

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Artículo 9_ Resolución No. 081-DIR-2015-ANT
- Anexo 2.** Artículo 10_ Resolución No. 081-DIR-2015-ANT
- Anexo 3.** Artículo 11_ Resolución No. 081-DIR-2015-ANT
- Anexo 4.** Ficha técnica del fabricante del bus eléctrico K11A
- Anexo 5.** Ficha técnica del chasis O500MA 2838 de Mercedes-Benz
- Anexo 6.** Ficha técnica del articulado O500MA 2836 de Mercedes-Benz, hoja 2
- Anexo 7.** Manual de Mantenimiento Chasis de Buses Series O500U-O500UA
- Anexo 8.** Hoja de recepción del taller de servicio MAXDRIVE
- Anexo 9.** Orden de trabajo de BYD E-Motors
- Anexo 10.** Informe modelo de gestión corredor central norte
- Anexo 11.** Toma de medidas del área de la bahía de trabajo en MAXDRIVE
- Anexo 12.** Toma de medidas del área periférica de la bahía de trabajo en MAXDRIVE
- Anexo 13.** Posición del observador
- Anexo 14.** Plan de mantenimiento adecuado según BYD E-Motors
- Anexo 15.** Plan de mantenimiento del vehículo MERCEDES
- Anexo 16.** Tiempos y costo de mano de Obra del vehículo con MCI
- Anexo 17.** Tiempos proyectados BYD E-Motors
- Anexo 18.** Check list BYD E-Motors 15000Km
- Anexo 19.** Cargos tarifarios enero – diciembre 2019
- Anexo 20.** Resumen de estudio de tiempos
- Anexo 21.** Proyección de BYD en 10 años de operación
- Anexo 22.** Artículo 6. Estímulos tributarios y fabricación de vehículos eléctricos
- Anexo 23.** Artículo 5. Exención para vehículos eléctricos
- Anexo 24.** Formato sugerido de facturación
- Anexo 25.** Diagramas de procesos del vehículo eléctrico
- Anexo 26.** Diagramas de proceso del vehículo con MCI
- Anexo 27.** Diagramas de flujo del vehículo eléctrico
- Anexo 28.** Diagramas de flujo del vehículo con MCI
- Anexo 29.** Cálculos de tiempo normal
- Anexo 30.** Cálculos de tiempo estándar

RESUMEN

La presente investigación analizó los procesos de mantenimiento preventivo de vehículos articulados en el Ecuador, mediante el análisis comparativo de la programación y ejecución de las rutinas de mantenimiento entre el Bus 100% eléctrico modelo K11A de marca BYD y su similar de motor de combustión interna. El análisis se realizó en función de un recorrido promedio diario de 240 Km, los factores de estudio fueron el tiempo estándar y costo de: adquisición, repuestos e insumos, de ejecución de trabajo, total del mantenimiento por kilometraje recorrido y demanda de energía eléctrica. Se realizó la proyección económica de gastos considerando una flota de 20 unidades; se determina que uno con respecto del otro posee ventajas en tales aspectos de reducción de tiempo de mantenimiento y costos. Utilizando la metodología de medición y comparación se evidenció la necesidad de capacitación de los técnicos de mantenimiento para la ejecución de las rutinas de servicio en vehículos con propulsión eléctrica en el país. Lo que da lugar a una propuesta para mejorar los tiempos y procesos de acuerdo a la tipología de operación como transporte, inspección, almacenamiento y retraso dentro de la ejecución del mantenimiento preventivo en el vehículo con este tipo de tecnología.

PALABRAS CLAVE:

- **VEHÍCULOS BYD**
- **VEHÍCULOS ARTICULADOS**
- **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**
- **MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ - TIEMPO ESTÁNDAR**

ABSTRACT

This research analyzed the processes of preventive maintenance of articulated vehicles in Ecuador, through the comparative analysis of the programming and implementation of the maintenance routines between the Bus 100% electric Model K11A brand BYD and its similar of internal combustion engine. The analysis was made based on a tour daily average of 240 km, the factors of study were the standard time and cost of: acquisition, spare parts and supplies, execution of work, total of maintenance by mileage and demand of electrical energy. The economic expenses projection was realized considering a fleet of 20 units; one determines that one with with regard to other possesses advantages in such aspects of reduction of time of maintenance and costs. Using the methodology for measuring and comparing was evidenced the need for training of the maintenance technicians for the implementation of the service routines in vehicles with electric propulsion in the country. What gives rise to a proposal to improve the times and processes according to the typology of operation such as transport, inspection, storage and delay within the context of the implementation of the preventive maintenance on the vehicle with this type of technology.

KEY WORDS:

- **BYD VEHICLES**
- **ARTICULATED VEHICLES**
- **ELECTRIC VEHICLES**
- **AUTOMOTIVE MAINTENANCE - STANDARD TIME**

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes Investigativos

Según estudios realizados por la empresa BYD-E Motors en el año 2018, menciona que las empresas que dominan el mercado en fabricación de baterías a nivel global son cuatro; Panasonic siendo la empresa más grande del mundo con un 28%, LG con 11%, CATL con 10% y en la cuarta posición se encuentra BYD con 10% asíéndolos diferentes de las otras marcas no por solo fabricar vehículos de esa marca sino por fabricar baterías. (Burbano & Coyago, 2019)

Los proyectos actuales de BYD en Ecuador son: La flota de taxis eléctricos en la ciudad de Loja, un bus eléctrico de 12 m que se encuentra rodando por las provincias de Cuenca, Quito, Guayaquil, dependiendo en donde se necesite realizar las pruebas, un bus articulado eléctrico de 18 m que se encuentra rodando en la ciudad de Quito cubriendo la ruta del metro vía y una Flota de buses eléctricos en la ciudad de Guayaquil. (Burbano & Coyago, 2019)

La flota de taxis eléctricos tipo Sedan en la ciudad de Loja, tienen una autonomía nominal de 400 Km para un camino plano a una velocidad de entre 50 a 60 Km, pero como el vehículo es usado para taxi tiene una autonomía de 320 y 350 Km, con una potencia de 160 KW equivalente a 2000 cc. Para cargar la batería en casa de 0 al 100% se necesita un tiempo de 6.5 h, mientras tanto para cargarlo en una electrolinera se necesita un tiempo

de 1 h 15 min. (Burbano & Coyago, 2019)

Actualmente en el país existen 35 unidades, llevan circulando 2 años equivalentes a 4,3 Millones de Km, ahorrando al país 226.800 gal. de combustible extra que se reporta de cada uno de los bolsillos del pueblo ecuatoriano, han consumido 1GWh, un ahorro de subsidio 117,936 USD, su consumo eléctrico es de 83,225 USD. El costo del taxi eléctrico es de \$ 34,900 se puede adquirir con una entrada de \$ 6,980, el valor de financiamiento es de \$ 27,920 con un tiempo de financiamiento de 60 meses a una tasa de interés del 9,8% por ser vehículo eléctrico en Ecuador, la cuota mensual es de \$590, los gastos mensuales: gasolina, mantenimiento, llantas implica un valor de \$ 225, El costo total mensual para taxista es de \$ 815. (Burbano & Coyago, 2019)

La operación real de buses eléctricos en la ciudad de Quito presenta un recorrido de 68,490 Km. El bus eléctrico de 18 m de longitud, homologado para una capacidad para 160 pasajeros posee una autonomía de 300 Km con un tiempo de carga para sus baterías de 2.5 h. de acuerdo a las rutas del metro vía recorren diariamente 270 y 190 Km teniendo un remanente diario de 23 % y 40% respectivamente. El bus eléctrico de 12 m de longitud, homologado para una capacidad de 160 pasajeros posee una autonomía de 300 Km con un tiempo de carga para sus baterías de 4.5 h. de acuerdo a las rutas del metro vía recorren diariamente 150, 178 y 198 Km teniendo un remanente diario de 41 %, 34% y 26% respectivamente. Estos buses eléctricos no requieren cargarse en el transcurso del día. Se tiene una proyección de adquisición de hasta 300 buses eléctricos para la ciudad de Quito en el 2020. (Burbano & Coyago, 2019)

Según (BYD E-Motors Ecuador, 2018) existen dos vehículos DEMOS, un bus tipo K9G de 12 metros y un bus articulado K11A de 18 metros para realizar todas las pruebas correspondientes. La empresa cuenta actualmente con 21 buses K9G en la ciudad de Guayaquil. Que iniciarían su funcionamiento real a finales de marzo e inicios de mayo del 2019. El bus articulado K11A fue traído directamente de la empresa BYD. Su costo depende del volumen de unidades que la empresa interesada necesite y las características que deseen, un valor aproximado bordea los \$550,000 a \$600,000. Desde el punto de vista técnico la empresa ofrece talleres autorizados en las ciudades donde se tengan las flotas, dependiendo del caso taller propio de acuerdo al volumen de unidades, traspaso de tecnología mediante la constante capacitación in house de la empresa que adquiera las unidades, considérese que estos autobuses son de transporte masivo de pasajeros generalmente con competencia municipal.

1.2. Planteamiento del problema

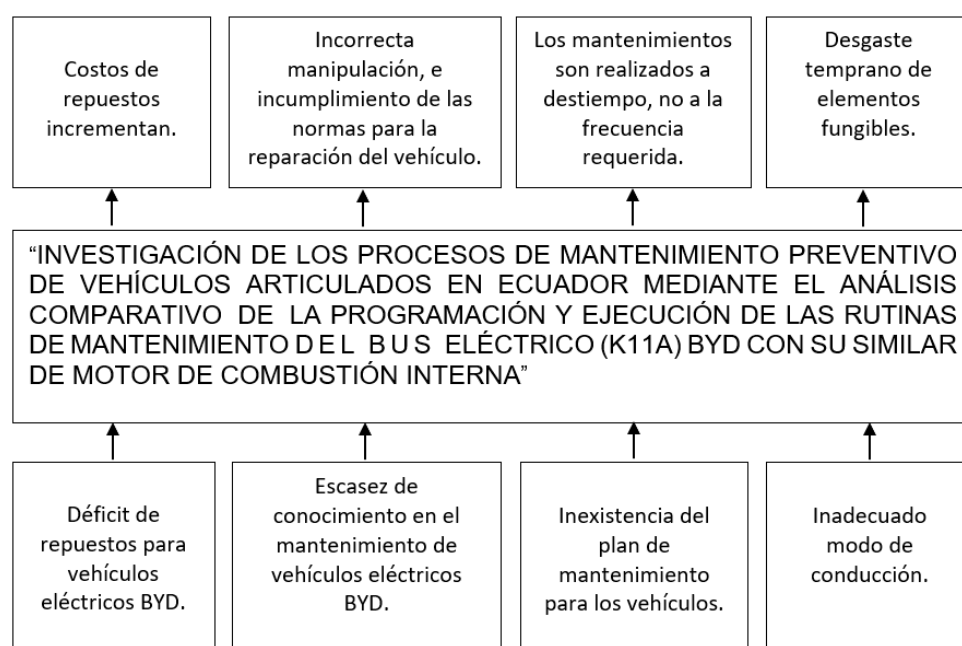


Figura 1. Árbol de problemas

Obtenemos que la nueva tendencia en el área automotriz son los vehículos eléctricos siendo nuevos en el mercado comercial de nuestro país existiendo déficit en repuestos para dichos vehículos por lo que no se cuenta con una concesionaria adecuada que pueda facilitar y agilizar los repuestos requeridos por el cliente, incrementando su costo de adquisición.

Al ser vehículos nuevos en nuestro país no se cuenta con un plan estratégico de mantenimiento preventivo y personal técnico capacitado lo que implica la incorrecta manipulación de recursos como herramientas e incumpliendo las normas de reparación de dicho vehículo.

Al no contar con un plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos no se podrá establecer tiempos de ejecución y tiempos de movimientos para el correcto mantenimiento.

Al no contar con la capacitación de los conductores que manipulen los vehículos eléctricos va a existir el desgaste prematuro de los materiales fungibles del vehículo impidiendo que cumpla con su tiempo de duración de vida útil.

1.3. Descripción resumida del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad comparar técnica y económicamente dos vehículos de acuerdo a su clasificación según su construcción para el caso dos móviles articulados un bus eléctrico de Marca BYD K11A con relación a su similar de motor de combustión interna de marca Mercedes Benz O500MA. El bus eléctrico de Marca BYD K11A cuenta con las siguientes características: Largo 18 m, Ancho 2,55 m y alto 3,26 m; mientras

que el bus Mercedes Benz 0500MA cuenta con las siguientes características: Largo 18,20 m, Ancho 2,5 m y Alto 3,27 m. Cuenta con 43 asientos y su PBV es 29,5 toneladas.

Se fundamentará técnica y científicamente con la ayuda de fuentes bibliográficas confiables aspectos relacionados con la planificación, programación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento.

Se levantará información de los planes de programación y ejecución del mantenimiento preventivo del bus articulado eléctrico K11A y de su similar de motor de combustión interna. Bajo condiciones de circulación a nivel de la ciudad de Quito de tal manera de validar la propuesta de los periodos de mantenimientos establecidos por la empresa de manufactura del vehículo.

Se analizará las rutinas de mantenimiento de los buses articulados de estudio aplicados en los procesos de mantenimiento preventivo, que determinen el cumplimiento de estándares de los procedimientos y uso racional de los recursos acorde a los diagramas de flujo según actividades, operaciones, tiempos y movimientos.

Se analizará los insumos como fluidos y materiales fungibles utilizados en la rutina de procesos mantenimiento preventivo, además se analizará la disponibilidad de repuestos en el mercado desde la visión de facilidad de adquisición para el proceso de mantenimiento preventivo de los vehículos en estudio.

Se analizará la disponibilidad de la infraestructura a nivel del mercado y superficie nacional

en los procesos de mantenimiento, así como un plan de capacitación del personal técnico con el fin de desarrollar aptitudes y competencias laborales para el cumplimiento de estándar de la marca para aumentar la productividad de su trabajo.

Se Comparará el bus articulado de Marca BYD K11A con su similar de motor de combustión interna de acuerdo al costo de mantenimiento preventivo, tiempos de ejecución, recursos utilizados y tiempos de movimientos. Llegando a un punto de equilibrio económico a corto, mediano y largo plazo.

1.4. Justificación e importancia

El que hacer universitario en demanda de satisfacer las necesidades del mercado nacional en la industria con las empresas vinculadas al sector Automotriz hace que se genere el interés mutuo entre la empresa BYD E- Motors Ecuador S.A. y los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ext. Latacunga.

La presente investigación toma parte e interés conjuntamente entre la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ext. Latacunga y la empresa BYD E-Motors Ecuador S.A, con el objetivo de desarrollar una investigación de movilidad eléctrica enfocada en el transporte público del país, con el fin de formar alianzas estratégicas con Universidades referentes a cada área.

Buscando obtener mediante la investigación, una validación y verificación de esta tecnología de los buses y articulados 100% eléctricos que actualmente se encuentran circulando

con operadores de transporte público-urbano en la ciudad de Quito los cuales son puestos a disposición de los estudiantes para el análisis de la tecnología, capacidad y prestaciones de estos bajo condiciones reales de operación.

Con el pasar del tiempo los fabricantes de vehículos eléctricos han apostado por ayudar al medio ambiente con el uso de motores eléctricos, eliminando los gases nocivos que son generados por el motor de combustión interna. Sin embargo, el vehículo más utilizado en el mundo es el que posee motor de combustión interna ya sea a gasolina o diésel, otro factor muy importante también es el elevado precio del combustible y también el agotamiento de petróleo en el mundo junto con la contaminación ambiental. Por tal motivo empresas como BYD E-Motors Ecuador S.A ha llevado a generar proyectos para la creación de nuevas alternativas que contribuyan al desarrollo sostenible y también con el objetivo de conseguir un planeta más sustentable y con visión a futuro del desplazamiento de los vehículos con motores de combustión interna, por vehículos eléctricos en el Ecuador.

Los vehículos eléctricos benefician al consumidor, ayudando técnica y económicamente, disminuyendo el proceso de mantenimiento preventivo con respecto a su similar de motor de combustión interna. Estos vehículos buscan asentarse en la industria automotriz para ser principalmente vendidos en el mercado del país, es por tal razón que se investigará los costos de mantenimiento preventivo de los vehículos de estudio.

1.5. Objetivos del proyecto

1.5.1. Objetivo General

Investigar los procesos de mantenimiento preventivo de vehículos articulados en Ecuador mediante el análisis comparativo de la programación y ejecución de las rutinas de mantenimiento del bus eléctrico (K11A) BYD con su similar de motor de combustión interna.

1.5.2. Objetivos específicos

- Comparar técnica y económicamente dos vehículos de acuerdo a su clasificación según su construcción para el caso dos móviles articulados, un bus eléctrico de Marca BYD K11A con relación a su similar de motor de combustión interna.
- Fundamentar técnica y científicamente con la ayuda de fuentes bibliográficas confiables aspectos como la programación y ejecución del proceso de mantenimiento preventivo.
- Solicitar información del bus articulado con motor de combustión interna y levantar información del bus articulado eléctrico de Marca BYD K11A.
- Analizar las rutinas de mantenimiento del bus eléctrico K11A en estudio de acuerdo a los procesos de mantenimiento preventivo.
- Analizar la cantidad de insumos y materiales fungibles utilizados en el proceso de mantenimiento preventivo de los buses articulados de estudio.
- Analizar desde el punto de vista de recursos y de capacitación del personal técnico para un vehículo eléctrico articulado (K11A) con respecto a su similar de motor de combustión interna.

- Comparar costos de procesos de mantenimiento preventivo por kilometraje, costos de repuestos, insumos, mano de obra de acuerdo al tiempo de ejecución.
- Comparar el consumo de combustible del vehículo eléctrico con su similar de MCI.

1.6. Metas

Determinar si es o no factible, técnica y económicamente para el consumidor adquirir un vehículo eléctrico BYD.

1.7. Hipótesis

El vehículo eléctrico BYD tendrá menor costo de mantenimiento preventivo en un ciclo, en comparación con su similar con MCI.

1.8. Variables de investigación

1.8.1. Variables independientes

Costo total del mantenimiento en un ciclo.

Tabla 1.

Operacionalización de las variables independientes

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Es la cantidad de dinero que cuestan los procesos para conservar y alargar la vida útil del vehículo eléctrico	Académico, tecnológico	Preventivo	Frecuencia periodos	Especificaciones	Manual del fabricante
		Registros	Formatos	Personalización	Protocolo de comunicación

1.8.2. Variables dependientes

Comparación del vehículo eléctrico modelo K11A marca BYD vs similar con MCI.

Tabla 2.

Operacionalización de las variables independientes

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Son los Vehículos que van a ser comparados	Clasificación de vehículos	Eléctrico	Km	Autonomía Kilometraje	Manual de usuario
			KWh	Consumo	Ficha técnica
			s	Tiempo de ejecución del trabajo	Plan de mantenimiento
		USD	Costos		
		MCI	Km	Autonomía Kilometraje	Manual de usuario
			gal.	Consumo	Ficha técnica
s	Tiempo de ejecución del trabajo		Plan de mantenimiento		
USD	Costos				

1.9. Metodología de la investigación

En la indagación se ve implementada varias técnicas relacionadas las mismas que se ven implícitas tanto en la conexión con su conocimiento como en su dinámica La metodología de investigación es la particularidad que tiene una exploración en cuanto a sus métodos empleados, lo que dará respuestas confiables o válidas al desarrollo de una investigación.

(Fernández Guerrero, 2004, p. 7)

- **Método experimental**

Con la ayuda de este método se realizó la medición del tiempo de observación de las

distintas tareas de mantenimiento evidenciadas en el vehículo de marca BYD modelo K11A de acuerdo al plan de mantenimiento propio, para determinar la medición y proyección del tiempo normal de cada tarea de mantenimiento, además con la utilización del desarrollo, la técnica del conocimiento humano y el equipo para el estudio de tiempos, permitirá calcular el tiempo estándar que demoró un operador en ejecutar la tarea de mantenimiento.

- **Método deductivo**

El análisis deductivo permitió analizar según el tiempo de observación de los mantenimientos preventivos evidenciados el tiempo estándar de cada tarea de mantenimiento como el cambio de aceite de los motores reductores, inspección general, limpieza del compartimiento posterior, compartimientos de baterías, alineación, balanceo, rotación de neumáticos, sustitución de pastillas de freno y sustitución del filtro del compresor el tiempo estándar y proyecciones para las tareas de mantenimiento.

- **Método inductivo**

Este método permitió estimar y proyectar el tiempo estándar de las tareas de mantenimiento a través de una operación de moldeo en matriz.

- **Método comparativo**

Para la investigación del método comparativo, permitió establecer las variaciones de los parámetros con ayuda de fichas técnicas, plan de mantenimiento correspondiente a los

vehículos y de esta manera determinar que vehículo tiene el mayor costo de mantenimiento de acuerdo a su programa de mantenimiento.

- **Método científico**

En la investigación el método científico permitió tabular lo experimentado en base a una operación de moldeo en matriz, en donde se obtuvieron los resultados del tiempo estándar de las tareas de mantenimiento de cambio de aceite de los motores reductores, inspección general, limpieza del compartimiento posterior, compartimientos de baterías, para determinar el tiempo estándar.

- **Método de síntesis**

El método de síntesis permitió en las observaciones de los mantenimientos preventivos tomar tiempos de observación con la ayuda de un cronometro para evidenciar el tiempo de duración de cada tarea.

- **Método de la medición**

Mediante el método de medición se obtuvo los tiempos de cada tarea registrada en el mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico de marca BYD modelo K11A de cada observación acorde a la orden de trabajo.

Tabla 3.*Metodología y lugares donde se llevó a cabo la investigación*

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Método experimental	Esta investigación experimental permitió realizar la medición del tiempo de observación de las distintas tareas de mantenimiento evidenciadas en el vehículo de marca BYD modelo K11A de acuerdo al plan de mantenimiento propio, para determinar la medición y proyección del tiempo normal, estándar de cada tarea de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos
Método deductivo	Este método permitió analizar según el tiempo de observación de los mantenimientos preventivos evidenciados, el tiempo estándar de cada tarea de mantenimiento como el cambio de aceite de los motores reductores, inspección general, limpieza del compartimiento posterior, compartimientos de baterías, alineación, balanceo entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos
Método inductivo	Este método permitió estimar y proyectar el tiempo estándar de las tareas de mantenimiento a través de una operación de moldeo en matriz.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos
Método comparativo	Para la investigación del método comparativo, permitió establecer las variaciones de los parámetros con ayuda de fichas técnicas, plan de mantenimiento correspondiente a los vehículos y de esta manera determinar que vehículo tiene el mayor costo de mantenimiento de acuerdo a su programa de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos
Método científico	En la investigación el método científico permitió tabular lo experimentado en base a una operación de moldeo en matriz, en donde se obtuvieron los resultados del tiempo estándar de las tareas de mantenimiento de cambio de aceite de los motores reductores, inspección general, limpieza del compartimiento posterior, compartimientos de baterías, para determinar el tiempo estándar.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos
Método de síntesis	El método de síntesis permitió en las observaciones de los mantenimientos preventivos tomar tiempos de observación con la ayuda de un cronometro para evidenciar el tiempo de duración de cada tarea.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos
Método de la medición	Mediante el método de medición se obtuvo los tiempos de cada tarea registrada en el mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico de marca BYD modelo K11A de cada observación acorde a la orden de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Flexómetro • Cámara de video • Computadora • Calculadora • Grabadora de voz 	Talleres a fines de las tareas de mantenimientos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. BYD

BYD es una empresa que fue instituida en febrero del año 1995 en la ciudad de Shenzhen, República Popular de China, bajo el nombre BYD Company Limited, que se especializa en desarrollo de baterías, negocios IT y automóviles. (BYD E-Motors Ecuador, 2018)

2.1.1. China

En tema de fabricación de vehículos, BYD dio tomó su punto de partida en el año 2003; su primer vehículo a la venta bajo la marca BYD fue el vehículo modelo F3, a partir de allí su tecnología ha ido desarrollándose acompañando las necesidades sociales y de mercado, siendo así que actualmente cuentan con un ‘nuevo’ tipo de energía denominada energía limpia (propulsión eléctrica), dentro de sus líneas comerciales de vehículos, buses y transporte de carga. (BYD E-Motors Ecuador, 2018)

2.1.2. Ecuador

BYD ha desarrollado una nueva búsqueda de mercado llegando así en el año de 2017 al Ecuador, bajo el nombre de BYD E-Motors, buscando construir poco a poco un país más sostenible en tema de energías limpias. (BYD Ecuador, 2016)

Desde su llegada BYD E-Motors ha llegado a acercarse principalmente al área de transporte de pasajeros realizando pruebas de sus proyectos desarrollados en vínculo a vehículos y buses eléctricos, afectando positivamente con este acercamiento a las ciudades de Quito, Guayaquil, Loja y Cuenca. Dando a conocer así la manera de operación de su tecnología 100% eléctrica. (BYD Ecuador, 2016)

2.2. Modelos BYD eléctricos comercializados en Ecuador

En Ecuador la presencia de BYD se ha hecho notar con modelos enfocados al acercamiento del área de transporte, en consecuencia, en las distintas ciudades se encuentran en operación tres tipos de modelos eléctricos, un tipo de vehículo para servicio de taxis y dos tipos de buses para el servicio de transporte masivo de pasajeros. (BYD Ecuador, 2016)

2.2.1. E5

El vehículo E5 eléctrico tipo sedán ha sido diseñado para el uso de recorridos en área urbana, con una batería de hierro fosfato en su interior, que entrega mayor rendimiento en contraste con otros vehículos eléctricos. (BYD Ecuador, 2016)



Figura 2. Vehículo eléctrico BYD modelo E5

Fuente: (BYD Ecuador, 2016)

2.2.2. K9G

El bus eléctrico K9G tiene la eficiencia energética y potencia suficiente para el transporte de pasajeros dentro de la ciudad. Con dos motores AC síncrono de imanes permanentes y una autonomía de 300Km (nominal). (BYD Ecuador, 2016)



Figura 3. Bus eléctrico BYD modelo K9G

Fuente: (BYD Ecuador, 2016)

2.2.3. K11A

El K11A es el primer articulado eléctrico, es amigable con el ambiente al no emitir emisiones contaminantes, cuenta con baterías de hierro-fosfato que garantizan un

suministro de >350Km. Es el primer articulado eléctrico de producción en serie en el mundo, fue diseñado con un enfoque para el transporte urbano de pasajeros. (BYD Ecuador, 2016)



Figura 4. Bus articulado eléctrico BYD modelo K11A

Fuente: (BYD Ecuador, 2016)

2.3. Clasificación vehicular

De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 2656:2012 los vehículos se clasifican de acuerdo a la tabla 4, presentada a continuación.

Tabla 4.

Clasificación vehicular

Categoría	Descripción
L	Vehículos automotores con menos de 4 ruedas
M	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.
N	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.
O	Remolques (incluidos semirremolques)

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

2.4. Gestión de la compra de buses y articulados BYD

Si el cliente desea comprar el autobús o articulado, realiza el pedido a la sucursal local en

Ecuador. Posterior a ello, la sucursal lo transferirá al departamento de proyectos del departamento de ventas de automóviles de China. Después de confirmar la configuración del vehículo, lo exportará al departamento de fabricación para la producción de autobuses.

Una vez que se produce el autobús, se enviará al país correspondiente y se entregará al cliente, donde luego a ello debe realizar los trámites pertinentes de importación en Aduana.

Dentro de este proceso existen dificultades que son propias de acuerdo al país donde se realice la compra, en Ecuador dos de las dificultades que BYD E-Motors conjuntamente con el cliente encontró son:

- Algunos países requieren el uso de materiales en el extranjero. Sin embargo, debido a la entrega de materiales y problemas de calidad, el tiempo de producción se extenderá.
- El autobús llegará al puerto local y será difícil pasar la aduana.

2.5. Índice de crecimiento de vehículos con nuevas tecnologías

En el país la comercialización de estas nuevas tecnologías sobre la propulsión de vehículos es relativamente nueva, hablando de vehículos híbridos y eléctricos. (AEADE, 2019)

2.5.1. Híbridos

Siendo como el mediador entre la tecnología que lidera a nivel mundial y la tecnología que está llegando. En Ecuador se ha realizado por medio de la AEADE (Asociación de

Empresas Automotrices del Ecuador) una comparación histórica en los últimos años, que nos muestra el crecimiento que se ha dado en la compra de **vehículos híbridos**. (AEADE, 2019)

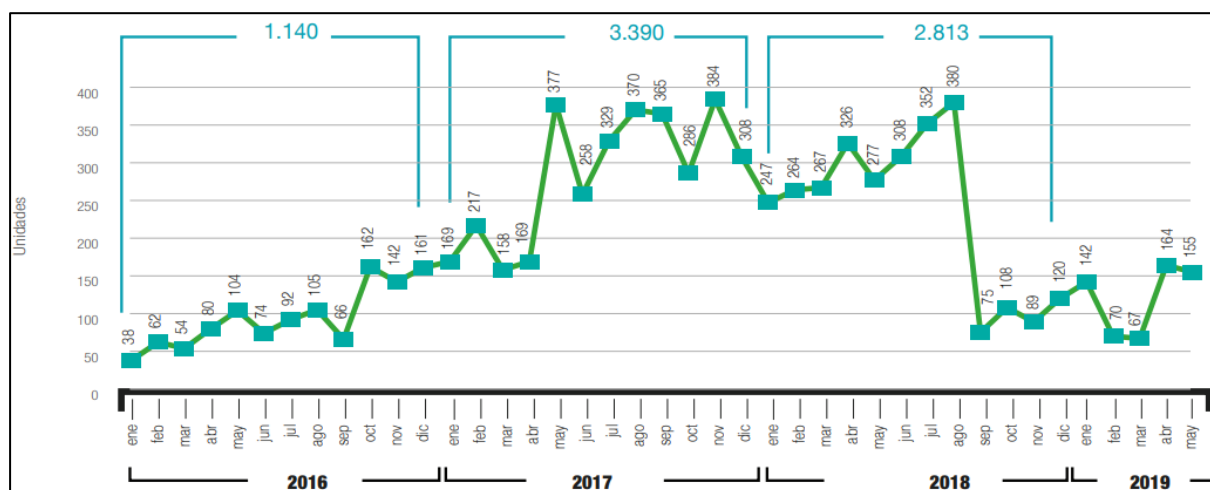


Figura 5. Ventas mensuales de vehículos híbridos

Fuente: (AEADE, 2019)

Dentro del año 2017 en el mes de noviembre se comercializaron 384 unidades de vehículos híbridos, siendo históricamente hasta al momento el mes con mayor índice de ventas de híbridos. (AEADE, 2019)

2.5.2. Vehículos eléctricos

Los vehículos híbridos al ser como un medio de transición, facilitador de cambio entre tecnología de combustión y tecnología eléctrica, han permitido que se conozca mínimamente esta tecnología, llevando a cabo opiniones escuetas y en muchas ocasiones rumores sobre estos vehículos por parte de los ciudadanos. (González, 2019)

A pesar de ellos las cifras mostradas a continuación revelan que para que el país pueda

crecer en índice sobre vehículos eléctricos se debe crear nuevas estrategias, beneficios, informar más sobre las prestaciones de estos vehículos para que de esta manera se pueda confiar y derrumbar mitos acerca de los vehículos eléctricos. (González, 2019)

Ventas históricas de vehículos eléctricos en Ecuador:

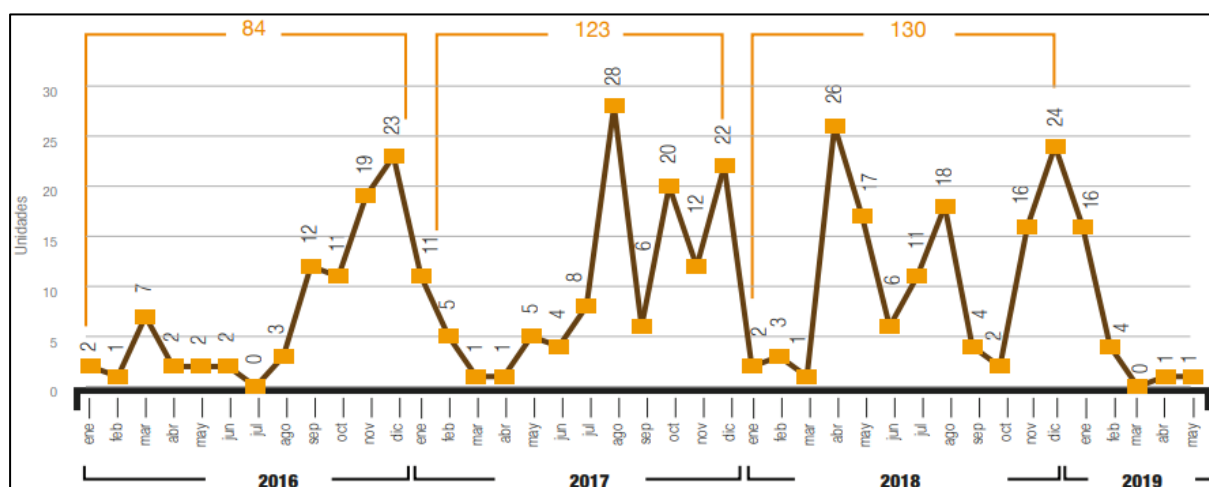


Figura 6. Ventas mensuales de vehículos eléctricos

Fuente: (AEADE, 2019)

Históricamente en el mes de agosto del 2017 se ha comercializado mayor número de vehículos eléctricos llegando a ser 28 unidades, sin embargo, en el 2018 es donde se registra el mayor número de unidades vendidas en todo el año. (AEADE, 2019)

2.6. Beneficios para la adquisición de vehículos eléctricos

Dentro de las estrategias adoptadas para el fomento de la compra de vehículos eléctricos en Ecuador, son la reducción de las tasas arancelarias para la importación de vehículos eléctricos para uso particular, de servicio público y de carga; en el caso de baterías de alto voltaje para este tipo de vehículos, tanto que del 25% de tasa arancelaria pasará al 0%.

(El Comercio, 2019)

De igual forma esta reducción arancelaria será para los cargadores de autos y electrolinerías, disminuyendo del 5% al 0%. Estas reducciones fueron adoptadas en el Pleno de Comercio Exterior (COMEX), resolución N°016-2019, el 03 de junio de 2019. (El Comercio, 2019)

En la ciudad de Guayaquil donde se cuenta ya con operación la primera flota de buses eléctricos en Ecuador, el ex alcalde de la ciudad Jaime Nebot, mencionó que para los taxistas que decidan dar este salto desde el vehículo con motor de combustión interna hacia el vehículo eléctrico, recibirán un bono de entre USD 2000 y USD 3000, de igual forma el pago de solo el 50% de la factura de energía en el primer año de operación tanto para operadores de taxis como de buses. (González, 2019)

Una estrategia que está en mesa de discusión y podría ser adoptada en la ciudad de Quito para que la ciudadanía migre al uso de vehículos eléctricos, es la exoneración del pico y placa para quienes adquieran un vehículo de este tipo. (González, 2019)

2.7. Financiamiento para vehículos eléctricos

Junto con la atractiva estrategia de estímulos que se dará para poder adquirir vehículos y buses eléctricos, está la facilidad con la que se puede acceder a ellos con el apoyo de instituciones financieras. (El Universo, 2019)

- La **CFN** (Corporación Financiera Nacional) juega un papel importante en el

apoyo para el cambio de transporte de vehículos con motores de combustión interna a vehículos con motores eléctricos, ya que se destina para la facilidad de adquisición de flotas de transporte público, cuenta con una tasa de interés del 7,5%. Como antecedente se tiene el financiamiento de 8,3 millones USD para la adquisición de 20 buses eléctricos BYD para la Compañía de Transporte Saucinc S.A. que es operador de línea completamente privado que fue financiado por la entidad mencionada.

- **BanEcuador** que ofrece créditos para cooperativas de transporte liviano que adquieran vehículos eléctricos, con tasas del 9,8% de interés.
- **Banco del Pacífico** que ofrece créditos a concesionarios autorizados en el mercado automotriz para la compra de vehículos eléctricos nuevos, con una tasa de interés del 12,50% hasta el 13,50%. (El Universo, 2019)

2.8. Importación de vehículos

La importación de vehículos se encuentra regida por la Ley Orgánica de Aduanas (Ley No. 99), la cual ha sido declarada con jerarquía y calidad de orgánica por el congreso Nacional mediante Res. R-22-058 (R.O. 280, 8-III-2001). (Organización de los Estados Americanos, 2007)

Donde se presenta los requisitos y obligaciones que deben seguirse:

- Normas Fundamentales
- Obligación tributaria

- Exenciones
- Operaciones Aduaneras
- Declaración Aduanera
- Regímenes Aduaneros
- Garantías Aduaneras
- Controversias, reclamos y recursos

Para realizar el proceso de importación de vehículos, cada país tiene sus su entidad y requisitos para realizar este proceso. En Ecuador pueden importar vehículos cualquier persona natural o jurídica que se encuentren registradas en el sistema ECUAPASS y aprobadas por el servicio nacional de aduanas del Ecuador. (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2019)

Únicamente está permitido importar vehículos nuevos, sin importar su marca, debe ser del mismo año que va a realizarse la importación o puede ser del año posterior. (Organización de los Estados Americanos, 2007)

ECUAPASS es una plataforma que brinda un servicio más rápido y seguro facilitando los procesos con el Servicio Nacional de Aduana SENAE, utilizado para disminuir el tiempo en los trámites de importación y exportación. Lo utilizan instituciones públicas y operadores encargados del comercio exterior del Ecuador, en virtud de las normas en el COPCI (Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversión) y sus reglamentos. (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2019)

2.9. Homologación de vehículos eléctricos

Dentro de los requisitos para que un vehículo pueda ser operado en Ecuador, se debe tomar en cuenta la homologación de los vehicular. (Agencia Nacional de Tránsito, 2015)

La (Agencia Nacional de Tránsito, 2015) en la **RESOLUCIÓN No. 081-DIR-2015-ANT** del ‘Reglamento general de homologación vehicular y dispositivos de medición, control y seguridad’ menciona en el **Artículo 15.-** Homologación de vehículos eléctricos. - Para el proceso de homologación de vehículos 100% eléctricos se debe cumplir con lo siguiente:

- Cumplimiento de “ELEMENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES”, contemplado en la RTE INEN 034 vigente, y las normas técnicas según aplique la unidad a homologar.
- Cumplimiento de la normativa emitida por el servicio Ecuatoriano de Normalización.
- Se deberá realizar los procedimientos en los artículos: 9, 10 y 11.

2.9.1. Artículo 9

En este artículo, se presentan los requisitos para el proceso de homologación, los cuales involucran solicitudes que contienen características del origen del vehículo, cuál será su objetivo de importación, ficha técnica de importación, certificados de garantía, etc. (Agencia Nacional de Tránsito, 2015)

2.9.2. Artículo 10

El vehículo base deberá cumplir con lo establecido en la norma RTE INEN 034 vigente. (Agencia Nacional de Tránsito, 2015)

2.9.3. Artículo 11

Las personas naturales o jurídicas, importadores o fabricantes, a fin de dar cumplimiento al proceso de homologación vehicular, según procedimiento digital o físico deberán cumplir con lo establecido. (Agencia Nacional de Tránsito, 2015)

2.10. Formatos

Son todos los documentos que permiten levantar los datos del cliente y del vehículo, con el fin de llevar un historial de reparaciones, repuestos e insumos utilizados, para sus próximos mantenimientos de acuerdo al manual de usuario o servicios solicitados directamente del cliente.

2.10.1. Ficha técnica

Es un documento que permite informar al cliente las especificaciones técnicas del motor, de sus respectivos sistemas, capacidades y pesos del vehículo, adicionalmente brinda detalles del exterior, seguridad, interior y los colores.

NUEVO CHEVROLET BEAT

● INCORPORADO ○ OPCIONAL - NO DISPONIBLE

ESPECIFICACIONES EXTERIOR

- Espejos retrovisores exteriores eléctricos abatibles manualmente con desempañador ●
- Espejos retrovisores del color de la carrocería con luz direccional ●
- Luces antiniebla ●
- Manijas de puerta en color del vehículo ●
- Carbón "Chevrolet" en la parte delantera y posterior ●
- Emblema "Beat" y "Premier" en la parte posterior ●

SEGURIDAD

- Bolsa de aire conductor y pasajero ●
- Barra de protección para impactos laterales ●
- Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en asientos delanteros ●
- Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos en asientos traseros ●
- ChevyStar ○

- Columna de dirección colapsable ●
- Seguro de niños en puertas traseras ●
- Bloqueo central ●
- Frenos ABS ●
- Anclaje de seguridad ISOFIX asientos de niños ●
- Alerta de cinturón de seguridad para conductor ●


INTERIOR

- Aire acondicionado ●
- Asientos delanteros tipo butaca ●
- Apertura de baúl desde botón interno ●
- Control de radio al volante ●
- Tapete de combustible con apertura remota desde el interior del vehículo ●

- Radio MyLink® con pantalla táctil de 7" compatible con Android Auto con 6 parlantes ●
- Vidrios eléctricos delanteros y posteriores ●

COLORES

Blanco | Plata | Dorado | Plomo | Azul | Rojo | Vino | Negro




ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Motor	1.2 L DOHC
Válvulas	16
Número de cilindros	4
Potencia (HP@rpm)	80.5 @ 6,400
Torque (Nm@rpm)	108 @ 4,800
Relación de compresión	9,8
Relación final	4,444
Suspensión delantera	Independiente McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Frenos delanteros	Discos sólidos
Frenos posteriores	Tambor
Barra estabilizadora	Delantera
Llantas	165 / 65 R14
Rines	Aluminio 14"
Dirección	Electrónicamente asistida

CAPACIDADES Y PESOS


Peso bruto vehicular (kg)	1400
Capacidad de carga (kg)	420
Capacidad de tanque de combustible (litros)	35/9
Capacidad de carga de baúl (litros)	390



FIND NEW ROADS

• AUTOLANQUA • AUTOLASA • AUTOMOTORES CONTINENTAL • AUTOMOTORES DE LA SIERRA • CENTRAL CAR • EDUA-AUTO • E. MAULME • IMBAUTO • INDIAUTO • LANCA • METROCAR • MIRASOL • PROAUTO • VALLEJO ARAUJO

1 La información de la ficha técnica, colores, modelos, versiones, imágenes, precios y otras especificaciones son referenciales e ilustrativas y pueden no coincidir con los productos exhibidos y ofrecidos en los Concesionarios Autorizados Chevrolet debido a la variedad y opciones de productos y servicios Chevrolet.



CHEVROLET

Emitido el 18 de octubre de 2018

Figura 7. Ficha técnica Chevrolet

Fuente: (Chevrolet, 2018)

2.10.2. Orden de trabajo

Las ordenes de trabajo (OT) son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc., sin embargo existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, que deben estar presentes en este instrumento de información, como: el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial, si los instrumentos de supervisión actuaron correctamente o no, si la intervención perjudicó la

producción, el período de indisponibilidad del equipo y la duración real del mantenimiento. (Tavares, 2000, p. 44)

En los antiguos modelos de OT, usadas en el sistema manual, eran presentados en la parte superior: los datos de identificación del equipo y del problema, en la parte media: los datos de planificación, y en la parte inferior: los de ejecución del mantenimiento, subdivididos en dos partes: datos para “Gestión del Equipo” (Sumario del servicio ejecutado y comentarios sobre el problema) y para “gestión de mano de obra” (horas-hombre consideradas y utilizadas). (Tavares, 2000, p. 44)

ORDEN DE TRABAJO		Nº	
PRIORIDAD:		CUENTA Nº	
REQUERIDO POR:	APROBADO POR:	FECHA:	
EQUIPO:			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA:			
SUPERVISOR:		SECCION:	FECHA:
MATERIAL Y HERRAMIENTAS ESPECIALES NECESARIAS:			
COORDINADO POR:		DEPARTAMENTO:	
Nº DE ORDEN DE IMPEDIMENTO DE LA OPERACION:		TIEMPO:	FECHA:
REGRESO A OPERACION: FECHA		HORA:	SUPERVISOR:
SERVICIO VERIFICADO: <input type="checkbox"/>		RESPONSABLE	
SUMARIO DEL SERVICIO EJECUTADO:			
FECHA DE TERMINACION DEL SERVICIO:			HORA:
COMENTARIOS SOBRE EL PROBLEMA:			
Horas-hombre estimadas	Horashombre reales	Nombres	Comentarios relativos al consumo de Horas-hombre

Figura 8. Orden de trabajo Manual

Fuente: (Tavares, 2000)

2.10.3. Comprobación sistemática de actividades (Check-List)

Es un formato que permite la revisión rápida en función del control de calidad, el funcionamiento de los sistemas, estado de los elementos del vehículo, verificar que se haya realizado el mantenimiento solicitado y no presente anomalías. Por ejemplo (revisiones de: desgaste en el centro de banda de rodamiento y presión de llantas, desgaste de discos y pastillas, baterías, parabrisas, luces, niveles y fugas, interior del vehículo, revisión visual de conexiones eléctricas de alto voltaje, parte inferior del vehículo). Una vez que se haya dado el visto bueno del vehículo se procede a avisar al cliente para que pueda ir a retirarlo.

10K	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	OK	NA	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		✓	na	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	
REEMPLAZAR	MOTOR													
	ACEITE Y FILTRO DE ACEITE DE MOTOR.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	JUNTA TÓRICA DEL TAPÓN DEL CARTER.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	FILTRO DE AIRE DEL MOTOR.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	FILTRO DE COMBUSTIBLE.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CORREA DE DISTRIBUCIÓN Y TENSOR.												100	
	CORREA DE ACCESORIOS Y TENSOR.												100	
	LUBRICANTE DE LA TRANSMISIÓN MANUAL.				20					70				
	LUBRICANTE DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.							50						100
	SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN, FRENOS Y NEUMÁTICOS													
	LUBRICANTE DEL EJE DELANTERO (DIFERENCIAL - SÓLO PARA VEHÍCULOS 4X4) Y EL LUBRICANTE DEL EJE TRASERO (DIFERENCIAL).													100
	LUBRICANTE DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA (SÓLO PARA VEHÍCULOS 4X4).											80		
	LÍQUIDO DE FRENOS/EMBRAGUE. ("EMBRAGUE" - SÓLO VEHÍCULOS M/T).						30			60			90	
	GRASA DEL ANILLO DE RETENCIÓN DEL CARDÁN.							40				80		
	GRASA Y RETENES DE LOS RODAMIENTOS DE RUEDA DELANTEROS SIEMPRE QUE SE EFECTUÉ UNA REPARACIÓN QUE IMPLIQUE DESARMAR EL CUBO DE RUEDA).							40				80		
CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO														
FILTRO DE HABITÁCULO.				10		30		50		70		90		
10K	MANTENIMIENTO 10K - INSPECCIONES Y CONTROLES	OK	NA	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		✓	na	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	KM	
INSPECCIONAR, AJUSTAR, LUBRICAR, COMPLETAR, CORREGIR O RESETEAR	MOTOR Y TRANSMISIÓN													
	SOPORTES DEL MOTOR Y SISTEMA DE ESCAPE.					30			60			90		
	MANGUERAS Y TUBERÍAS DE ACEITE, DE COMBUSTIBLE Y DE ADMISIÓN DE AIRE.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CORREAS DE ACCESORIOS Y TENSOR DINÁMICO.			10	20	30	40	50	60	70	80	90		
	RESPIRADERO DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.					30			60			90		
	LÍQUIDO REFRIGERANTE/ANTICONGELANTE.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	TUBERÍAS Y CONEXIONES DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	TRANSMISIÓN, EJE TRASERO, EJE DELANTERO (DIFERENCIAL - SÓLO PARA VEHÍCULOS 4X4) Y CAJA DE TRANSFERENCIA (SÓLO PARA VEHÍCULOS 4X4).			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	LUBRICANTE DE LA TRANSMISIÓN MANUAL.			10		30	40	50	60		80	90	100	
	LUBRICANTE DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.			10	20	30	40		60	70	80	90		
	LUBRICANTE DEL EJE DELANTERO, (DIFERENCIAL - SÓLO PARA VEHÍCULOS 4X4).			10	20	30	40	50	60	70	80	90		
	LUBRICANTE DEL EJE TRASERO, (DIFERENCIAL).			10	20	30	40	50	60	70	80	90		
	LUBRICANTE DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA, (SÓLO PARA VEHÍCULOS 4X4).			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN, FRENOS Y NEUMÁTICOS													
	LÍQUIDO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	MANGUERAS Y CONEXIONES DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN Y FRENOS.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	SISTEMA DE DIRECCIÓN Y TODOS SUS COMPONENTES EN CUANTO A JUEGOS, FUGAS Y TORSIÓN DE LOS TORNILLOS.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y TODOS SUS COMPONENTES EN CUANTO A JUEGOS, FUGAS Y TORSIÓN DE LOS TORNILLOS.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	NEUMÁTICOS Y RUEDA DE AUXILIO (DESGASTE, AVERÍAS, PRESIÓN CON UN MANÓMETRO, Y PAR DE APRIETE DE LAS TORNILLOS/TUERCAS DE FIJACIÓN).			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	LÍQUIDO DE FRENO/EMBRAGUE.			10	20		40	50		70	80		100	
	LIMPIEZA Y REGULACIÓN DE FRENOS TRASEROS Y EL ESTADO DE LOS CUBOS DE RUEDA TRASEROS.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	FRENO DE ESTACIONAMIENTO.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CINTAS Y TAMBORES DE FRENO.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	PASTILLAS Y DISCOS DE FRENO.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	TORNILLOS DE FIJACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL BASTIDOR DEL CHASIS.							50					100	
	LAS JUNTAS DESLIZANTES DE LOS ÁRBOLES PROPULSORES (CARDÁN), LA GUÍA DEL CABLE DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO Y LAS ARTICULACIONES DE LOS BRAZOS DEL PEDAL DE FRENO Y EMBRAGUE.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO													
	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CARROCERÍA													
	BISAGRAS, TOPES, BURLETES, GUIAS DE ASIENTO, CERRADURAS DE LAS PUERTAS, TAPA DE CAJA DE CARGA Y CAPO DEL MOTOR.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CINTAS, HEBILLAS Y TORNILLOS DE FIJACIÓN DE LOS CINTURONES DE SEGURIDAD EN CUANTO A LA CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN, TORSIÓN Y FUNCIONAMIENTO.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	CARROCERÍA Y PARTE INFERIOR DEL PISO EN CUANTO A DAÑOS EN LA PINTURA O CORROSIÓN.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	ESCOBILLAS DEL LIMPIA/LAVA PARABRISAS.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	SISTEMAS ELÉCTRICOS-ELECTRÓNICOS													
	CÓDIGOS DE AVERÍA, UTILIZANDO "MDI-GDS2".			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
BATERÍA, SISTEMA DE ARRANQUE Y CARGA.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
VIDA ÚTIL DEL LUBRICANTE DEL MOTOR (LUEGO DE HABER EFECTUADO EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO 10K).			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
PRUEBA DINÁMICA														
EFECTUAR PRUEBA DINÁMICA. SE REALIZA SI LA SITUACIÓN LO AMERITA.			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		

Figura 9. Orden de trabajo Manual

Fuente: (Chevromax, 2019)

2.11. Mantenimiento

“Todas las acciones necesarias para que un equipo, obra o instalación sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición específica” (Tavares, 2000, p. 21)

2.11.1. Mantenimiento preventivo

Todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de ocurrencias en un equipo, obra o instalación que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto o largo plazo, acarrear su indisponibilidad, buscando evitar ocurrencia en un ítem que impide su funcionamiento (Tavares, 2000, p. 21)

2.11.2. Mantenimiento Preventivo por tiempo

“Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilometrajes recorridos, etc.)” (Tavares, 2000, p. 21)

2.11.3. Mantenimiento preventivo por estado

“Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general etc.)” (Tavares, 2000, p. 21)

2.12. Kit de reemplazo

Es un equipo de sustitución con iguales características de construcción (mismo fabricante, mismo tipo, mismo modelo) para cada uno de los elementos originales pertenecientes a los conjuntos de equipos del vehículo, que permiten ejecutar una función de una instalación, pertenecientes al mantenimiento preventivo por tiempo de repuestos e insumos. (Tavares, 2000)

2.13. Costo de mantenimiento

Está compuesto por cinco elementos (personal, material, terceros, depreciación y pérdida/reducción en la facturación), cada uno de ellos con tres subdivisiones (ostos directos, costos indirectos y costos administrativos); difícilmente es hecha esta composición, limitándose las empresas a considerar dos o tres elementos (personal, material y eventualmente terceros) y de igual manera, una de dos de sus subdivisiones (costos directos y eventualmente costos indirectos) (Tavares, 2000, p. 58)

2.13.1. Repuestos

Es un elemento físico no divisible de un mecanismo de la máquina. Es la parte del conjunto de componentes interconectados con que se realiza materialmente una actividad de una instalación perteneciente a un sistema operacional que ha sido afectada por alguna ocurrencia en el equipo impidiendo su funcionamiento a corto o largo plazo, por lo cual sirve para reemplazar las originales de la maquina averiada para prolongar la vida útil de

la misma. (Tavares, 2000, p. 21)

2.13.2. Tiempo de ejecución de trabajo

Se entiende como mano de obra disponible de un órgano de ejecución de mantenimiento, el resultado de las horas-hombre efectivas, o sea, el producto del número de empleados de ese órgano por el número de horas trabajadas (normales y extras), menos el número de horas-hombre no presentes por motivo de vacaciones, enfermedad, servicio en otras unidades de la empresa, capacitación externa, accidente o cualquier otro motivo autorizado o no, que haya provocado la ausencia del personal. (Tavares, 2000, p. 50)

Para la recolección de datos de disponibilidad de personal, para la ejecución del mantenimiento propio y de esfuerzos en otras áreas de la empresa o de contratistas, es necesario un desarrollo de un formulario, que debe ser completado por el órgano administrativo de cada unidad de producción, a partir de los registros de las tarjetas horarias u otro sistema de control de horario adoptado a la empresa. En el caso de que este órgano, disponga de un sistema específico, para el registro de estos datos y que el sistema este correlacionado con el mantenimiento, estos pueden ser transferidos directamente de un sistema para otro. (Tavares, 2000, p. 50)

2.14. Costo de combustible por kilometraje

Según (Granda, 2019) el costo de acuerdo al kilometraje de recorrido para un bus que se carga con energía eléctrica es de 0.10 USD por kilómetro; en cambio el costo del

combustible por kilometraje para un vehículo de MCI que utiliza combustible diésel es 0,44 USD.




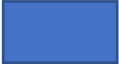

2.15. Diagramas de flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo. (Manene, 2011)

Son de gran importancia ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este. En la actualidad los diagramas de flujo son considerados en la mayoría de las empresas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema. (Manene, 2011)

Tabla 5.

Simbología de un diagrama de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio/Final	Representan el inicio y final del proceso
	Línea de flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones, la flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada/Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente: (Raffino, 2018)

2.16. Diagramas de proceso

“Este diagrama se compone de los diagramas de proceso de los miembros del equipo, ordenados de modo que permitan un análisis completo. Las operaciones que ejecutan simultáneamente los obreros de dicho grupo se representan una a lado de otra”. (Immer, 2002)

“El estudio de métodos de una tarea es la investigación sistemática de las operaciones que la componen, su tipología, materiales y herramientas utilizadas.” (Cruelles Ruiz, 2013, p. 161)

El estudio de métodos divide y desglosa la tarea en una parte razonable de operaciones. De esta manera se entiende mejor como se ejecuta la tarea y de este modo sirve para unificar un método operativo para todos los implicados en su ejecución. Además, es el punto de partida para su mejora. Si bien se hace notar que el hecho de describir un método operativo ya es en sí una mejora, probablemente lo más importante. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 161)

(Cruelles Ruiz, 2013, p. 169) expresa que “tanto para las tareas como las operaciones realizadas por el operario, existe una simbología común de clasificación. Para el caso del estudio de métodos se clasifican los tipos de operaciones que puede hacer el operario:”

- Operaciones del valor añadido: todas las acciones necesarias para cumplir con las especificaciones de un producto y transformarlo, tales como taladrar, atornillar, lijar, pintar, etc.
- Desplazamiento del operario: cuando se desplaza un operario en su lugar de

trabajo para realizar una operación.

- Almacenamiento de un objeto: cuando el operario hace una operación de almacenaje.
- Demora o espera: el operario tiene que dedicar un tiempo a esperar, por ejemplo, a causa de un ciclo de máquina.
- Inspección: no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Solo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad.
- Inspección – operación: se trata de una inspección necesaria según la especificación del producto o bien se realiza mientras que el producto está siendo transformado.
- Búsquedas: suceden cuando el operario tiene que buscar materiales, herramientas, información, etc.
- Operaciones eliminables: son aquellas operaciones del primer tipo que no deberían hacerse y, por lo tanto, podrían suprimirse.
- Comunicación. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 169)

Para (Cruelles Ruiz, 2013, p. 170) dependiendo de la tipología de la operación se pueden representar con los símbolos presentes en la tabla:

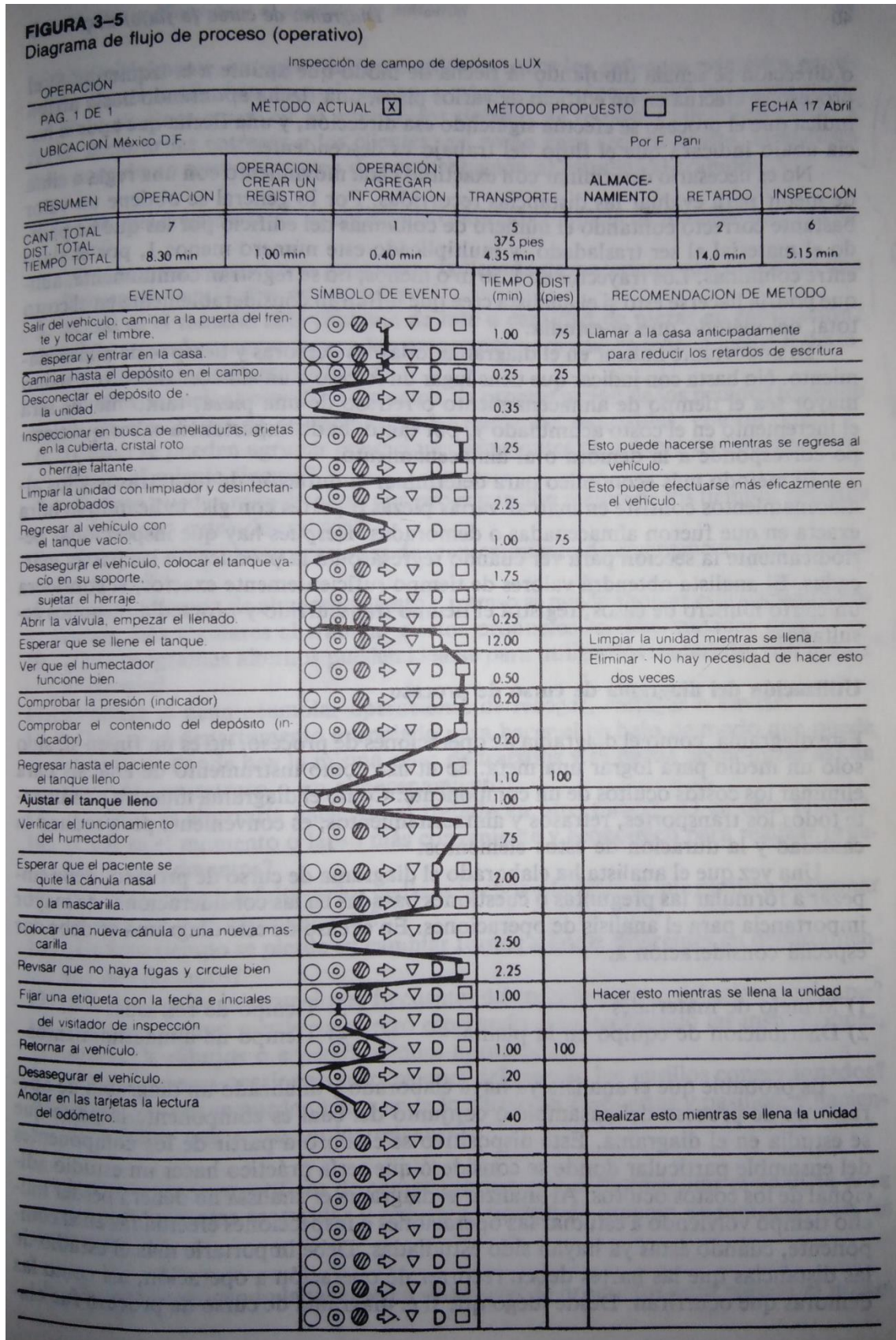


Figura 10. Diagrama de flujo de procesos operativo

Fuente: (Niebel B. W., 1996, p. 39)

2.17. Fundamentos de la medición de trabajo

“La aplicación de técnicas para determina el tiempo que interviene un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma (método de ejecución establecido)”. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 489)

2.17.1. Tiempo estándar

El tiempo estándar (TE), es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente cualificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido. Se determina sumando el tiempo asignado a cada uno de los elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable, y la proporción de tarea frecuenciales. Se mide en << Tiempo hombre >> (Horas – hombre o Minutos – hombre) y en << Tiempo máquina >>. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 491)

$$TE = TN \times (1 + S)$$

Ecuación 1. Tiempo estándar

Fuente: (Cruelles Ruiz, 2013)

Donde:

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal

S = suplemento

2.17.2. Importancia del tiempo estándar

“El tiempo estándar es la materia prima para la gestión de la producción” (Cruelles Ruiz, 2013, p. 494)

2.18. Métodos generales para medir el tiempo estándar

Para (Cruelles Ruiz, 2013) “existen distintas técnicas aplicadas a la medición de trabajo:”

- Estimación
- Datos históricos
- Tablas de datos normalizados
- Sistemas de tiempos predeterminados
- MTM
- Muestreo
- Cronometraje. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 495)

2.18.1. Estimación

Según (Cruelles Ruiz, 2013) “esta técnica se realiza a partir de la observación directa y debe ser realizada por un analista con mucha experiencia”. Se utiliza únicamente:

- Para mediciones poco repetitivas. Por ejemplo, el cambio de rodamientos de una máquina que se realiza una vez al año”.

- Para procesos de trabajo en los que no resulte rentable aplicar un procedimiento más exhaustivo y, por lo tanto, más costoso. Por ejemplo, la determinación de tiempos de remachar adorno en zapatos terminados, hay una gran variedad de adornos y los modelos cambian cada 6 meses. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 495)

2.18.2. Datos históricos

“Esta técnica se fundamenta en la determinación de los tiempos estándar a partir de los datos obtenidos en trabajos similares, o como consecuencia de la comparación con otros tiempos ya conocidos, siendo posible su deducción a partir de ellos.” (Cruelles Ruiz, 2013, p. 496)

Para algunos trabajos el enfoque de utilizar los datos históricos puede ser preferible debido a que el trabajo en si se utiliza para desarrollar un estándar no se requieren cronómetros y se permite la flexibilidad en el método, impulsando así la innovación sin la necesidad de establecer un nuevo estándar. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 496)

$$TN = \frac{To + (4 \times Tm) + Tp}{6}$$

Ecuación 2. Fórmula de tiempo normal para datos históricos

Fuente: (Cruelles Ruiz, 2013, p. 497)

Donde:

$To =$ tiempo optimista

$Tm =$ tiempo modal

$Tp =$ tiempo pesimista

2.18.3. Tabla de datos normalizados

Esta técnica se emplea para medir tiempos de trabajo en la empresa, utilizando para ellos tablas de datos creadas en la propia compañía, a partir de situaciones típicas que se han ido recopilando a lo largo de la historia de la empresa. Especialmente se describe las operaciones que son comunes a muchas de las tareas que se efectúan en la organización. Con estas tablas se puede calcular los tiempos estándar para trabajos nuevos o para modificar los tiempos ya existentes que reflejan cambios producidos en los procesos de trabajo. (Cruelles Ruiz, 2013, pp. 497-498)

2.18.4. Sistema de tiempos predeterminados

La utilización de sistema de tiempos predeterminados para la obtención de los tiempos de ejecución de las operaciones, limita la observación de las mismas al registro de los gestos necesarios para realizarlos sin el uso de ninguna toma de tiempos. A partir de las tablas en las que se cuantifican el tiempo de ejecución de cada gesto, según tipo del mismo y ciertas características, se obtiene los tiempos estándar para cada operación compleja. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 498)

2.18.5. Muestreo

Este sistema consiste en efectuar durante un cierto periodo de tiempo un gran número de observaciones instantáneas de determinados elementos de trabajo, ya sea un grupo o individualmente (máquinas, procesos o trabajadores), para determinar si cumplen o no

cierta condición. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 500)

En cada observación se registra lo que ocurre en ese instante en el centro de trabajo; después, en la oficina de Métodos y Tiempos mediante fórmulas estadísticas se obtiene los resultados que indicaran el porcentaje o la frecuencia de aparición de determinada circunstancia (normalmente tiempos de parada y de funcionamiento o causas de parada) en los elementos de trabajo observados. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 500)

2.18.6. Cronometraje

Consiste en la toma de tiempos con cronómetro de cada operación corrigiendo el tiempo obtenido mediante la apreciación de la actividad, es decir el desempeño con el que el operario ha llevado a cabo dicha operación. Para analizar el tiempo que se invierte en realizar un trabajo, se deben realizar diversas mediciones a varias personas a distintas horas de la jornada, de esta forma se abarcará todas las posibilidades que pueden ofrecer las operaciones. Antes de usar el cronometro, el analista deberá realizar una visualización previa de la tarea objeto de estudio, con el fin de poder definir claramente el hito inicial y el hito final de cada operación que compone la tarea. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 501)

2.18.7. Posición del observador

El observador debe estar de pies, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras este

realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.” (Niebel & Freivalds, 2001, p. 331)

2.19. Procedimiento Sistemático de medición de trabajo

“Las etapas dentro de la medición del trabajo son:

- Selección de trabajo
- Registrar la información
- Examinar la tarea
- Cronometraje y medición”. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 502)

2.19.1. Selección de trabajo

Se determina que tarea será objeto de estudio de acuerdo a los siguientes aspectos:

- Novedad de la tarea, no ejecutada anteriormente (cuando son nuevos el producto, el componente, la operación o la serie de actividades)
- Cambio de materia lo de método, que requiere un nuevo tiempo estándar.
- Quejas de los operarios o de sus representantes sindicales sobre el tiempo estándar de una tarea.
- Demoras causadas por una operación lenta, que retrasa las siguientes, y posiblemente las anteriores, por acumularse los trabajos que no siguen su curso.

- Fijación de tiempos estándar antes de implantar un sistema de incentivos salariales
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas
- Preparación para un estudio de métodos o para comparar las ventajas de dos métodos posibles.
- Coste aparentemente excesivo de algún trabajo, tal como queda puesto de manifiesto por un análisis.
- Posible error ya sea por tiempos altos y bajos. (Cruelles Ruiz, 2013, pp. 503-504)

2.19.2. Registro de la información

El estudio del puesto de trabajo consta de una identificación del cronometraje, en la cual hay que incluir datos identificativos de la tarea, del estudio como, por ejemplo:

- Nombre del analista
- Nombre del operario cronometrado
- Nombre de la empresa
- Dirección de la empresa
- Fecha de la toma de datos y procesado
- Nombre y código de la tarea sobre la que se realizó el estudio
- Croquis del puesto de trabajo con el recorrido que se vaya a cronometrar, además de máquinas o herramientas que se utilicen en este puesto de trabajo. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 504)

2.19.3. Examinación de tarea

“Se analizan los datos registrados y se establece un hito de inicio y un hito final de cada elemento u operación a medir”. (Cruelles Ruiz, 2013)

2.20. Cronometraje y medición

“Una vez identificado el hito inicial y el hito final y realizada la descripción de las operaciones, se puede empezar el cronometraje, existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronometro, acumulativo y regresión a cero.” (Cruelles Ruiz, 2013, p. 507)

2.20.1. Acumulativo

El método continuo para registrar los valores elementales es superior al de regreso a cero por varias razones. Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elemento extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es más sencillo explicar y vender esta técnica de registro de tiempos. (Niebel & Freivalds, 2001, p. 334)

2.20.2. Regresión a cero

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la

técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos. (Niebel & Freivalds, 2001, p. 333)

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. Entonces, la lectura se inserta directamente en la columna del TO (Tiempo observado). (Niebel & Freivalds, 2001, p. 333)

2.21. Compilar y definir

Calculado el tiempo de cada operación e identificados los suplementos de descanso a aplicar, se procedería a agrupar toda la información para construir el estudio de métodos y tiempos. (Cruelles Ruiz, 2013)

2.21.1. Ciclos de observación

Para llegar a determinar el estándar de cuántos ciclos estudiar, en nuestro caso el número de asistencias de observación, se utilizó la tabla elaborada por General Electric Company que se utiliza como guía aproximada al número de ciclos a observar. (Niebel & Freivalds, 2001)

Tabla 6.*Número recomendado de ciclos de observación*

Tiempo de ciclo en min	Numero recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Nota: Información tomada de Time Study Manual de los ERIE Works en General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2001, p. 340)

2.21.2. Calificación

Según (Niebel & Freivalds, 2001, p. 367) en su libro menciona en el método de calificación de velocidad, el analista primero valora el desempeño para determinar si está arriba o abajo de lo normal. Después intenta colocar el desempeño en la posición precisa de la escala de calificaciones que evalúa la diferencia numérica entre el desempeño estándar y el demostrado. Entonces, 100% se considera normal. Una calificación de 110% indica que el operario tenía una velocidad 10% mayor que lo normal y 90% significa que su velocidad era 10% menor de lo normal.

Tabla 7.*Calificación para evaluar el desempeño*

Calificación	Puntos ancla verbales	Velocidad de caminata (mph)	Cartas repartidas por ½ minuto
0	Sin actividad	0	0
67	Muy lento, torpe	2	35
100	Firme, deliberado	3	52
133	Activo, negociable	4	69
167	Muy rápido, alto grado de destreza	5	87
200	Límite superior por un periodo corto	6	104

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2001, p. 368)

“Conforme a la experiencia práctica en numerosos estudios, se ha comprobado que los trabajadores remunerados por rendimiento (primados por productividad conseguida) pueden llegar a una tercera parte más de trabajo que los que no están remunerados por su rendimiento”. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 516)

Las escalas de medición de la actividad son:

- Bedaux 60-80. Donde 60 es actividad normal y 80 la actividad óptima
- Centesimal 100-133, donde 100 es la actividad normal y 80 la actividad óptima.
- BSI 75-100, donde 75 es la actividad normal y 100 es la actividad óptima. (Cruelles Ruiz, 2013, p. 516)

Tabla 8.

Escalas de medición del desempeño

ACTIVIDAD				Descripción del desempeño	Velocidad en marcha comparable (Km/h)
60-80	75-100	100-133	90-120		
Bedaux	BSI	centesimal	MTM		
0	0	0	0	Actividad nula	0
40	50	67	60	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
60	75	100	90	constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan	4,5
80	100	133	120	Activo, capaz, como obrero capacitado medio, pagado a destajo. Logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión requerida	6,4

CONTINÚA →

100	125	167	150	muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero cualificado medio	8
120	150	200	180	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación que solo alcanzan unos pocos trabajadores sobresalientes	9,6

Nota: Adaptation de un cuadro publicado por la Engineering & Allied Employers (West of ENGLAND) Association, Department of Work Study.

Fuente: (Cruelles Ruiz, 2013, p. 517)

2.21.3. Tiempo de observación (TO)

El tiempo observado es el que registra el cronometro durante la observación del ciclo de observación, realizando la medición de dada tarea de ejecución.

2.21.4. Tiempo normal (TN)

El tiempo normal (TN) es el tiempo necesario para la ejecución de una operación trabajando a actividad normal. (Niegel & Freivalds, 2001)

$$TN = TO \times \left(\frac{C}{100} \right)$$

Ecuación 3. Tiempo normal

Fuente: (Niegel & Freivalds, 2001, p. 343)

Donde:

TN = tiempo normal

TO = tiempo observado

C = calificación del desempeño del operario, se expresa como porcentaje

2.21.5. Suplementos

Ningún operario puede mantener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo. Puede tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a los bebederos; la segunda es la fatiga que afecta aún a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. Por último existen retrasos inevitables, como herramientas que se rompen interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la asignación de algún tiempo. (Niebel & Freivalds, 2001, p. 343)

Tabla 9.

Suplementos generales

Suplementos generales	
Suplementos de descanso	Cantidad
Necesidades personales	5%
Fatiga	4%
Estar de pie	2%
Total, suplementos de descanso	11%
Suplementos por imprevistos	Cantidad
Imprevistos	2%
Total, suplementos por imprevistos	2%
Suplementos por inicio y fin de la jornada	Cantidad
Inicio y fin de la jornada	3%
Total, Suplementos generales	16%

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA PROPUESTA DE PROGRAMACIÓN PARA EL SERVICIO POST VENTA PARA EL BUS ARTICULADO K11A DE LA MARCA BYD.

3.1. BYD E-Motors

BYD E-Motors en la actualidad cuenta con convenios específicos para las actividades del mantenimiento preventivo de las unidades vendidas en el país, es una empresa que por el momento se dedica a la comercialización de vehículos; de ahí parte la necesidad de consolidarse en el mercado a partir de la prestación del servicio post venta en el Ecuador.

3.1.1. Modelo Comercializado

El presente estudio realizó la comparación entre el bus eléctrico K11A de marca BYD con su similar de MCI considerando aspectos como dimensiones, capacidad de pasajeros y ruta de transporte.

El modelo eléctrico K11A de marca BYD es un articulado con notables diferencias, que en comparación con los buses de MCI (Motor de Combustión Interna) de transporte de pasajeros que circulan en la ciudad de Quito, que se detallan a continuación.

- Desde el punto de vista de contaminación ambiental, el bus eléctrico K11A es 100%

ecológico de tal manera que no genera emisiones contaminantes de acuerdo al proceso de funcionamiento de sus motores, siendo uno de los mayores puntos de interés en comparación al proceso que tiene su similar con MCI.

- La energía que se utiliza para la transmisión de movimiento en el vehículo, para el caso del MCI es el combustible utilizado que es un derivado del petróleo como el diésel, en el K11A para la carga de baterías se utiliza energía eléctrica.

En la actualidad el país cuenta con generación de energía eléctrica renovable y no renovable, dentro de la energía renovable existen cinco hidroeléctricas que generaran una cobertura del 84,40% de la energía eléctrica a nivel nacional. Para lo cual el consumo de energía para la carga de baterías en este tipo de vehículos eléctricos, proviene en su mayoría de esta fuente por lo que el impacto ambiental se reduciría considerablemente. (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2019)

3.1.2. Cartera de clientes

Actualmente en la ciudad de Guayaquil se encuentra circulando 20 unidades que pertenecen a la Compañía de Transporte Saucinc S.A., la cual empezó su operación con la flota de buses eléctricos BYD en marzo del 2019; cada unidad realiza un total de 8 recorridos de 27,5 Km aproximadamente estimando un recorrido diario de 220 Km en la ruta de la línea 89.



Figura 11. Ruta de buses eléctricos BYD

Fuente: (Moovit, 2019)

En la ciudad de Quito el eléctrico K11A inicia su recorrido con el primer turno a las 5:30 am, y termina el día a las 9:00 pm, realizando ocho recorridos, aproximadamente realiza un recorrido de 15 Km (Ofelia - Marín) y 15 Km (Marín - Ofelia); siendo un total de 30 Km por recorrido y 240 Km de recorrido diarios.

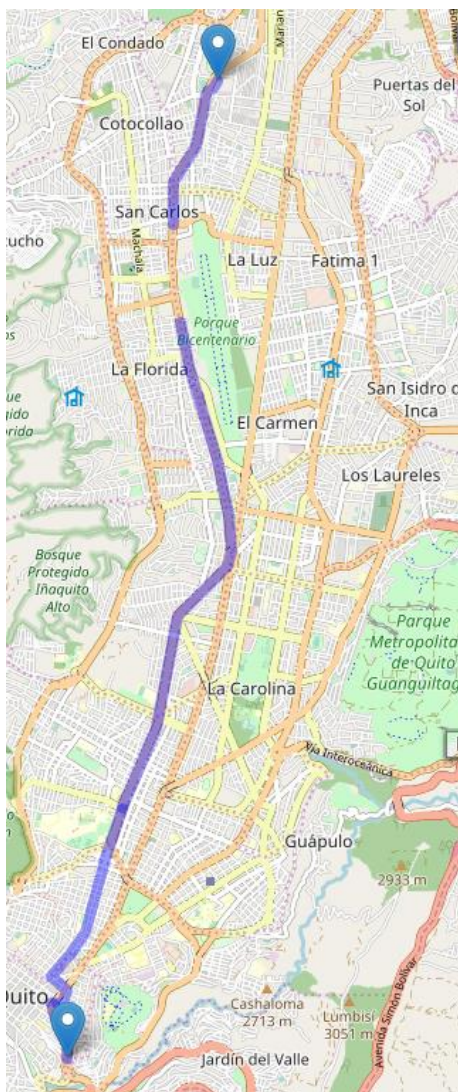


Figura 12. Ruta de articulado eléctrico BYD

Fuente: (Callejero de Ecuador, 2019)

3.2. Beneficios de la adquisición de vehículos eléctricos

El vehículo K11A 100% eléctrico, dentro de las ventajas ecológicas que genera en contraste con sus similares de combustión; según (Burbano & Coyago, 2019), BYD en 10 años de operación obtendrá un ahorro en subsidios de combustible diésel de 323 333 USD y genera mayores ingresos en materia de electricidad en 215 555 USD. Ver Anexo 21.

3.3. Beneficios municipales

La municipalidad de Guayaquil en el caso de la flota de buses eléctricos, brindó un apoyo sobre el pago de la factura eléctrica, la misma que solo debía ser cancelada en un 50%.

Según la una Ordenanza Municipal de Guayaquil, la Compañía de Transporte Saucinc S.A recibió la aprobación para el cobro de una tarifa diferenciada con la que puede cobrar 0,05 USD adicionales por el servicio de transporte. (Periódico D'Una, 2019)

Según el (M.I. Consejo Municipal de Guayaquil, 2019), en el artículo 6 concede la preferencia en la atención para la revisión técnica vehicular al igual que el pago del 50% de los valores que dentro de la matriculación vehicular correspondan.

3.4. Beneficios Gubernamentales

Según el (SRI, 2017) de la Ley de Eficiencia Tributaria, se libera a los vehículos eléctricos del pago de IVA y aranceles.

3.5. Financiamiento

La inversión realizada para dar origen a este proyecto de la flota eléctrica de 20 buses, fue de 8,3 millones USD. La CFN (Corporación Financiera Nacional) otorgó un financiamiento de 7,6 millones USD a la Compañía de Transporte Saucinc S.A. para la adquisición de 18 unidades, el mismo que deberá ser pagado en un plazo de 12 años a 7,5% de interés; la

mencionada compañía adquirió las dos unidades restantes sin financiamiento.

3.6. Servicio Post Venta bus articulado K11A de marca BYD

BYD E-Motors proporciona al cliente el primer mantenimiento de 5000 km, y los costos subsiguientes de mantenimiento correrán a cargo del cliente.

3.6.1. Talleres de servicio

BYD E-Motors actualmente comercializa vehículos y buses eléctricos, no tiene los medios propios, para prestar actividades de mantenimiento, para complementar su servicio de mantenimiento que está incluido dentro de las actividades de Post venta que cualquier marca automotriz debe ofrecer a su cartera de clientes, BYD E-Motors se ha servido de aliados estratégicos para realizar el servicio de mantenimiento por kilometraje.

Este servicio es realizado en dos talleres; para la ciudad de Quito, y para la ciudad de Guayaquil. El taller ubicado en la ciudad de Quito se caracteriza por el gran conocimiento en cuánto a materia de tecnología Diesel, con talleres para desmontaje, reparación y mantenimiento en sistemas de inyección a Diesel.

El taller ubicado en la ciudad de Guayaquil cuenta con talleres certificados, cuentan con el equipo y herramientas especializadas, al igual con mano de obra calificada y certificada.

3.6.2. Técnicos calificados

Los procesos de mantenimiento al ser evidenciados en ambas empresas, mostraron la habilidad indudable de los operarios que realizaron el mantenimiento a las unidades de BYD. Sin embargo, se pudo confirmar que aún existe un desconocimiento de la arquitectura de los vehículos eléctricos, lo cual lleva a emplear más tiempo en un periodo de mantenimiento.

Esto se puede verificar en la toma de datos realizada por el equipo de investigación del presente proyecto, donde se detallará en base a la observación y proyecciones, los tiempos estándar para las operaciones evidenciadas.

3.6.3. Repuestos e Insumos

En China en la ciudad de Guangzhou se realiza la fabricación de los vehículos eléctricos BYD, bajo pedido de la cartera de clientes, el grupo encargado de los repuestos en China otorgará a la compañía del país donde ha sido realizado el pedido de las unidades eléctricas de BYD, una lista de repuestos según la cantidad de vehículos solicitados.

Después de que el área de fabricación verifique la inexistencia de problemas de importación, homologación, aduana dentro del país solicitante, las piezas de repuesto y los vehículos llegarán básicamente al mismo país, incluyendo consumibles, piezas de mantenimiento y otras piezas de repuesto.

3.7. Planificación de Servicios Post-Venta

Actualmente BYD E-Motors no cuenta con talleres propios para el mantenimiento, por lo que la empresa ha buscado instituciones afines al mantenimiento automotriz de renombre nacional, una vez que se incremente la demanda se necesitara de un concesionario de la marca.

Algunas consideraciones necesarias para complementar el servicio post venta, se propone formatos nuevos adecuar en torno a formatos previamente evidenciados.

3.7.1. Formatos

Para el registro de datos del vehículo eléctrico K11A se va a adecuar y proponer los siguientes formatos:

- Ficha técnica
- Orden de trabajo
- Comprobación sistemática de actividades (Check-List)
- Control de calidad
- Facturación
- SCI (Índice de satisfacción del cliente)


3.8. Ficha técnica

La ficha técnica adecuada para el vehículo de estudio, parte desde la ficha técnica en

existencia, que se encuentra en la página oficial de BYD E-Motors, la misma que puede visualizar en el Anexo 4, del trabajo de campo realizado, constatando algunos requerimientos inexistentes en la ficha técnica original, se realiza la siguiente propuesta.

Tabla 10.

Ficha técnica del bus eléctrico K11A

FICHA TÉCNICA ARTICULADO ELÉCTRICO (BYD)					
	MARCA:		BYD		
	MODELO:		K11A		
	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN (VIN):		LC06T64N1J1990006		
	PLACA:		SP		
	AÑO DE FABRICACIÓN:		2017		
	CATEGORÍA:	M	NUMERACIÓN:	3	
	CLASE:		II		
	SEGÚN CONSTRUCCIÓN:		ARTICULADO		
	CHASIS				
	ELECTROMOTORES	CANTIDAD:		2	
MODELO:		BYD-2912TZ-XY-A			
TIPO:		ELÉCTRICO			
ARQUITECTURA:		DE MAGNETO PERMANENTE SIN ESCOBILLAS (BRUSHLESS)			
FABRICANTE:		BYD Automotive Industry Co., Ltd.			
POTENCIA:		360 kW (180kW x 2) 492Hp			
TORQUE:		3000 Nm (1500Nm x 2) - TORQUE INMEDIATO			
TREN MOTRIZ (REDUCTORES)	L/R	LUBRICACIÓN	TIPO DE LUBRICANTE:	ATF220	
			CAPACIDAD (L):	2,3	
	L / R	CANTIDAD:	2		
		TIPO:	REDUCTOR PLANETARIO		
		COMPONENTES:	PRINCIPAL	PLANETARIO	
		LUBRICACIÓN	CAPACIDAD DEL COMPONENTE (L):	1,4	
			TIPO DE LUBRICANTE	CALIDAD	
			SAE: 80W90	API: GL-5	
	BATERÍAS	BAJA TENSIÓN		ALTA TENSIÓN	
		NÚMERO DE BATERÍAS:		2	
MARCA:		VARTA			
CÓDIGO:		K9F - 3703010C			
REFERENCIA COMERCIAL:		G14			
MATERIAL BASE:		Ión - Litio			
DIN SIZE:		H8 / L5			
VOLTAJE NOMINAL:		12 V			
CAPACIDAD DE CARGA:		100 Ah			
AMPERAJE ARRANQUE EN FRÍO:		720 A			
TEMPERATURA ARRANQUE EN FRÍO:		(-18°C)			
CONEXIÓN:		PARALELO			
SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA DESCARGAS:		SERVICE PLUG			
COMPRESOR		MARCA:		NAILI 4kW	
	LUBRICACIÓN:		205-LITRE CAN		
	ESPECIFICACIONES DEL LUBRICANTE:		5116010009		
	CAPACIDAD TOTAL DE LUBRICANTE (L):		2,35		
SISTEMA DE SUSPENSIÓN	TIPO:	CONTROL:	MÓDULO:	ALTURA:	
	NEUMÁTICO	ELECTRÓNICO	ECAS	GRADUABLE	
	NÚMERO DE DEPÓSITOS:		CAPACIDAD (L):		
	2		30L x 2 = 60L		
SISTEMA DE	TIPO:	FLUIDO	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD:		

CONTINÚA →

FICHA TÉCNICA ARTICULADO ELÉCTRICO (BYD)			
FRENOS	EMPLEADO:		
	DISCO	AIRE	SISTEMA DE SEGURIDAD DE PUERTAS
			ABS
	NÚMERO DE DISCOS:		6
	NÚMERO DE DEPÓSITOS:		3
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE FRENO DELANTERO (L):		30
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE FRENO POSTERIOR (L):		30
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE FRENO DE PARQUEO (L):		20
	NÚMERO DE CÁMARAS DE FRENO CON MUELLE:		2
	NÚMERO DE CÁMARAS DE FRENO (SIN MUELLE):		4
TIEMPO DE RESPUESTA MÁS DESFAVORABLE DEL SISTEMA (S):		≤ 0,6	
SISTEMA DE DIRECCIÓN	TIPO:	HIDRÁULICA	
	ACCIONAMIENTO:	ELÉCTRICO	
	ARQUITECTURA:	PIÑÓN Y CREMALLERA	
	TIPO DE LUBRICANTE:	CHF-202	
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE LUBRICANTE (L):	8	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	PUNTO DE CONGELACIÓN:	(-) 40°C	
	NÚMERO DE DEPÓSITOS:	2	
	CAPACIDAD DE CADA DEPÓSITO (L):	26	
NEUMÁTICOS	ESPECIFICACIONES:	295/80R22,5	
	MARCA:	MICHELIN	
	ANCHO DE LLANTA:	295	
	RELACIÓN ALTO/ANCHO:	80	
	TIPO:	RADIAL (R)	
	DIÁMETRO DEL RIN:	22,5	
CARROCERÍA			
DIMENSIONES	LONGITUD (m):	18	
	ANCHURA (m):	2,55	
	ALTURA (m):	3,6	
ÁNGULOS	DE APROXIMACIÓN (°):	8,5	
	DE SALIDA (°):	8,5	
CAPACIDAD DE PASAJEROS	DE PIE:	125	
	SENTADOS:	35	
	TOTAL:	160	
CARGA	EJE DELANTERO (kg):	7000	
	EJE INTERMEDIO (kg):	11500	
	EJE TRACTIVO (kg):	12500	
	PESO BRUTO VEHICULAR (PBV)-(kg):	31000	
ADICIONALES			
AIRE ACONDICIONADO	UBICACIÓN:	PARTE SUPERIOR DEL BUS	
	MARCA:	SONGZ	
	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO (kW):	35	
	MODELO DE COMPRESOR:	EVS34	
	TIPO DE LUBRICANTE:	HAF68, POE	
ASIENTO DEL CONDUCTOR	GAS REFRIGERANTE:	R-134a	
	TIPO:	ERGONÓMICO	
	REGULACIÓN:	CON BOLSAS DE AIRE	
	INCLINACIÓN MÁXIMA DEL ESPALDAR (°):	(+) 10	
	INCLINACIÓN MÍNIMA DEL ESPALDAR (°):	(-) 6	
	RANGO DE REGULACIÓN DEL ASIENTO ADELANTE - ATRÁS (mm):	150 - 200	
	RANGO DE ALTURA DEL ASIENTO (mm):	100	
VELOCIDAD	VELOCIDAD MÁXIMA (km/h):	50	
	CONTROL DE VELOCIDAD	ELECTRÓNICO	
FRENO REGENERATIVO			
PISO ALTO CON ACCESIBILIDAD PARA PMR (PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA)			
CÁMARA PARA REVERSA			
MARTILLOS PARA EMERGENCIA CON ALARMA			


- Ficha técnica Mercedes Benz O500MA

La ficha técnica del vehículo O500MA de MCI ha sido adecuada, en base a la ficha técnica

O500MA 2838 que pertenece al chasis para articulado de la marca Mercedes Benz, y el manual de mantenimiento Chasis de Buses Series O500U-O500UA, que se puede visualizar en el Anexo 5 y Anexo 6, respectivamente.

Tabla 11.

Ficha técnica del bus Mercedes O500MA

FICHA TÉCNICA BUS A DIÉSEL				
	MARCA:	Mercedes - Benz		
	MODELO	O-500 MA		
	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN (VIN)	9BM382154FB983855		
	PLACA	PMA-7363		
	AÑO DE FABRICACIÓN	2015		
	CATEGORÍA CLASE	M	NUMERACIÓN:	3
	SEGÚN CONSTRUCCIÓN	II ARTICULADO		
MOTOR	TIPO:	Mercedes Benz O500MA		
	DISPOSICIÓN:	V		
	NUMERO DE CILINDROS:	6		
	POTENCIA:	MÁXIMA	350 hp	RPM 2000
		TORQUE:	MÁXIMO	RPM 1100
	ACEITE:	CAPACIDAD (L):	29,5	CALIDAD
			SAE 15W40	API CI-4
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CERTIFICACIÓN:	EURO V		
	ELEMENTO:	TERMOSTATO		
	ACCIÓN:	CIRCULACIÓN DE AGUA		
	REFRIGERANTE:	CAPACIDAD (L): 42		
UNIDAD INYECTORA	MODELO:	DTC (Diésel Technology Company)		
	TIPO:	INDIVIDUAL	ACCIONAMIENTO: CONTROL ELECTRÓNICO	
	SISTEMA DE INYECCIÓN:	DIRECTA		
COMPRESOR	ACCIONAMIENTO:	POR ENGRANAJES		
	FLUJO DE TRABAJO (l/min):	1080		
	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	MODELO:	VOITH DIWA 5 864.5	
TIPO:		AUTOMÁTICA		
SISTEMA RETARDADOR				
TIPO:		PRIMARIO		
VELOCIDADES				
NÚMERO:		6		
ACCIONAMIENTO:		ELECTRÓNICO		
RELACIÓN DE TRANSMISIÓN (i):		4,846		
		2,5		
		1,36		
		1		
		0,74		
MARCHA ATRÁS:		4,3		
CAJA DE CAMBIOS				
CAPACIDAD (L):		30	CALIDAD	ATF
CAJA DEL DIFERENCIAL				
CAPACIDAD (L):	18,5	CALIDAD		
	SAE 85W140	API GL-5		
CUADRO DEL CHASIS	TIPO:	BASTIDORES DE MÓDULOS		
SISTEMA DE	MODELO:	ZF 8098		

CONTINÚA →

FICHA TÉCNICA BUS A DIÉSEL						
DIRECCIÓN	TIPO:		HIDRÁULICA DE POTENCIA			
	RELACIÓN DE REDUCCIÓN i (máx.):		26,2:1			
	CAPACIDAD (L):		CALIDAD			
	8,5		ATF			
SISTEMA DE SUSPENSIÓN	DELANTERA	SISTEMA DE ELEVACIÓN				
		TIPO:		NEUMÁTICA		
		NÚMERO DE BOLSAS DE AIRE:		2		
	INTERMEDIA	AMORTIGUADO RES		TIPO:	TELESCÓPICOS	
				NÚMERO:	4	
				TIPO:	NEUMÁTICA	
	POSTERIOR	NÚMERO DE BOLSAS DE AIRE:		4		
		AMORTIGUADO RES		TIPO:	TELESCÓPICOS	
				NÚMERO:	4	
	SISTEMA DE FRENOS	FRENOS DE SERVICIO	SISTEMA:			AIRE COMPRIMIDO
			CIRCUITOS:			2
			TIPO:	TAMBOR	RUEDAS:	DELANTERAS Y TRASERAS
ÁREA DE FRENADO (cm²):			9,001			
REGULADOR AUTOMÁTICO:			SI			
FRENO DE ESTACIONAMIENTO		TIPO:		CÁMARA DE MUELLE ACUMULADOR		
		ACCIONAMIENTO:		NEUMÁTICO		
FRENO DE MOTOR		ACTUACIÓN:			RUEDAS TRASERAS	
		TIPO:	MARIPOSA	LUGAR: TUBO DE ESCAPE		
		ACCIONAMIENTO:		ELECTRO NEUMÁTICO		
		TOP BRAKE:		SI		
ABS (Anti-lock Braking System)						
ASR (Anti-Slip Regulation)						
SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD		SISTEMA DE SEGURIDAD DE PUERTAS				
RUEDAS Y NEUMÁTICOS		NÚMERO DE RUEDAS:		10		
	TIPO DE NEUMÁTICO:		RADIAL			
	MARCA:		CONTINENTAL			
	CODIFICACIÓN					
	ANCHO DE LLANTA (mm):		295			
	RELACIÓN ALTO/ANCHO:		80			
	TIPO:		RADIAL (R)			
DIÁMETRO DEL RIN (in):		22.5				
DEPOSITO DE COMBUSTIBLE	2					
	CAPACIDAD UNITARIA (gal):		52,83			
	CAPACIDAD TOTAL (gal):		105.66			
	AUTONOMÍA (Km):		>316			
SISTEMA ELÉCTRICO	BATERÍA		ALTERNADOR			
	NÚMERO DE BATERÍAS:		2	MARCA: BOSCH		
				TIPO: MONOBLOC		
				VOLTAJE: 28V		
	MARCA: ELEKTRA		AMPERAJE: 140A			
	VOLTAJE NOMINAL (V):		12			
	VOLTAJE TOTAL (V):		24			
	LARGO (cm):		49,6			
	ANCHO (cm):		26			
	ALTO (cm):		24,4			
	CAPACIDAD (Ah):		220			
	CAPACIDAD DE ARRANQUE A 0° C (A):		1500			
	CAPACIDAD DE ARRANQUE A 26° C (A):		1800			

CONTINÚA →

FICHA TÉCNICA BUS A DIÉSEL		
	CAPACIDAD DE RESERVA (min):	420
	No PLACAS:	33
	CONEXIÓN:	PARALELO
CARROCERÍA		
DIMENSIONES	LARGO (m):	18,2
	ANCHO (m):	2,5
	ALTO (m):	3,27
CAPACIDAD DE PASAJEROS	DE PIE:	124
	SENTADOS:	36
	TOTAL:	160
CARGA	EJE DELANTERO (Kg):	7000
	EJE INTERMEDIO (Kg):	10000
	EJE TRACTIVO (Kg):	12500
	PESO BRUTO VEHICULAR(PBV) (Kg):	29500
ADICIONALES		
ALTERNADOR ADICIONAL 28/140 (V/A) AIRE ACONDICIONADO		
SISTEMA DE AUDIO Y VIDEO		
ASIENTO DEL OPERADOR CON SUSPENSIÓN NEUMÁTICA Y APOYACABEZAS		
LIMITADOR DE VELOCIDAD		
LLAVE GENERAL ELÉCTRICA Y DE COMBUSTIBLE		
SISTEMA PARA QUE EL VEHÍCULO NO AVANCE CON LAS PUERTAS ABIERTAS		

3.9. Orden de trabajo

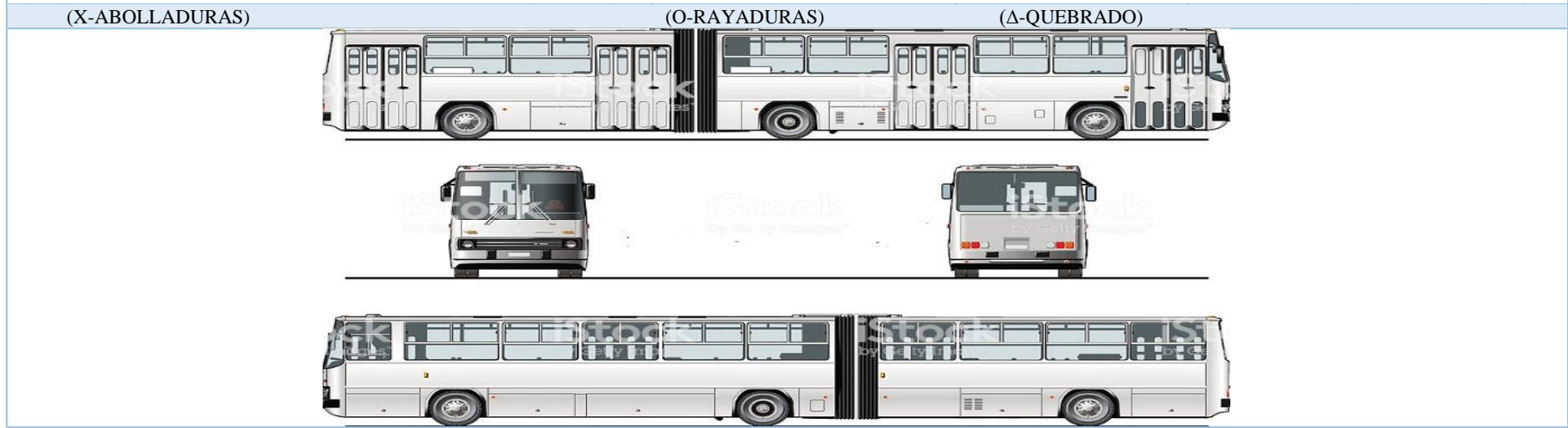
Para adecuar la orden de trabajo se partió de la orden facilitada por la empresa BYD E-Motors, como se muestra en el Anexo 9. La orden de trabajo utilizada por BYD E-Motors, carece de la descripción específica de ítems de mantenimiento por sistemas, por lo que se presenta a continuación la propuesta.

Tabla 12.*Orden de trabajo del vehículo eléctrico K11A*

ORDEN DE TRABAJO		OT N°:0001				
MARCA:		VIN:				
MODELO:		CONO:		TÉCNICO:		
AÑO:		KILOMETRAJE:				
COLOR:		PLACAS:				
PROPIETARIO:		C.I./R.U.C.:				
TELÉFONO:		CIUDAD/DIR.				
INGRESO(Fecha/Hora):		SALIDA(Fecha/Hora):				
√	LUBRICACIÓN	√	SISTEMA ELÉCTRICO	√	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
	Aceite Electromotor Izquierdo sustituir		Batería Baja Tensión sustituir		Líquido refrigerante sustituir	
	Aceite Electromotor Derecho sustituir		Batería Alta Tensión sustituir		Radiador Izquierdo desmontar/montar	
	Aceite Reductor Izquierdo sustituir	√	ESPECIALIZADOS		Radiador Derecho desmontar/montar	
	Aceite Reductor Derecho sustituir		Revisión eléctrica		Sistema de enfriamiento revisar	
	Aceite Compresor de aire sustituir		Revisión electrónica	√	CONFORT	
	Aceite Dirección Electro-asistida sustituir		Sistema de iluminación revisar		A/C revisar	
√	LLANTAS		Reprogramación ECM		A/C cargar	
	Alinear		Filtro de aire compresor			
	Balancear 2-4-6-8-10		Compartimiento posterior s		OBSERVACIONES:	
	Enllantaje		Compartimiento de baterías s			
	Rotación		LIMPIEZA			
			Lavada Express			
			Lavada Completa			
			Pulida			
	INSPECCIÓN	SI	NO	INSPECCIÓN	SI	NO
	Plumas			Alarmas parado		
	Llaves			Alarmas retro		
	Herramientas			Palanca emergencia		
	Emergencia			Rutero informativo		
	Extintor			Velocímetro		
	Gata			Elevador inclusivo		
	Triángulos			Tacos (2)		
	Llave de ruedas			Tuercas Ruedas		
	Cámaras			INSPECCIÓN		

CONTINÚA →

Tapa refrigerante lateral izq.	Pistola de carga
Tapa refrigerante lateral der.	Pantalla
Retrovisor lateral izq.	Soporte de cargador
Retrovisor lateral der.	Carcasa de cargador
Tapa puerto de carga	Switch de stop



<p>ASESOR DE SERVICIOS</p>	<p>FIRMA DEL CLIENTE</p>	<p>MECÁNICO</p>
----------------------------	--------------------------	-----------------

Autorización del cliente: La presente autorización expresa que siendo el propietario o actuando en representación del mismo estoy en condiciones de autorizar los servicios anotados, así como el reemplazo de las piezas para ejecución de los mismos, como también a que el vehículo sea aprobado por el personal de la "EMPRESA..." en caso de así serlo.

3.10. Hoja de verificación (Check-List)

En la actualidad para el servicio de mantenimiento del bus eléctrico K11A de marca BYD la empresa cuenta con una lista de verificación (Check-List), ver Anexo 18, la cual ha funcionado como punto de partida para proponer un nuevo (Check-List).

En el que se realiza las comprobaciones del estado de los sistemas, que consta de, alumbrado, marcha, frenos, elevador inclusivo, baterías de alto y bajo voltaje, gestión térmica de las baterías, realizando una revisión de 93 puntos en torno al vehículo eléctrico en estudio, que se observa a continuación.



Check List






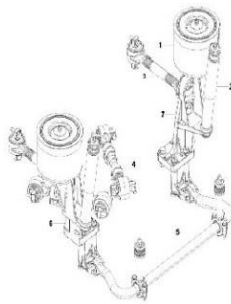
<input type="checkbox"/> REVISADO ESTADO OK	<input type="checkbox"/> REQUIERE REVISIÓN FUTURA	<input type="checkbox"/> REQUIERE REVISIÓN INMEDIATA
REVISIÓN DE DESGASTE EN EL CENTRO DE BANDA DE RODAMIENTO Y PRESIÓN DE LLANTAS		
Llanta Posterior Derecha Exterior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta Posterior Derecha Interior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta Posterior Izquierda Interior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>
Llanta Posterior Izquierda Exterior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta Intermedia Derecha Exterior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta Intermedia Derecha Interior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>
Llanta Intermedia Izquierda Interior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta Intermedia Izquierda Exterior o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	
		
Llanta Delantera Derecha o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta de Emergencia o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	Llanta Delantera Izquierda o Mayor a 7 mm Δ entre 3 y 7 mm □ Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>
REVISIÓN DE BATERÍAS		
	Switch ON/OFF <input type="checkbox"/> Soportes <input type="checkbox"/> Bracket <input type="checkbox"/> Bornes <input type="checkbox"/> Carcazas <input type="checkbox"/> SoC <input type="checkbox"/>	
REVISIÓN DE DESGASTE DE DISCOS Y PASTILLAS		
Espesor del disco inferior a 37 mm requiere reemplazo y no es posible rectificación		
Pastillas delanteras o mayor a 15mm Δ entre 11 y 15 mm □ menor a 11 mm Pastillas Posteriores o mayor a 15mm Δ entre 11 y 15 mm □ menor a 11 mm		
REVISIÓN PARABRISAS		
Deposito Liquido <input type="checkbox"/> Plumas <input type="checkbox"/> Mecanismo <input type="checkbox"/> Parabrisas <input type="checkbox"/> Mandos <input type="checkbox"/>		
REVISIÓN DE NIVELES Y FUGAS		
Luces Diurnas <input type="checkbox"/> Luces Bajas <input type="checkbox"/> Luces Medias <input type="checkbox"/> Luces Altas <input type="checkbox"/> Luces Direccionales <input type="checkbox"/> Luces de Parqueo <input type="checkbox"/> Luces de Placa <input type="checkbox"/>	Luces de Retro <input type="checkbox"/> Luces de Freno <input type="checkbox"/> Luces Antiniebla <input type="checkbox"/> Luces Medias Posteriores <input type="checkbox"/> Luces Interiores <input type="checkbox"/> Luces Laterales <input type="checkbox"/> Luces de Compartimento Trasero <input type="checkbox"/>	Líquido refrigerante Min/Max <input type="checkbox"/> Refrigerante Motor 1 <input type="checkbox"/> Refrigerante Motor 2 <input type="checkbox"/> Refrigerante Batería 1 <input type="checkbox"/> Refrigerante Batería 2 <input type="checkbox"/> Radiador 1 <input type="checkbox"/> Radiador 2 <input type="checkbox"/>
Mangueras Hidráulicas <input type="checkbox"/> Mangueras Refrigerante <input type="checkbox"/> Cañerías de Aire <input type="checkbox"/> Depósitos de Aire <input type="checkbox"/> Bomba Min/Max <input type="checkbox"/>		
REVISIÓN INTERIOR		
Pila Mando a distancia ON/OFF <input type="checkbox"/> Checks Tablero <input type="checkbox"/> Mandos de Marchas <input type="checkbox"/> Claxon <input type="checkbox"/> Persianas <input type="checkbox"/> Funcionamiento Sistema Frenos N <input type="checkbox"/> Funcionamiento Sistema A/C <input type="checkbox"/> Funcionamiento Sistema Bolas <input type="checkbox"/> Velocímetro <input type="checkbox"/>	Cinturones de Seguridad <input type="checkbox"/> Asiento Piloto <input type="checkbox"/> Ajuste Asientos Pasajeros <input type="checkbox"/> Ajuste Manijas Pasajeros <input type="checkbox"/> Alarma de Parada solicitada <input type="checkbox"/> Panel de Parada Solicitada <input type="checkbox"/> Martillos de Seguridad <input type="checkbox"/> Rejillas A/C Pasillo <input type="checkbox"/> Rulero Informativo <input type="checkbox"/>	Apertura y Cierre de Puertas <input type="checkbox"/> Fuga de Aire en Actuadores <input type="checkbox"/> Ajuste Pasamanos Puertas <input type="checkbox"/> Ajuste Pasamanos Pasillo <input type="checkbox"/> Válvulas de Emergencia Puertas <input type="checkbox"/> Ajuste Escobillas Interiores Puertas <input type="checkbox"/> Ajuste Terminales Puertas <input type="checkbox"/> Ventanas Pasillos <input type="checkbox"/>
REVISIÓN VISUAL CONEXIONES ELÉCTRICAS HIGH VOLTAGE		
V2g1 <input type="checkbox"/> V2g2 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico tren de potencia 1 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico tren de potencia 2 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico compresor de aire <input type="checkbox"/> Módulo 3 en 1 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico bomba d/h <input type="checkbox"/> Modulo distribuidor de corriente <input type="checkbox"/> Sockets y arnés <input type="checkbox"/> Puerto de carga <input type="checkbox"/> Switch de mantenimiento <input type="checkbox"/>		
REVISIÓN INFERIOR		
	Terminales de Dirección <input type="checkbox"/> Amortiguadores delanteros <input type="checkbox"/> Amortiguadores Posteriores <input type="checkbox"/> Muelle Neumático de Suspensión traseros <input type="checkbox"/> Muelles Neumáticos de Suspensión Delanteros <input type="checkbox"/> Bujes de Barra de Estabilizadora <input type="checkbox"/> Terminales de Barra Estabilizadora <input type="checkbox"/> Terminales de empuje <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
CONTROL DE CALIDAD		
<input type="checkbox"/> Se realizó Trabajo sugerido por el cliente <input type="checkbox"/> Se entregó los Repuestos Reemplazados al cliente <input type="checkbox"/> Se Realizó Prueba de Ruta con Técnico <input type="checkbox"/> Se realizó Prueba de Ruta con el Cliente	_____ FIRMA DEL CLIENTE	_____ FIRMA DEL JEFE DE TALLER

Figura 13. Check List del articulado eléctrico BYD

3.11. Control de calidad

Para llevar un proceso de control de calidad dentro de las actividades realizadas en el mantenimiento, se delimitan las siguientes funciones:

- Asesor de servicio realiza un control en la recepción del vehículo.
- Jefe de taller realiza el control en la preinspección de mantenimiento.
- El técnico ejecuta tareas de mantenimiento.
- Jefe de taller ejecuta un penúltimo control de las actividades de mantenimiento.
- Asesor de servicio realiza un control de calidad final pre entrega.

Considerando las funciones que se debe llevar a cabo por cada trabajador, se estructura un diagrama que indica la interacción del proceso de control de calidad que debe llevarse, ver figura siguiente.

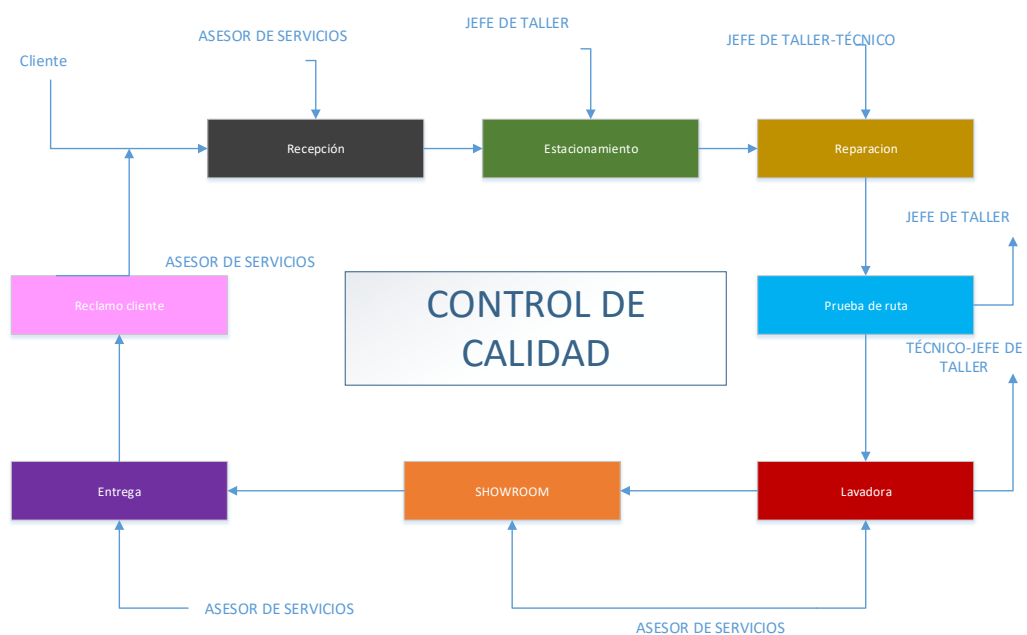


Figura 14. Estructura del control de calidad

Las consideraciones para realizar un control de calidad dentro de las actividades de mantenimiento, según el cargo que ocupa en la empresa, se observan en la tabla siguiente.

Tabla 13.

Control de calidad del bus eléctrico K11A

CONTROL DE CALIDAD ASESOR DE SERVICIOS		
INSPECCIÓN EN LA RECEPCIÓN		
Descripción	OK	NO
Plumas		
Llaves		
Herramientas		
Emergencia		
Extintor		
Gata		
Triángulos		
Llave de ruedas		
Espejo interior		
Cámaras		
Tapa refrigerante lateral izquierdo		
Tapa refrigerante lateral derecho		
Retrovisor lateral izquierdo		
Retrovisor lateral derecho		
Tapa puerto de carga		
Alarmas parado		
Alarmas retro		
Palanca emergencia		
Rutero informativo		
Velocímetro		
Elevador inclusivo		
Tacos (2)		
Tuercas Ruedas		
Componentes del cargador		
Pistola de carga		
pantalla		
Soporte de cargador		
Carcaza de cargador		
Switch de stop		
JEFE DE TALLER		
INSPECCIÓN TÉCNICA PREINSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO		
Descripción	OK	NO
Ajuste de freno de estacionamiento		
sistemas de alineación dirección y suspensión		
sistemas de frenos por fugas o daños		
carga de la batería y bornes		
Inspección visual de pastillas y discos de freno		
sistema de aire acondicionado		
tren motriz por fugas de aceite		
De llantas desgaste, presión		
Sistema de refrigeración		
TÉCNICO		
Ejecutar orden de trabajo		
Descripción	OK	NO
servicios de mantenimiento según indica orden de trabajo		
JEFE DE TALLER		

CONTINÚA →

INSPECCIÓN TÉCNICA DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO		
Descripción	OK	NO
Verifique que haya colocado la tarjeta de cambio de aceite de los motores reductores		
Limpia y Lavaparabrisas		
Reloj ajustar la hora		
Apertura de puertas (Engrasar o limpiar)		
Revisar nivel de todos los líquidos		
Confirmar que los repuestos utilizados estén en el interior del vehículo		
Ajuste de pernos de rueda (ajustar si aplica)		
Operación de todas las luces, bocinas y alarma		
CONEXIONES ELÉCTRICAS HIGH VOLTAJE		
V2g1		
V2g2		
Motor eléctrico tren de potencia 1		
Motor eléctrico tren de potencia 2		
Motor eléctrico compresor de aire		
Módulo 3 en 1		
Motor eléctrico bomba d/h		
Modulo distribuidor de corriente		
Sockets y arnés		
Puerto de carga		
Switch de mantenimiento		
Terminales de Dirección		
Amortiguadores delanteros		
Amortiguadores Posteriores		
Muelle Neumático de Suspensión traseros		
Muelles Neumáticos de Suspensión Delanteros		
Bujes de Barra de Estabilizadora		
Terminales de Barra Estabilizadora		
Terminales de empuje		
ASESOR DE SERVICIOS		
INSPECCIÓN PRE ENTREGA		
Descripción	OK	NO
Espejos, retrovisor interno (fijación, operación/ eléctricos)		
Limpieza del vehículo (volante, tablero, asientos)		
Alumbrado exterior		
Cinturón de seguridad (apriete/ fijación)		
Aire Acondicionado A/C (Enfriar)		
Se realizo el trabajo solicitado por el cliente		
Se ha colocado la tarjeta indicadora del próximo mantenimiento		
se encuentra los accesorios en el vehículo de acuerdo a inventario		
LUCES		
Luces Diurnas		
Luces Bajas		
Luces Medias		
Luces Altas		
Luces Direccionales		
Luces de Parqueo		
Luces de Placa		
Luces de Retro		
Luces de Freno		
Luces Antiniebla		
Luces Medias Posteriores		
Luces Interiores		
Luces Laterales		
Luces de Compartimento Trasero		
NIVELES		
Líquido refrigerante Min/Max		
Refrigerante Motor 1		
Refrigerante Motor 2		
Refrigerante Batería 1		

CONTINÚA →

Refrigerante Batería 2
Radiador 1
Radiador 2
Mangueras Hidráulicas
Mangueras Refrigerante
Cañerías de Aire
Depósitos de Aire
Bomba Min/Max
INTERIOR
Cinturones de Seguridad
Asiento Piloto
Ajuste Asiento Pasajeros
Ajuste Manijas Pasajeros
Alarma de Parada solicitada
Panel de Parada Solicitada
Martillos de Seguridad
Rejillas A/C Pasillo
Rutero Informativo
Apertura y Cierre de Puertas
Fuga de Aire en Actuadores
Ajuste Pasamanos Puertas
Ajuste Pasamanos Pasillo
Válvulas de Emergencia Puertas
Ajuste Escobillas Inferiores Puertas
Ajuste Terminales Puertas
Ventanas Pasillos

3.12. Facturación

Según el (SRI, 2019) la facturación física es un instrumento que permite emitir comprobantes de venta autorizados por el SRI. Sirve para respaldar las transacciones efectuadas por los contribuyentes en la transferencia de bienes, por la prestación de servicios o la realización de otras transacciones gravadas con tributos.

De tal manera que se propone el formato de factura física de acuerdo al formato sugerido por el SRI, ver Anexo 24, que se puede observar a continuación.

conciso 1-3, 1-5, 1-7, por tal razón se propone las siguientes preguntas con un rango de 1-5 para lograr el seguimiento de satisfacción. (Prats Darder, 2009)

- ¿De qué forma el sistema de agendamiento cumplió sus requerimientos e inquietudes?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_
- ¿Cómo fue su experiencia de atención en la recepción del vehículo?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_
- Las actividades técnicas ejecutadas en su vehículo, satisficieron su demanda de servicio?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_
- De acuerdo a servicio brindado, ¿cómo calificaría el tiempo de entrega de su vehículo?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_
- ¿Cómo fue el trato del asesor de servicio en la entrega de su vehículo?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_
- El proceso de facturación, ¿fue acorde a las actividades desarrolladas en el servicio?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_
- ¿Cómo calificaría el proceso general desde la recepción hasta la entrega de su vehículo?
Deficiente_ Regular_ Aceptable_ Bueno_ Excelente_

Finalmente se propone, una pregunta que permita conocer la percepción del cliente sobre la empresa directamente con una sugerencia para mejorar.

- ¿Cómo podemos mejorar desde nuestro servicio de la recepción hasta la entrega?

3.14. Mantenimiento

Se considera lo establecido por la marca BYD en relación a ejecución de tareas de mantenimiento, tiempos, inspecciones, de acuerdo a los intervalos de kilometraje o tiempo programados por la marca.

3.14.1. Programa de mantenimiento preventivo

Presenta o establece revisiones mensuales, trimestrales, semestrales, anuales, determinadas en acciones de reemplazo, limpieza, ajuste y lubricación de los sistemas intervenidos del vehículo de acuerdo al kilometraje de recorrido, los cuales están estructurados en base a la siguiente nomenclatura.

Tabla 15.


Nomenclatura de las acciones de mantenimiento para el bus eléctrico K11A

Sigla	Significado Inglés	Significado Español
	Connotation of signs in the table	Connotación de signos en la tabla
I	Perform check, modification, or replacement if necessary	Realizar inspección, modificación o reemplazo de ser necesario
R	Replace, change, or lubricate	Reemplazo, cambio o lubricación
C	Clean	Limpieza
L	Lubricate	Lubricación
A	Adjust	Ajuste
I R	Perform check.../Replace...	Realizar inspección.../Reemplazo
★	Indicating special maintenance cycle items, which are noteworthy	Consulta en Manual de fabricación

El plan de mantenimiento del vehículo eléctrico K11A presentado por la empresa BYD E-Motors corresponde a las actividades antes descritas el cual presenta particularidades de cada una de las acciones ya especificadas, que se detallan a continuación en el programa de mantenimiento preventivo.

Tabla 16.

Plan de mantenimiento resumido del bus eléctrico K11A por sistemas

PLAN DE MANTENIMIENTO								
	MARCA:	BYD						
	MODELO:	K11A						
	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN (VIN):	LC06T64N1J1990006						
	PLACA:	SP						
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2017						
	CATEGORÍA:	M	NUMERACIÓN:	3				
	SEGÚN CONSTRUCCIÓN:	ARTICULADO						
				INICI	C.	C. 3	C. 6	C. 12
				AL	Mes	meses	meses	meses
				<5000	5000	15000	30000	60000
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO								
TREN DE POTENCIA (POWER TRAIN)	1	Aceite de engranajes del eje motriz de rueda (Reductores)	R	I			R	
	3	Lubricante del motor eléctrico					R	
CHASIS	7	Compartimiento posterior	C	C	C	C	C	C
	8	Compartimiento de baterías						I
SISTEMA DE FRENOS	9	El deshidratador de aire, y reemplazar el agente de secado		I				IR
	10	Rapidez del sistema de freno	I	I				
COMPRESOR DE AIRE	17	Filtro de aire del compresor	I	I	R			
	18	Filtro de aceite para el compresor			R	I		
SISTEMA DE DIRECCIÓN	26	Pernos y tuercas del sistema de dirección (Ajuste)	A	A				
	27	Estado del sistema (fugas)	I	I				
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	39	Funcionamiento del ventilador electrónico	I	I				
	41	Refrigerante ★	Reemplazo cada 24 meses o 120000 Km					
SISTEMA DE MARCHA	43	Transposición de los neumáticos					IR	
	44	Alineación					IR	
	45	Balanceo					IR	
BATERÍA	72	Ajuste de soportes y uniones de la batería		A				
	77	Batería ★						I
CÁMARA EXTERIOR	78	Nitidez de la cámara en la pantalla	C	C				
SISTEMA DE ALUMBRADO	79	Estado de las luces del vehículo, alumbrando normalmente		I				
	81	Estado físico de las luces y correcta instalación		I				
CONTROLADOR CC Y MOTOR AUXILIAR	82	Conexiones de los controles de BAJO VOLTAJE (LV)	I	I				
	83	Conexiones de los controles de ALTO VOLTAJE (HV)	I	I				
ARNÉS DE BAJO VOLTAJE	91	Arneses de bajo voltaje están desgastados, si están bien fijados		I				

CONTINÚA →

ARNÉS DE ALTO VOLTAJE	92	Arneses de alto voltaje están desgastados, si están bien fijados	I	
FUGA ELÉCTRICA DEL VEHÍCULO	93	Debe contactar con el personal de venta y servicio de BYD	I	I
CAPACIDAD DE LA BATERÍA	94	Debe contactar con el personal de venta y servicio de BYD	I	I
REVISIÓN DE BATERÍA DE ENERGÍA	96	Temperatura de batería de energía	I	I
	97	Voltaje de batería de energía	I	I
SISTEMA DE BATERÍA DE ENERGÍA	98	Debe contactar con el personal de venta y servicio de BYD		I
INTERRUPTOR DE MANTENIMIENTO	99	Apriete en los pernos y tuercas de fijación de interruptor de mantenimiento (Dimensión y par; M8×1.25, 25±2N•m)		A
	100	Terminales del interruptor de mantenimiento		I
SISTEMA DE ESCOTILLAS	101	Bisagra de goma está agrietada	I	
	107	Estado de las bisagras están flojas		I
PUERTA DE PASAJERO CON GIRO INTERNO (CORREDIZA)	108	Lubricante de todas las configuraciones fijas y móviles	L	
	115	Drenar filtro	I	
VÁLVULA DE LA PUERTA DE EMERGENCIA	116	Estado exterior de la válvula de emergencia en busca de envejecimiento o grietas	I	
	118	Alarma de la válvula de la puerta de emergencia	I	
RETROVISORES	119	Pernos de montaje de retrovisor	I	
	120	El campo de visión de retrovisor es apropiado (Ajustar la posición)	I	
VIDRIO	122	Ventana corrediza	I	
	124	Estado del vidrio (Superficies interna y externa de vidrio)	C	I
ESCOTILLA DE EMERGENCIA	125	Apariencia de la escotilla de emergencia está intacta y limpia, si la etiqueta de producto está intacta	I	
	126	Abra manualmente el traga luces, revise si las tiras selladas están rotas	I	
SISTEMA DE LIMPIAPARABRISAS	127	Llene aceite en las partes giratorias de mecanismo de limpiaparabrisas		R
	129	Pernos en el motor de sistema de limpiaparabrisas (Tuercas del eje y brazo de limpiaparabrisas)	I	
ACCESORIOS	130	Presión del extintor de mano	I	
	131	Baterías del martillo de seguridad (Inspección sonora - sonido debilitado)	I	

En el Anexo 14, se presenta el plan de mantenimiento completo.

- Programa de mantenimiento preventivo vehículo con MCI

De acuerdo al plan de mantenimiento de la Empresa Pública Metropolitana de Transporte de pasajeros – Corredor Central Norte, se tiene la nomenclatura estructurada a continuación.

Tabla 17.

Nomenclatura de las acciones de mantenimiento para el bus con MCI

Siglas	Significado inglés NOTE:	Significado español NOTA:
I	Perform check	Realizar inspección
R	Replace	Reemplazar
L	Lubricate	Lubricar
A	Adjust	Ajustar
C	Clean	Limpiar
A/L	Adjust/Lubricate	Ajustar / Lubricar
A/C	Adjust/Clean	Ajustar / Limpiar

Tabla 18.

Plan de mantenimiento resumido del bus con MCI

		Plan de mantenimiento																		
MARCA:		Mercedes - Benz																		
MODELO:		O-500 MA																		
NUMERO DE IDENTIFICACIÓN (VIN):		9BM382154FB983855																		
PLACA:		PMA-7363																		
AÑO DE FABRICACIÓN:		2015																		
CATEGORÍA:		M	NUMERACIÓN:		3															
CLASE:		II																		
SEGÚN CONSTRUCCIÓN:		ARTICULADO																		
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		Km	1	1	5	1	3	9	1	KILÓMETROS X 1000										
		h	20 a 100		cada 300	cada 600	cada 1800	ANUAL												
REVISIÓN 23 PUNTOS	1	Luces interior cabina	I						I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	3	Controles l/p/bridas	I						I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
SISTEMA DE SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN Y ARTICULACIÓN	29	Barras de dirección	A/						A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/
			L						L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	33	Rotulas	A/						A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/	A/
SISTEMA DE LUBRICACIÓN I	4	Filtro de aceite de motor	R						R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	4	Aceite de motor	R						R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
SISTEMA DE AIRE	4	Filtro de aire 1 interior				R	R									R				R
	4	Filtro de aire 2 exterior				R	R									R				R
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN I	4	Filtro de combustible				R	R									R				R
	4	Bombín	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
SISTEMA DE	5	Calibrar válvulas motor													A				A	



CONTINÚA →

3.14.2. Kits de reemplazo

Los kits de reemplazo se consideran en función de las actividades de mantenimiento para cada intervalo de mantenimiento.

3.14.3. Kit de reemplazo del vehículo K11A

Para establecer el kit de reemplazo se trabaja en función de la tabla 10, considerando las acciones de reemplazo de mantenimiento por lo que el kit de reemplazo consta de lo especificado a continuación.

Tabla 19.

Kit de reemplazo del bus eléctrico K11A por kilometraje

RP	ÍTEM DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	DETALLE	CÓDIGO	MARCA	ÍNDICE DE VISCOSIDAD	CALIDAD	5	15	30	60	90	120
1	Tren de potencia (reductores)	5	LITROS	*ACEITE LUBRICANTE DE REDUCTOR	MIL-L-2105D	ACDelco	80W90	GL-5	+	+	+	+	+	+
2		1	U	Filtro del electromotor	1128836-00	No aplica	No aplica	No aplica				+	+	+
3		4,6	LITROS	*Aceite del electromotor ATF220	H55.6335	Mobil	No aplica	No aplica				+	+	+
4	Sistema de frenos	1	u	Filtro Secador de Aire	DAF - 100	WEGA	No aplica	No aplica				+	+	
5	Compresor de aire	1	u	Filtro de aire (externo)	FIL - COM	No aplica	No aplica	No aplica				+	+	+
6		2,35	LITROS	*Lubricante para Naili 4kW	5116010009	No aplica	No aplica	No aplica				+	+	+
7	Sistema de dirección	8	LITROS	*CHF-202	1403106	PENTOSIN	No aplica	No aplica						+
8	Sistema de refrigeración	26	LITROS	*Refrigerante de punto de congelación -40°C	88863336	ACDelco	No aplica	No aplica						+
9	Sistema de marcha	1	u	*Grasa de litio Azul	LG-990	ABRO	No aplica	No aplica	+	+	+	+	+	+
10		6	u	Discos de fricción	No Aplica	BYD	No aplica	No aplica						+
11		12	u	Pastillas de freno	No Aplica	BYD	No aplica	No aplica						
12		10	u	Neumáticos 295/80R22,5	X - MULTI	Michelin	No aplica	No aplica						
13	Batería	2	u	Batería 12 voltios (2)	K9F-3703010C	Varta	No aplica	No aplica						+
14	Revisión de sistema de batería de energía			Póngase en contacto con el personal de BYD	No Aplica	BYD	No aplica	No aplica						
15	Puerta de pasajero con giro interno	1	u	*Lubricación: Grasa Litio	LG-990	ABRO	No aplica	No aplica				+	+	+
16	Sistema de limpiaparabrisas	1	u	*Aceite lubricante común en el mecanismo de limpiaparabrisas.	EP 2	Carlube	No aplica	No aplica				+	+	
17		2	u	Pluma del limpiaparabrisas	XYZ	BOSCH	No aplica	No aplica				+	+	
18	Inspección general de sistemas			*Inspección general (suministros varios)	No Aplica	No aplica	No aplica	No aplica				+	+	+
19	(detalle en plan de mantenimiento)	1	u	*Grasa Blanca	GRA003	ABRO	No aplica	No aplica				+	+	+
20		1	u	*Limpiador de contactos	EC-533	ABRO	No aplica	No aplica				+	+	+

Nota: Los insumos se encuentran con un asterisco (*) al inicio del detalle

3.15. Costos de mantenimiento

Para costos del mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico de marca K11A, se tomó en cuenta, la cantidad de los repuestos e insumos necesarios, el valor de hora de trabajo en función del tiempo de ejecución y consumo de energía eléctrica.

3.15.1. Repuestos

Para establecer la cantidad de repuestos a utilizarse, se trabaja en función del kit de mantenimiento del bus eléctrico; considerando los reemplazos de los componentes en los distintos sistemas del vehículo, por lo que se especifica a continuación los costos de los repuestos de acuerdo a la cantidad e intervalo de mantenimiento.

Tabla 20.*Costos de repuestos del vehículo eléctrico K11A por kilometraje*

COSTOS DE REPUESTOS DE MANTENIMIENTO SEGÚN KILOMETRAJE							COSTO UNITARIO COSTO TOTAL DE ACUERDO AL KILOMETRAJE X1000					
RP	ÍTEM DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	DETALLE DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO	CÓDIGO	MARCA	5	15	30	60	90	120
1	TREN DE POTENCIA (REDUCTORES)	1	u	Filtro de aceite del electromotor	1128836-00	-	\$15,00		\$15,00	\$15,00	\$15,00	\$15,00
2	SISTEMA DE FRENOS	1	u	Filtro Secador de Aire	DAF - 100	WEGA	\$160,00			\$160,00		\$160,00
		6	u	Discos de fricción	No Aplica	BYD	\$199,34					\$1.196,04
		2	u	Pastillas de freno (6u pack)	No Aplica	BYD	\$402,00					
3	NEUMÁTICOS	10	u	Neumáticos 295/80R22,5	X - MULTI	Michelin	\$250,00					
4	SISTEMA ELÉCTRICO	2	u	Batería baja tensión 12 voltios (2)	K9F-3703010C	Varta	\$174,00					\$348,00
5	SISTEMA DE LIMPIAPARABRISAS	2	u	Pluma del limpiaparabrisas	No Aplica	BOSCH	\$12,50			\$25,00		\$25,00
TOTAL, COSTO REPUESTOS POR MANTENIMIENTO							\$0,00	\$0,00	\$15,00	\$200,00	\$15,00	\$1.744,04

3.15.2. Insumos

Los insumos a utilizarse, se consideran en función del plan de mantenimiento ideal del vehículo eléctrico, de acuerdo a lo planificado; de existir alguna variación dadas las condiciones de operación, funcionamiento o condiciones de circulación del vehículo eléctrico, que pueda afectar a los sistemas, podría aumentar la cantidad requerida de insumos.

Tabla 21.*Costos de insumos del vehículo eléctrico K11A por kilometraje*

COSTOS DE INSUMOS DE MANTENIMIENTO SEGÚN KILOMETRAJE							SAE	API	COSTO UNITARIO	COSTO DE ACUERDO AL KILOMETRAJE X1000					
RP	ÍTEM DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	DETALLE DE INSUMOS	CÓDIGO	MARCA	ÍNDICE DE VISCOSIDAD	CALIDAD		COSTO TOTAL					
									5	15	30	60	90	120	
1	Tren de potencia (reductores)	5	LITROS	Aceite lubricante de reductor	MIL-L-2105D	ACDelco	80W90	GL-5	\$5,29	\$26,45	\$26,45	\$26,45	\$26,45	\$26,45	
2	Compresor de aire	7,56	LITROS	Aceite del electromotor ATF220	H55.6335	Mobil	No Aplica	No Aplica	\$22,50		\$45,00	\$45,00	\$45,00	\$45,00	
3	Sistema de dirección	2,35	LITROS	Lubricante para Naili 4kW	5116010009	Porten	No Aplica	No Aplica	\$6		\$14,10	\$14,10	\$14,10	\$14,10	
4	Sistema de marcha	8	LITROS	CHF-202	1403106	PENTOSIN	No Aplica	No Aplica	\$31,50					\$63,00	
5	Sistema de marcha	1	u	Grasa de litio Azul	LG-990	ABRO	No Aplica	No Aplica	\$5,95	\$5,95	\$5,95	\$5,95	\$5,95	\$5,95	
5	Puerta de pasajero con giro interno	1	u	Grasa Litio	LG-990	ABRO	No Aplica	No Aplica	\$24,00		\$24,00	\$24,00	\$24,00	\$24,00	
6	Sistema de limpiaparabrisas	1	u	Aceite lubricante común en el mecanismo de limpiaparabrisas.	EP 2	Carlube	No Aplica	No Aplica	\$7,00			\$7,00		\$7,00	
7	Inspección general de sistemas			Inspección general (suministros varios)	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	\$15,00	\$15,00	\$15,00	\$15,00	\$15,00	\$15,00	
8	(detalle en plan de mantenimiento)	1	u	Grasa Blanca	GRA003	ABRO	No Aplica	No Aplica	\$7,80		\$7,80	\$7,80	\$7,80	\$7,80	
9		1	u	Limpiador de contactos	EC-533	ABRO	No Aplica	No Aplica	\$8,38		\$8,38	\$8,38	\$8,38	\$8,38	
TOTAL, COSTO INSUMOS									USD	\$32,40	\$20,95	\$146,68	\$153,68	\$146,68	\$216,68

3.15.3. Tiempo de ejecución de trabajo

El tiempo de ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo, se considera en función del programa de mantenimiento de acuerdo a lo establecido por la marca en relación al kilometraje recorrido, en el que se considera las actividades de mantenimiento.

El vehículo K11A en un recorrido de descenso que presentaba pendientes, en condiciones de carga máxima, utilizó el freno de pedal para mantener velocidad, provocando un recalentamiento en las pastillas de freno; en tal sentido se produjo un mantenimiento eventual en el intervalo de 5000 Km, en el que se adicionó una tarea de reemplazo de pastillas de freno, aumentando el tiempo de ejecución de 2,42 a 6,00 horas.

En el mantenimiento de intervalo correspondiente a los 15000 Km, se realizó en condiciones normales sin eventualidades donde el tiempo de ejecución fue de 6,00 horas; el tiempo de los tiempos de ejecución correspondientes los intervalos de mantenimiento próximos son un dato proyectado. Ver tabla a continuación.

Tabla 22.*Tiempos de ejecución según kilometraje del bus K11A*

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			TIEMPOS DE TAREA DE MANTENIMIENTO (minutos)					
No	ÍTEM DE MANTENIMIENTO	OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	5000 km	15000 km	30000 km	60000 km	90000 km	120000 km
1	TREN DE POTENCIA	Sustituir el aceite del engranaje de eje motor de la rueda (reductor)	158		158	158	158	158
2		Sustituir el filtro del electromotor			30			
3		Sustituir el aceite lubricante del electromotor			30			
4	SISTEMA DE FRENOS	Revise el secador de aire, reemplace el desecante				90		90
5	COMPRESOR DE AIRE	Limpiar / reemplazar el elemento filtrante de entrada		38	38	38	38	38
6		Consulte el Manual del operador del compresor de aire para ver otros artículos de mantenimiento. En cuanto al compresor de aire con aceite, reemplace el filtro de aceite.						
7	SISTEMA DE DIRECCIÓN	★Reemplace el líquido de dirección						60
8	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	★Reemplazar el refrigerante						60
9	SISTEMA DE MARCHA	Lubricación, Engrasado, pivote, rotulas, cubo y rodamiento			45	45	45	45
10		Revise los discos de fricción/Pastillas						
11		Intercambio de neumáticos, Alineación y Balanceo		232				
12	BATERÍA	★ Reemplace la batería.						30
13	REVISIÓN DE SISTEMA DE BATERÍA	Póngase en contacto con el personal de servicio de ventas de BYD para la operación				*		*
14	PUERTA PARA PASAJEROS DE VAIVÉN	Lubricación: Rodamiento en conexión entre bandeja y eje, rodamiento en conexión entre eje y base, manguito de conexión de brazos superior e inferior y panel de puerta, pasador en conexión entre cilindro y balancín, rueda guía y ranura corrediza;			180	180	180	180
15	SISTEMA DE LIMPIAPARABRISAS	Añadir aceite lubricante en todas las partes en rotación en el mecanismo de limpiaparabrisas.				6		6
16		Cambiar la escobilla del limpiaparabrisas				6		6
17	REVISIÓN AC	Mantenimiento AC			180	180	180	180
18	INSPECCIÓN GENERAL DE SISTEMAS	Inspección general según detalle adjunto	26	26	26	26	26	26
			184	296	687	729	627	879
HORAS			3,06	4,93	11,44	12,14	10,44	14,64

3.16. Costos de tiempo de ejecución

De acuerdo al trabajo de campo realizado en las instalaciones que se efectuaron las actividades de mantenimiento para el bus eléctrico BYD se considera que el costo por hora de trabajo es de 35,00 USD; de tal manera que, en función de los tiempos de ejecución observados, se presenta en la siguiente tabla el costo de tiempo de ejecución por intervalo de kilometraje.

Tabla 23.

Costo de tiempo de ejecución del bus eléctrico K11A

Kilometraje	Tiempo (h)	Costo
5000	3,06	\$107,10
15000	4,93	\$172,55
30000	11,44	\$440,40
60000	12,4	\$424,90
90000	10,44	\$365,40
120000	14,64	\$512,40

3.16.1. Consumo de energía

El cargo tarifario de energía eléctrica, para la recarga de vehículos eléctricos es de 0,08 USD por kWh, en el horario de 22h00 a 06h00, ver Anexo 19.

Considerando diariamente un recorrido normal de 240 Km se establece el consumo diario y proyección en meses, traducido en costo, para la recarga de las baterías a continuación.

Tabla 24.

Costo de consumo eléctrico para la recarga de baterías

Tiempo	Costo ideal	Costo real (desde 23%)
Diario	\$32,00	\$24,64
Mensual	\$640,00	\$492,80
12 meses	\$7.680,00	\$5.913,60
24 meses	\$15.360,00	\$11.827,20

3.17. Infraestructura

Para la (Secretaría Central de ISO, 2008) la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable: edificios, espacio de trabajo y servicios asociados; equipo para los procesos (tanto hardware como software); y servicios de apoyo (tales como transporte, comunicación o sistemas de información).

Actualmente BYD E-Motors es una empresa comercializadora, que no cuenta con espacio de trabajo propio para brindar servicio post venta para las unidades que circulan en el país, por tal motivo para que la empresa pueda brindar un servicio autónomo, se propone un centro de mantenimiento que cuente con área operativa y área de apoyo.

Dentro del área operativa se destaca la propuesta de 3 bahías de trabajo para revisión de buses eléctricos, con un área unitaria por bahía de 132m²; se debe considerar un área de circulación del 60% por lo que la distribución del área operativa total se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 25.

Área operativa propuesta

Líneas de revisión	Número	Área unitaria (m ²)	Área total (m ²)
Bahía eléctricos	3	132	396
Área de circulación	-	-	237,6
Área total operativa	-	-	633,6

Se considera las dimensiones de la bahía observada en la visita de campo, para proponer el área en m² que se necesita por cada bahía, se muestra las dimensiones de la bahía en la siguiente

figura.



Figura 15. Propuesta de dimensiones para bahía de mantenimiento

Para el área de apoyo se requiere distintos lugares como gerencia, recepción y entrega de vehículos, servicios y vestuarios, SSHH, zona de espera, áreas verdes, entrega de vehículos, parqueaderos y área de circulación; para cada lugar se destina un porcentaje presentado en la tabla a continuación.

Tabla 26.

Área de apoyo propuesta

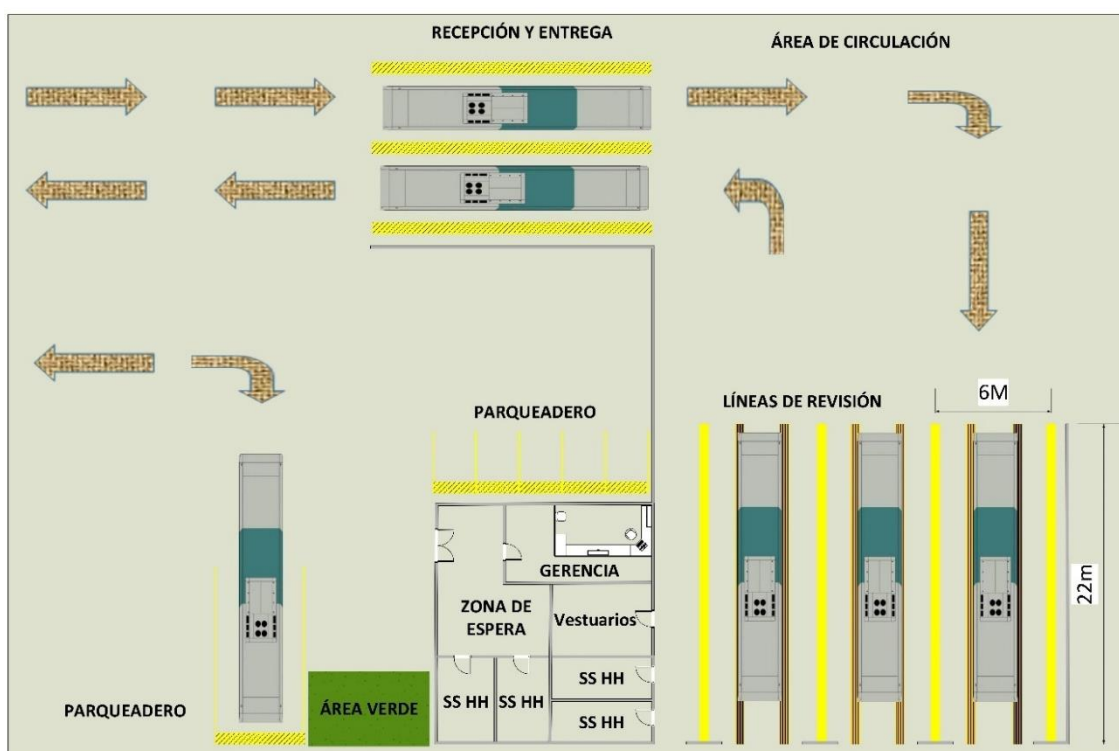
Lugar	Área total (m ²)
Gerencia	16,00
Recepción y entrega de vehículos	150,00
Vestuarios	8,00
SSHH	16,00
Zona de espera	16,00
Áreas verdes	12,00
Parqueadero	123,00
Área de circulación	200,00
Área total de apoyo	541,00

Con las dimensiones del área operativa y de apoyo, se tiene el área propuesta para la infraestructura del concesionario, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27.*Área total propuesta*

Área	Área (m ²)
Operativa	633,6
De apoyo	541,00
TOTAL	1174,6

Para el taller se propone un área de aproximadamente 1200m², a continuación se presenta un esquema que contempla todos los aspectos tomados para la infraestructura.

**Figura 16.** Esquema de taller propuesto

3.18. Servicios tercerizados

El vehículo eléctrico BYD cuenta con un sistema de aire acondicionado marca SONGZ, que es de origen chino, cuya instalación es realizada en una empresa especialista en el medio, quien es proveedor de SONGZ en Ecuador y la encargada de los mantenimientos, recarga o

reparación del mismo.

Para los servicios de alineación y balanceo BYD terceriza estas actividades, con aliados estratégicos de renombre que brindan el soporte en estas actividades de acuerdo a la programación de mantenimiento.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE TIEMPOS Y PROCESOS DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE LOS BUSES ARTICULADOS EN ESTUDIO

4.1. Diagramas de proceso

El proceso de las tareas de mantenimiento realizadas tuvo las siguientes actividades como: preparar el cronometro, seleccionar la ubicación del observador, revisar la orden de trabajo, iniciar / detener el cronometro y registrar los tiempos observados para cada tarea de mantenimiento evidenciada en la visita de campo.

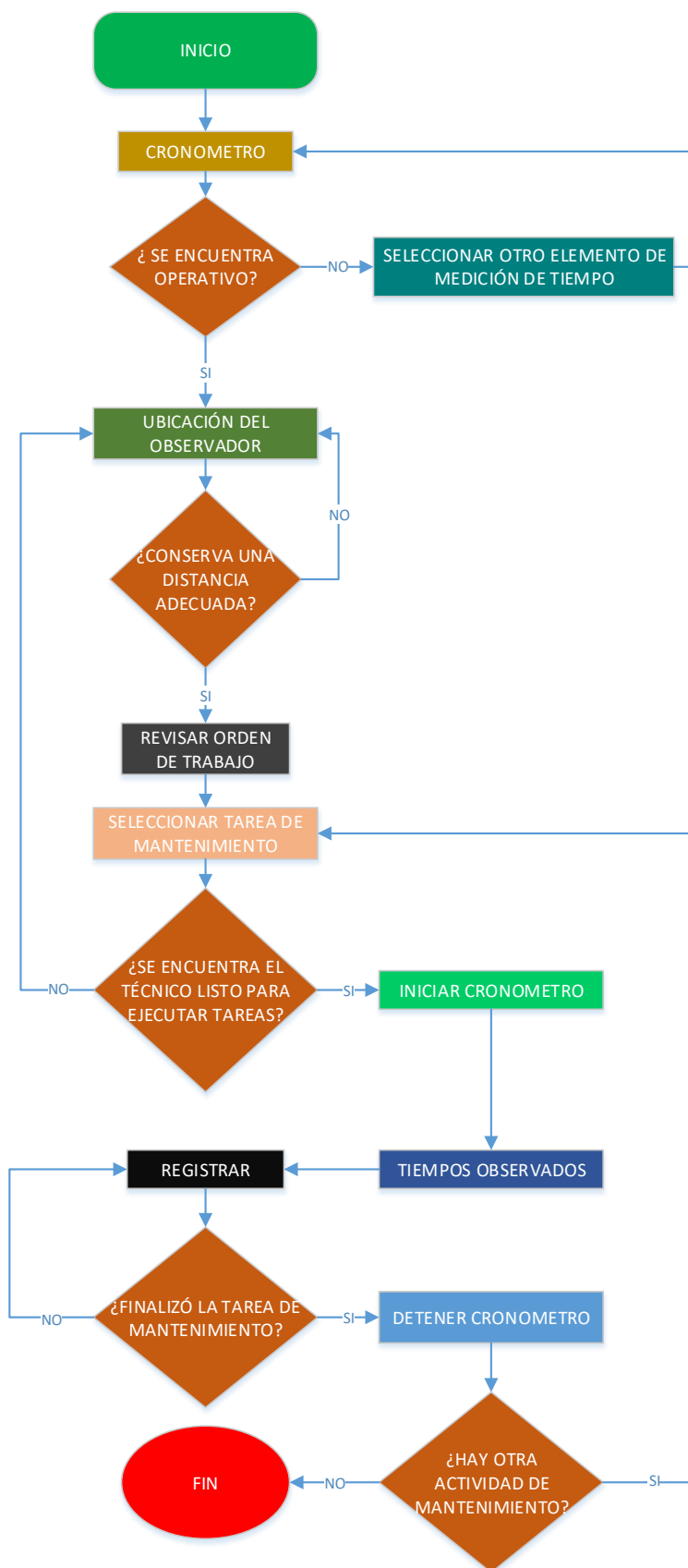


Figura 17. Proceso de registro de tiempos

- **Diagrama de procesos bus eléctrico K11A marca BYD**

Se analiza el diagrama de procesos observado como el cambio de aceite lubricante del reductor con el objeto de validar su ejecución, realización en cuanto a movimientos, tiempos y tareas desarrolladas en el mismo, de tal manera que sea necesario proponer mejoras a fin optimizar lo antes evidenciado. Se detalla en la tabla 28 el diagrama de procesos referente al cambio de aceite lubricante del reductor del vehículo eléctrico.

Tabla 28.

Diagrama de procesos de cambio de lubricante del reductor (K11A)

DIAGRAMA DE PROCESOS PARA TAREAS DE MANTENIMIENTO MÁS FRECUENTES										
■ MÉTODO ACTUAL □ MÉTODO PROPUESTO										Nº1
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: Reductores Planetarios (Principal - Planetario)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: Cambio de lubricante del reductor (Principal - Planetario)										
		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA				
		NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.			
○	Operación	17	68,86					ANÁLISIS		
□	Inspección	3	18							
⇒	Transporte	9	49,69							
▽	Almacenamiento	0	0							
D	Retraso	1	20							
DISTANCIA RECORRIDA		286					ESTUDIADO POR: Sr. Mena Álvarez y Sr. Jarrín Sánchez			
PASOS	DETALLES DEL PROCESO	operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (m)	cantidad	tiempo (')	NOTAS
1	Adquirir lubricante 80W90 por parte de BYD	○	⇒	□	D	▽			20	
2	Movilizar el articulado al sitio del mantenimiento	○	⇒	□	D	▽	120		6,18	Superficie Plana
3	Inmovilizar en posición horizontal el articulado	●	⇒	□	D	▽			2,5	Colocar madera triangular
4	Gata hidráulica	○	⇒	□	D	▽	25		2,5	Gata hidráulica de 10 toneladas (t) o más
5	Colocar la gata hidráulica debajo y verificar el área de soporte	●	⇒	■	D	▽			5	Especificado en Manual de Usuario
6	Elevar el vehículo con la gata hidráulica y verificar la estabilidad	●	⇒	■	D	▽			10	Asentar en soportes de alto tonelaje
7	Pistola de impacto neumática	○	⇒	□	D	▽	25		4	
8	Buscar el adaptador del tamaño correcto	○	⇒	□	D	▽	50		2	M27 (hexagonal)

CONTINÚA →

9	Desajustar las tuercas de los neumáticos	●	⇒	□	D	▽		4,5	Sentido de giro antihorario
10	Retirar los neumáticos	○	⇒	□	D	▽	2	8	Limpiar área de llenado y drenaje
11	Colocar recipiente para la extracción de aceite	○	⇒	□	D	▽	8	1	Ubicarlo debajo del tapón del Planetario
12	Remover tapón para drenar el aceite del Planetario	●	⇒	□	D	▽		8	M22×1.5×18 Drenar por completo
13	Remover el tapón de llenado del Planetario	●	⇒	□	D	▽		0,5	M22×1.5×18
14	Colocar el tapón de drenaje en el Planetario	●	⇒	□	D	▽		1	M22×1.5×18, 35N.m
15	Colocar 1,4 L de lubricante 80W90 en el Planetario	●	⇒	□	D	▽		5	Utilizar embudo y recipiente estándar
16	Colocar el tapón de llenado en el Planetario	●	⇒	□	D	▽		1	M22×1.5×18, 35N.m
17	Trasladar el recipiente para la extracción de aceite	○	⇒	□	D	▽	8	4	Ubicarlo debajo del tapón del Principal
18	Remover tapón para drenar el aceite del Principal	●	⇒	□	D	▽		8	M22×1.5×18 Drenar por completo
19	Remover el tapón de llenado del Principal	●	⇒	□	D	▽		0,5	M22×1.5×18
20	Colocar el tapón de drenaje en el Principal	●	⇒	□	D	▽		1	M22×1.5×18, 35N.m
21	Colocar 1,4 L de lubricante 80W90 en el Principal	●	⇒	□	D	▽		5	Utilizar embudo y recipiente estándar
22	Colocar el tapón de llenado en el Principal	●	⇒	□	D	▽		1	M22×1.5×18, 35N.m
23	Trasladar el aceite residual al área de desechos	○	⇒	□	D	▽	40	2	Manejo de desechos por MaxDrive
24	Elevar el vehículo con la gata hidráulica	●	⇒	□	D	▽		3	Altura necesaria para colocar la rueda
25	Colocar el neumático y ajustar	●	⇒	□	D	▽	8	12	Ajuste en cruz
26	Descender el vehículo con la gata hidráulica	●	⇒	□	D	▽		0,6	Asentar en el suelo
27	Verificar el torque de ajuste del neumático	○	⇒	■	D	▽		3	

El presente proceso se estructuró con 17 operaciones, 3 inspecciones, 9 transportes y un retraso; con tiempos de ejecución de 68.86 min, 18.49 min, 49.69 min y 20 min respectivamente. Dando un total de 156,55 min equivalentes a 2,60 horas, se realizó el transporte del aceite lubricante utilizado, al área de desechos en el recipiente adecuado dentro del taller, sin embargo no se realizó el almacenamiento del mismo.

En la tabla 29 se propone una mejora, optimizando el traslado de herramientas de un lugar hasta el sitio trabajo para realizar el mantenimiento a partir de la selección adecuada y completa

de todo lo requerido para esta actividad técnica.

Tabla 29.

Diagrama de procesos de cambio de lubricante del reductor (K11A)

DIAGRAMA DE PROCESOS PARA TAREAS DE MANTENIMIENTO										
		□ MÉTODO ACTUAL		■ MÉTODO PROPUESTO		N°1				
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: Reductores Planetarios (Principal - Planetario)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: Cambio de lubricante del reductor (Principal - Planetario)										
		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA				
		NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.			
○	Operación	16	64,86							
□	Inspección	3	18							
⇒	Transporte	9	31,69							
▽	Almacenamiento	1	2							
D	Retraso	1	20							
DISTANCIA RECORRIDA		286		ESTUDIADO POR: Sr. Mena Álvarez y Sr. Jarrín Sánchez						
PASOS	DETALLES DEL PROCESO	operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (m)	cantidad	tiempo (°)	NOTAS
1	Verificar los repuestos, insumos y fungibles necesarios para la actividad de mantenimiento	○	⇒	□	D	▽		2		Lubricante 80W90
2	Movilizar el articulado al sitio del mantenimiento	○	⇒	□	D	▽	120	6,18		Superficie Plana
3	Inmovilizar en posición horizontal el articulado	●	⇒	□	D	▽		2,5		Colocar madera triangular
4	Gata hidráulica	○	⇒	□	D	▽	25	2,5		Gata hidráulica de 10 toneladas (t) o más
5	Colocar la gata hidráulica debajo y verificar el área de soporte	●	⇒	■	D	▽		5		Especificado en Manual de Usuario
6	Elevar el vehículo con la gata hidráulica y verificar la estabilidad	●	⇒	■	D	▽		10		Asentar en soportes de alto tonelaje
7	Pistola de impacto neumática ,Buscar el adaptador del tamaño correcto	○	⇒	□	D	▽	50	2		Pistola de impacto neumático, M27 (hexagonal)
8	Desajustar las tuercas de los neumáticos	●	⇒	□	D	▽		4,5		Sentido de giro antihorario
9	Retirar los neumáticos	○	⇒	□	D	▽	2	8		Limpia área de llenado y drenaje
10	Colocar recipiente para la extracción de aceite	○	⇒	□	D	▽	8	1		Ubicarlo debajo del tapón del Planetario
11	Remover tapón para drenar el aceite del Planetario	●	⇒	□	D	▽		8		M22×1.5×18 Drenar por completo
12	Remover el tapón de llenado del Planetario	●	⇒	□	D	▽		0,5		M22×1.5×18
13	Colocar el tapón de drenaje en el Planetario	●	⇒	□	D	▽		1		M22×1.5×18, 35N.m
14	Colocar 1,4 L de lubricante 80W90 en el Planetario	●	⇒	□	D	▽		5		Utilizar embudo y recipiente estándar
15	Colocar el tapón de llenado en el Planetario	●	⇒	□	D	▽		1		M22×1.5×18, 35N.m
16	Trasladar el recipiente para la extracción de aceite	○	⇒	□	D	▽	8	4		Ubicarlo debajo del tapón del Principal
17	Remover tapón para drenar el aceite del Principal	●	⇒	□	D	▽		8		M22×1.5×18 Drenar por completo
18	Remover el tapón de llenado del Principal	●	⇒	□	D	▽		0,5		M22×1.5×18
19	Colocar el tapón de drenaje en el Principal	●	⇒	□	D	▽		1		M22×1.5×18, 35N.m
20	Colocar 1,4 L de lubricante 80W90 en el Principal	●	⇒	□	D	▽		5		Utilizar embudo y recipiente estándar
21	Colocar el tapón de llenado en el Principal	●	⇒	□	D	▽		1		M22×1.5×18, 35N.m
22	Trasladar el aceite residual al área de desechos	○	⇒	□	D	▽	40	2		Manejo de desechos por MaxDrive

23	Elevar el vehículo con la gata hidráulica	●	⇒	□	D	▽	3	Altura necesaria para colocar la rueda
24	Colocar el neumático y ajustar	●	⇒	□	D	▽	8	12 Ajuste en cruz
25	Descender el vehículo con la gata hidráulica	●	⇒	□	D	▽	0,6	Asentar en el suelo
26	Verificar el torque de ajuste del neumático	○	⇒	■	D	▽	3	

Las falencias detectadas en el proceso anterior son: no disponer de los insumos, repuestos, para el intervalo de mantenimiento correspondiente, por lo tanto esto se traduce en demora de transporte, incrementando el tiempo de ejecución de mantenimiento, del mismo modo el traslado de herramientas fue realizado varias veces; de tal manera que se propone disponer en stock el kit de mantenimiento respectivo y facilitar en el taller para disminuir el tiempo de espera de los elementos necesarios; y se propone trasladar completamente las herramientas necesarias para reestructurar el proceso de traslado, reduciéndose 0,3 h.

Los procesos de las actividades mantenimiento se estructuraron en cambio de filtro de aire del compresor, cambio de pastillas de freno, alineación, balanceo y rotación de neumáticos de acuerdo al mantenimiento de 5000 y 15000 Km visualizados en el Anexo 25.

- **Diagrama de Procesos del bus O500MA marca Mercedes Benz**





































































En la tabla 30 se observa el diagrama de procesos referente al cambio de aceite del motor del vehículo de MCI.

Tabla 30.

Diagrama de procesos de cambio de aceite de motor (O500MA)

DIAGRAMA DE PROCESOS PARA TAREAS DE MANTENIMIENTO MÁS FRECUENTES						
		■ MÉTODO ACTUAL	□ MÉTODO PROPUESTO	N°1		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: Tareas de mantenimiento realizadas en el taller						
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: Cambio de aceite de motor						
		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA
		NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM. TIEMP.
○ Operación		8	11,3			ANÁLISIS
□ Inspección		2	15			

CONTINÚA →

	Transporte	2	3,5							
	Almacenamiento	0	0							
	Retraso	1	6							
DISTANCIA RECORRIDA									ESTUDIADO POR: Sr. Mena Álvarez y Sr. Jarrín Sánchez	
PASOS	DETALLES DEL PROCESO	operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (m)	cantidad	tiempo (')	NOTAS
1	Solicitar aceite al área de abastecimiento							15		Desde abastecimiento
2	Llevar herramientas hasta el bus articulado							3		Empleando las manos
3	Abrir capó							1		Plano y nivelado en el foso
4	Gata hidráulica							1		Por debajo del motor
5	Remover tapón – drenar aceite usado							3		
6	Extraer filtro de aceite							5		
7	Esperar drenado total de aceite							0,5		
8	Colocar tapón y filtro de aceite nuevo							0,2		
9	Colocar tapón y revisar nivel de aceite con la bayoneta							3		
10	Encender motor							1		Desde cabina
11	Apagar motor							2		
12	Revisar fugas							6		Alrededor de todo el vehículo
13	Revisar nivel de aceite con la bayoneta							1,5		Aceite de motor

El presente proceso se estructura con 8 operaciones, 2 inspecciones, 2 transportes, 1 retraso y ningún almacenamiento. Con tiempos de 11,3 min, 15 min, 3,5 min, 6 min y 0 min respectivamente. Dando un total de 35,8 min equivalentes a 0,60 horas.

Las actividades mantenimiento se estructuraron en cambio de líquido refrigerante del motor, cambio de aceite de caja automática, cambio de filtro de aceite caja automática y cambio de aceite del diferencial de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo del vehículo de MCI. Ver el Anexo 15.

Los diagramas de proceso del bus con MCI, se pueden observar en el Anexo 26.

4.2. Diagramas de flujo

Dentro de los diagramas de flujo se ha representado las inspecciones de los sistemas involucrados en las tareas de mantenimiento

- **Diagramas de flujo del bus eléctrico K11A**

Se determina la inspección del sistema de conducción que involucra al conjunto de neumáticos, sí; se encuentra en el mantenimiento de los 5000 Km recorridos, se aplicara la acción de inspeccionar el desgaste, la profundidad, presión y torque de los mismos. Y terminará el proceso, caso contrario se seleccionará otro ítem. Ver figura 16.

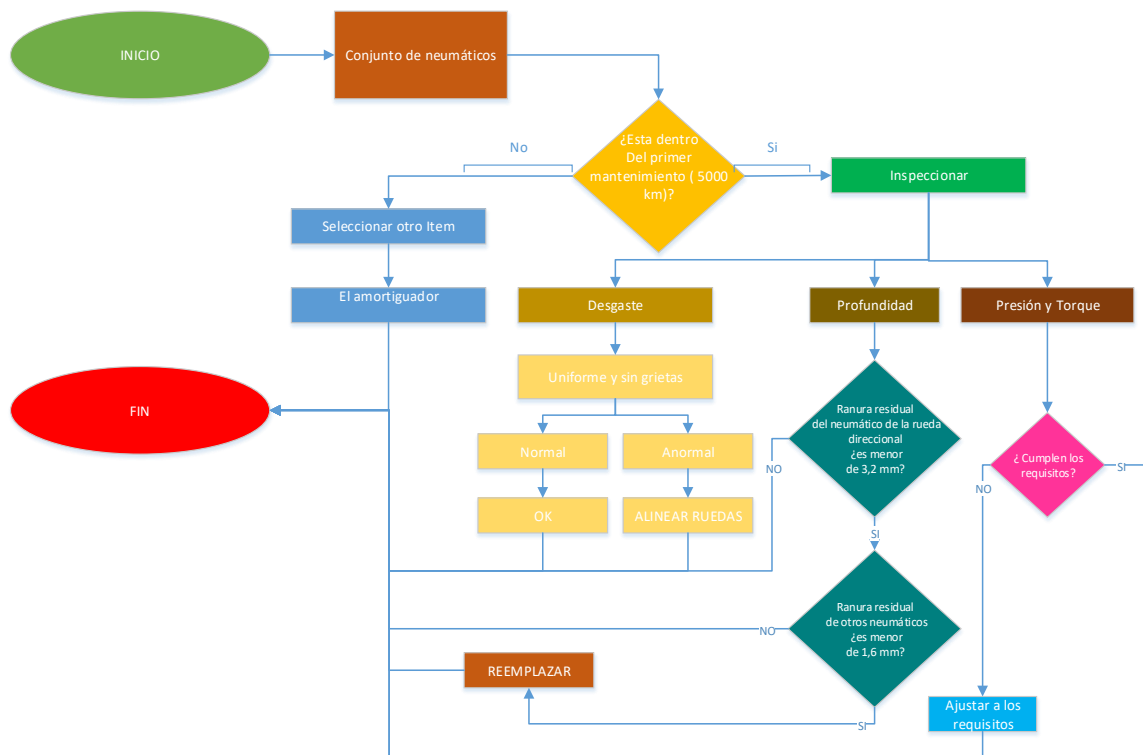


Figura 18. Diagrama de flujo de inspección del conjunto de neumáticos

Se determina la inspección del sistema de frenos que involucra la eficiencia del freno de

servicio y estacionamiento, sí; se encuentra en el mantenimiento de los 5000 Km recorridos, se aplicara la acción de inspeccionar que estén sólidamente instalados, conectados, fugas de aire en el tubo de aire de frenado, inflado, apagado normal del compresor y la holgura del freno. Y terminará el proceso, caso contrario se seleccionará otro ítem. Ver figura 17.

Las actividades de mantenimiento para la acción de la inspección se estructuraron en sistema de dirección, sistema de refrigeración y sistema de conducción de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico.

Los diagramas de flujo del bus eléctrico se pueden observar en el Anexo 25.

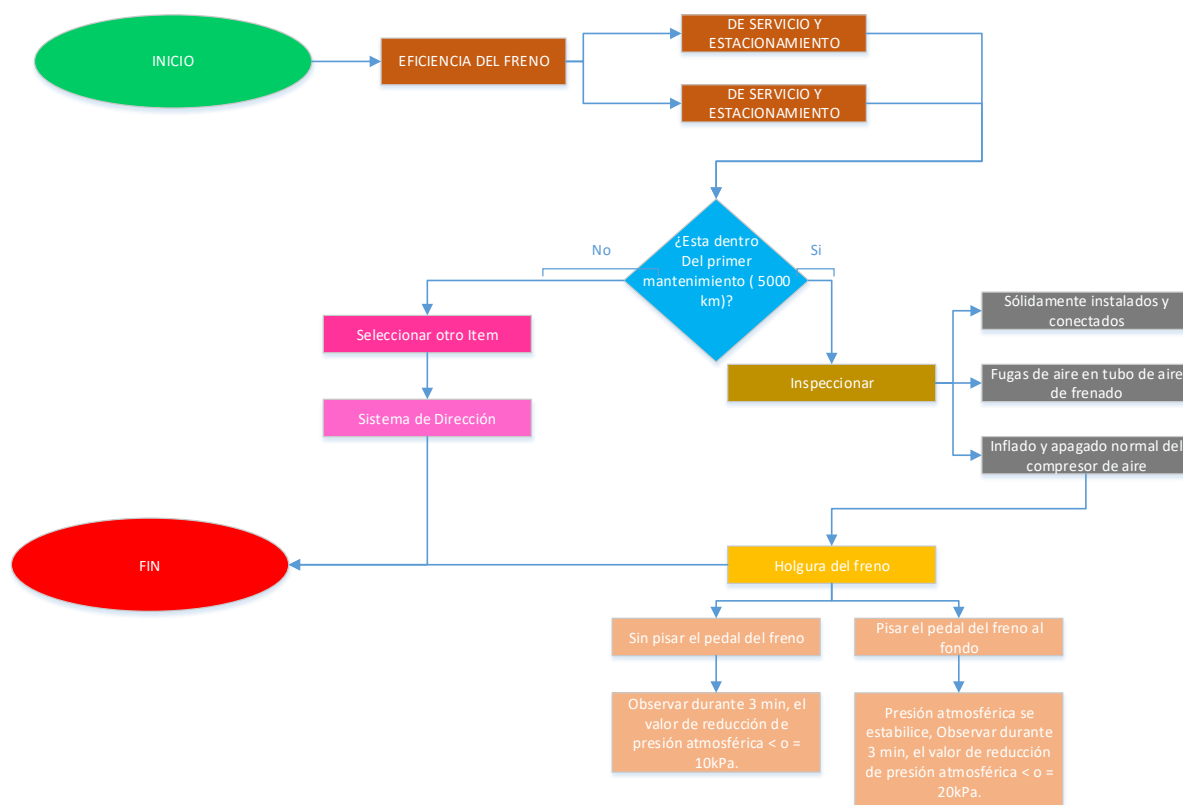


Figura 19. Diagrama de flujo de inspección de la eficiencia del freno

Los diagramas de flujo del bus eléctrico se pueden observar en el Anexo 25.

- **Diagramas de flujo del bus O500MA**

Se determina la inspección del nivel de fluidos del vehículo de MCI que involucran aceite del motor, aceite de transmisión, aceite de dirección hidráulica, líquido refrigerante y sistema eléctrico conformado por batería.

Los diagramas de flujo del vehículo con MCI, se pueden observar en el Anexo 28.

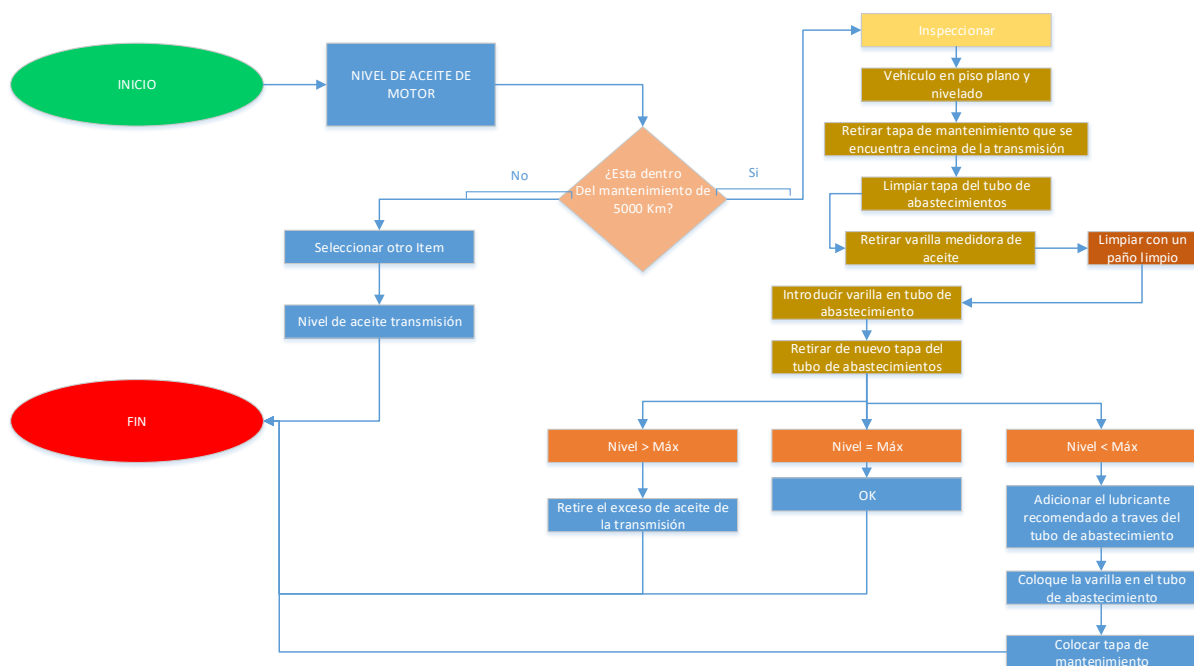


Figura 20. Diagrama de flujo de inspección del nivel de aceite del motor

Para verificar el nivel de líquido refrigerante, se lleva un procedimiento con el vehículo estacionado en una zona plana, verificando que no existan fugas en el sistema, y que el líquido refrigerante esté en el nivel indicado.

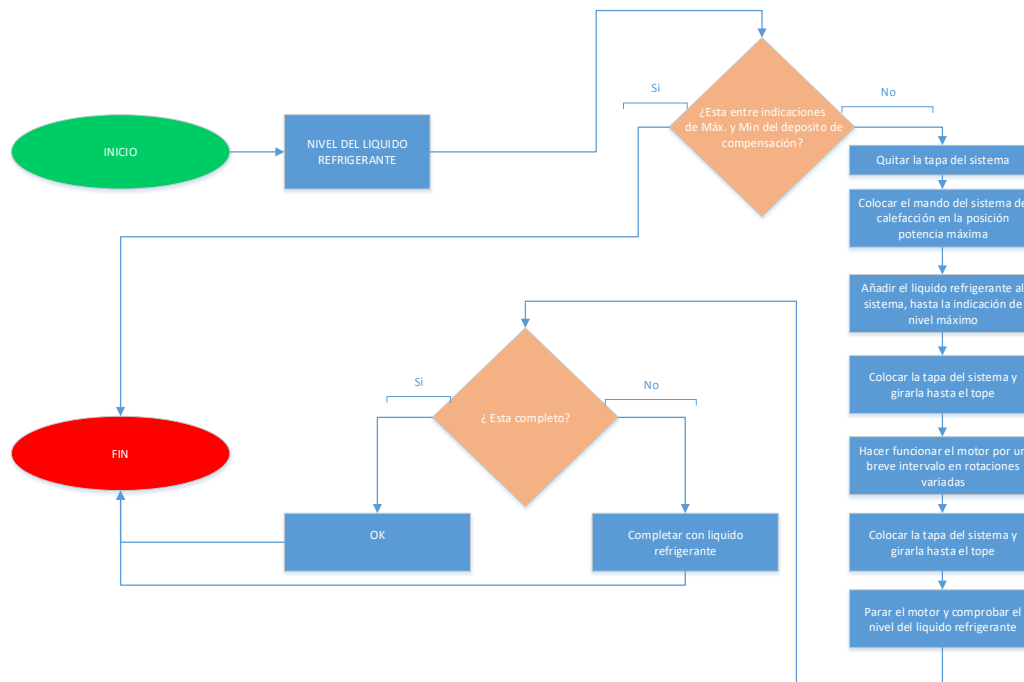


Figura 21. Diagrama de flujo de inspección del nivel de líquido refrigerante

Los diagramas de flujo del vehículo con MCI, se pueden observar en el Anexo 28.

4.3. Métodos generales para medir el tiempo estándar

Se realizó un procedimiento sistemático, para realizar la medición de trabajo, ejecutando etapas de secuencia como: la selección del trabajo, registro de la información y examinación de la tarea, para llevar un estudio sobre las tareas evidenciadas.

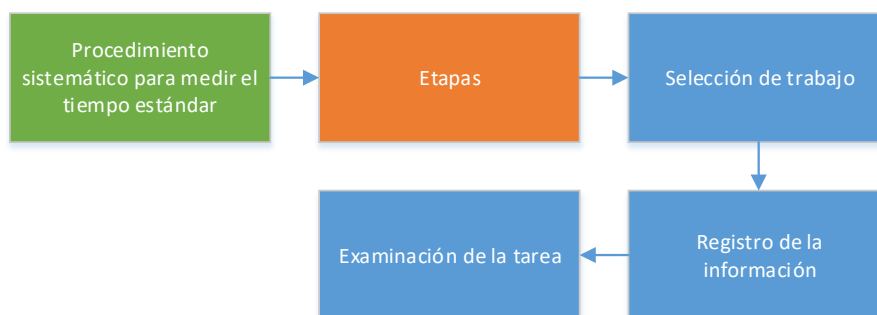


Figura 22. Etapas para medir el tiempo estándar

4.3.1. Selección de trabajo

Las tareas de mantenimiento que se observó fueron las siguientes:

- Cambio de aceite de los reductores
- Cambio del filtro de entrada de aire del compresor
- Rotación de los neumáticos
- Cambio de pastillas de freno

4.3.2. Registro de la información

Se detalla los lugares, nombre de los analistas, operarios, dirección de taller, fecha de registro con sus horas de inicio y final respectivamente al mantenimiento correspondiente, se presenta a continuación.

Tabla 31

Registro de la información de mantenimientos

	Prime registro	Segundo registro	Tercer registro
Lugar	Quito	Guayaquil	Guayaquil
Nombres de los analistas	Gabriel Jarrín Jefferson Mena	Gabriel Jarrín Jefferson Mena	Gabriel Jarrín Jefferson Mena
Nombre del operario	Luis Balarezo	Jorge Muran	Jorge Muran
Dirección de la empresa	Av. Eloy Alfaro N73-22 y, Quito 170317	Sector Yaguachi - Vía al pan	Sector yaguachi - Vía al pan
Fecha de registro	22-04-2019	25-04-2019	17-06-2019
Hito inicial	09h46	12h33	11h00
Hito final	17h22	16h25	18h41
Mantenimiento	5000 Km	5000 Km	15000 Km

- **Croquis primer registro del puesto de trabajo con el recorrido.**

Para el croquis del primer registro, se observa que el vehículo eléctrico fue ubicado horizontalmente para las tareas de mantenimiento en el pasillo de ingreso de vehículos, ya que el taller no contaba con bahías para las dimensiones del vehículo; el recorrido realizado por el operario se presenta mediante flechas.

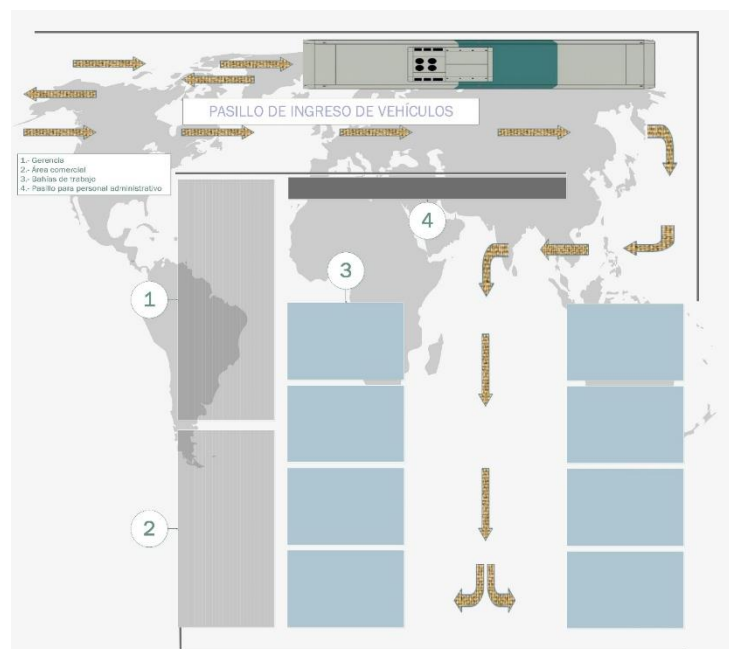


Figura 23. Diagrama de recorrido del taller para mantenimiento de 5000Km (1)

- **Croquis Segundo registro del puesto de trabajo con el recorrido.**

En el segundo registro, realizado en la ciudad de Guayaquil el taller contaba con bahías apropiadas para posicionar el vehículo, y suficiente espacio para el desplazamiento del mismo; el recorrido del operario se presenta con flechas en la figura a continuación.

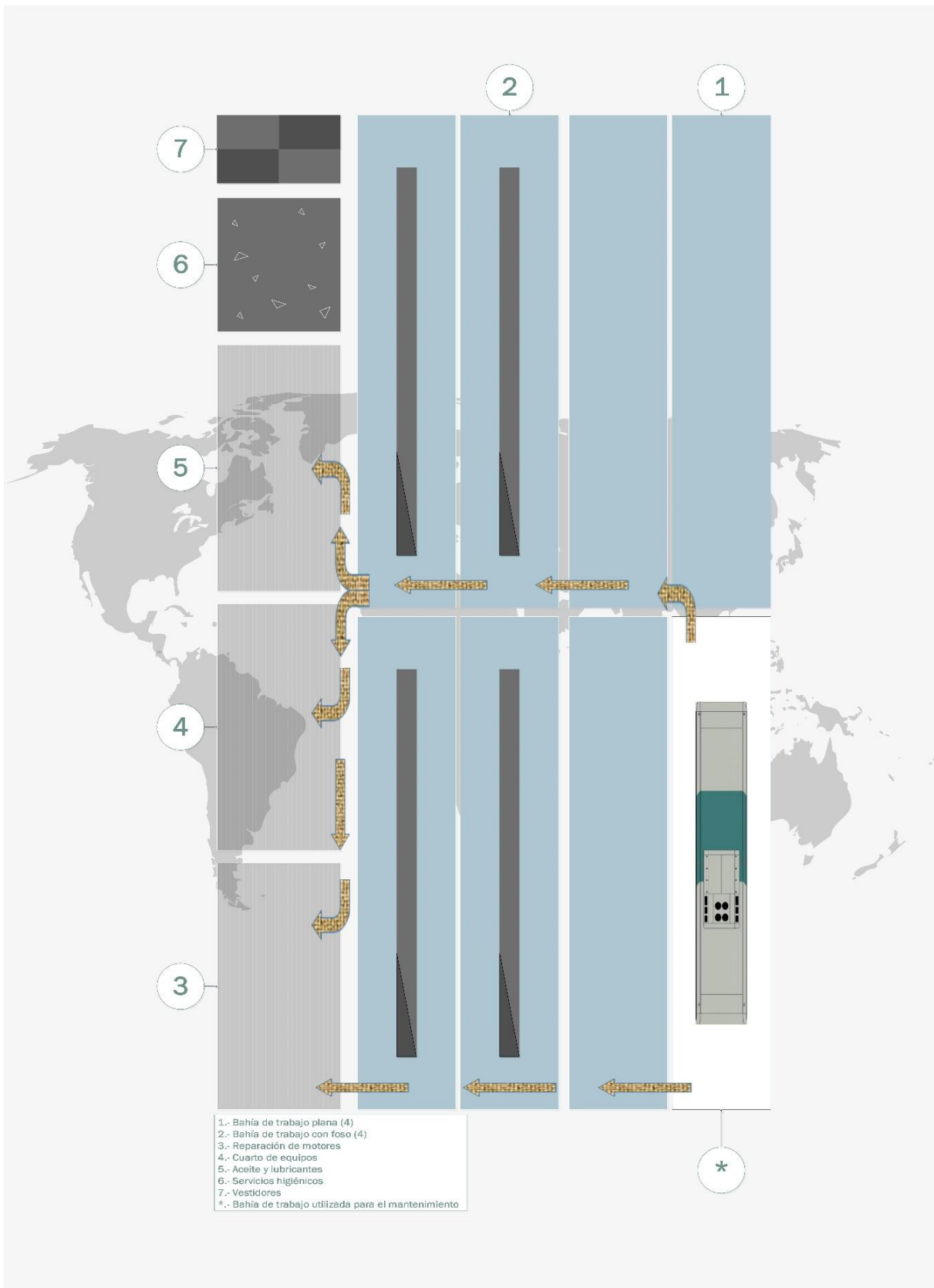


Figura 24. Diagrama de recorrido del taller para mantenimiento de 5000Km (2)

- **Croquis tercer registro del puesto de trabajo con el recorrido.**

Para el tercer registro, las tareas de mantenimiento para el vehículo fueron realizadas en el mismo taller del segundo registro, sin embargo para las tareas complementarias correspondientes al intervalo de mantenimiento fue movilizado a un tecnicentro.

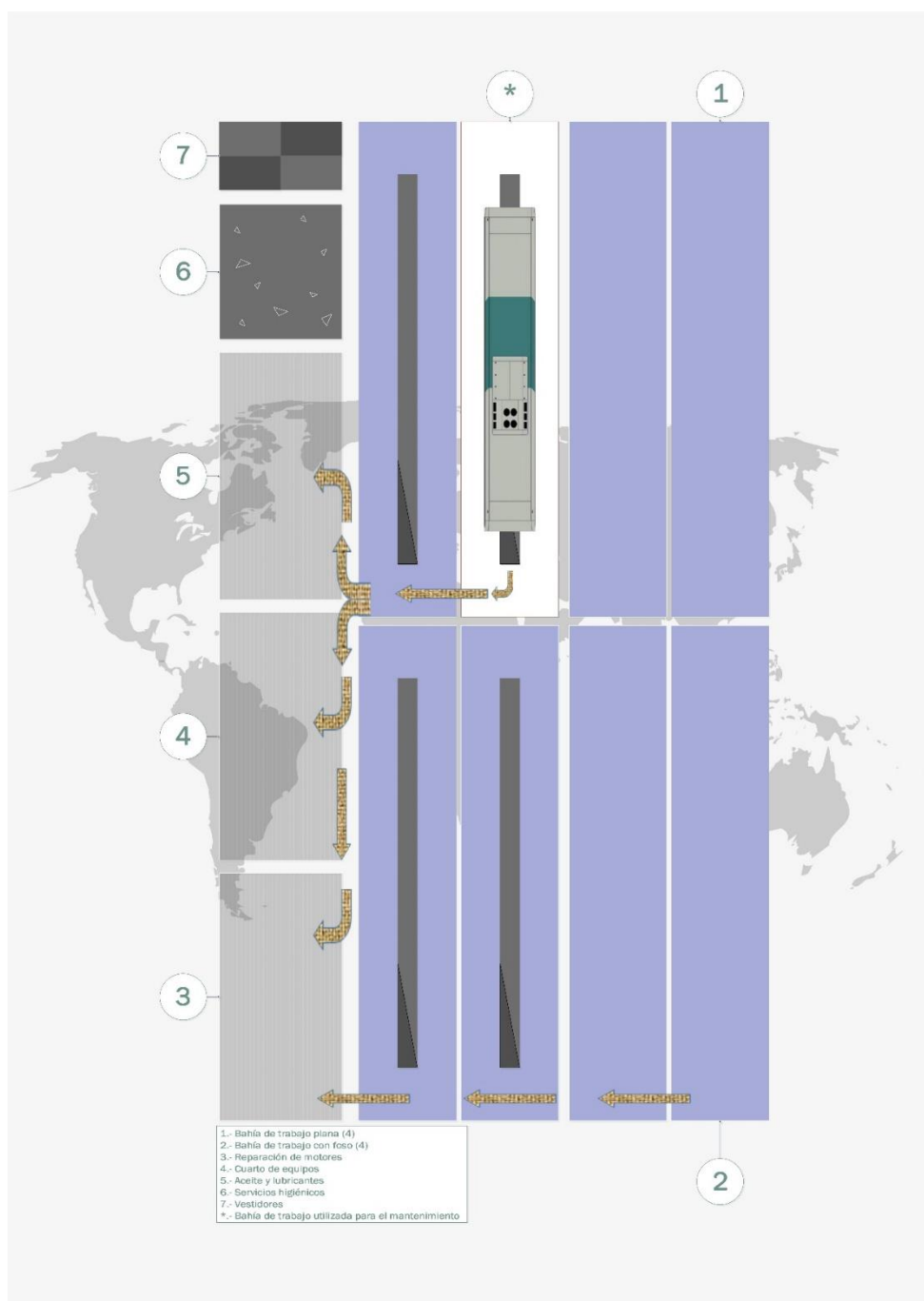


Figura 25. Diagrama de recorrido de taller para mantenimiento (15000Km)

4.3.3. Examinación de la tarea:

Con el soporte de la tipología de operaciones, inspección, transporte, operación, retraso y almacenamiento, se realizó el llenado del formato de diagrama de procesos, para llevar el registro de las operaciones y el tiempo empleado simultáneamente, perteneciente a cada ítem de la selección de trabajo.

4.4. Cronometraje y medición:

Para la toma de tiempo se considera el método de medición con cronómetro de regresión a cero, lo que significa que después de cada actividad de mantenimiento realizada por el técnico, se reinicia el cronómetro para una nueva medición.

4.5. Posición del observador

El observador se colocó a una distancia prudencial que no interrumpa las actividades realizadas por el técnico, para registrar la medición de tiempos y observar las operaciones efectuadas, como se evidencia en el Anexo 13.

4.6. Ciclos de observación

De acuerdo a la medición de tiempo que se realizó en la visita de campo, para cada intervalo de mantenimiento, se debe realizar 3 ciclos de observación al superar el tiempo de 40 minutos de duración.

4.7. Compilar y definir

Obtenida la información mediante la visita de campo, y agrupando los parámetros de acuerdo a las necesidades, se calcula el tiempo estándar de las tareas de mantenimiento para el vehículo eléctrico BYD; utilizando como pilar fundamental la calificación de los operarios, suplementos y tiempos de observación.

4.7.1. Calificación

La forma de realizar las tareas de mantenimiento por parte del técnico es fundamental para determinar qué valor de calificación se otorga para el estudio; en la visita de campo los técnicos encargados realizaron las tareas de una manera que demostraban seguridad en sus acciones, al igual que concentración, por lo que se seleccionó un valor de calificación de 100 para realizar el estudio.

4.7.2. Tiempos de observación

Las mediciones de tiempo de observación (TO) en la visita de campo se realizaron con el cronómetro mediante el método de regresión a cero, se determinó el tiempo de las tareas de mantenimiento realizadas en los distintos intervalos por kilometraje, en los dos talleres, se observa en la tabla 24 la medición de tiempos observados.

Tabla 32.*Tiempos de observación evidenciados*

Tarea	Tiempo de Observación (TO)		
	5000 km	5000 km	15000 km
Cambio de aceite de los reductores	121,28	158,2124	-
Cambio del filtro de entrada de aire del compresor	-	-	32,5
Rotación de los neumáticos	-	-	200,2
Cambio de pastillas de freno	164	-	-
Inspección general-limpieza de compartimientos	20	28,5	18
Actualización de software para ECM	10	-	10

Se aprecia las distintas mediciones de tiempo en decimas de minuto realizadas en la visita de campo de acuerdo al intervalo de mantenimiento por kilometraje.

4.7.3. Tiempos normales

Para calcular el tiempo normal (TN) se utiliza la ecuación 2 que está en función del tiempo de observación y la calificación asignada para el estudio, los cálculos de los tiempos normales se observan en el Anexo 29; en la tabla 25 se presenta el resumen de los tiempos normales calculados.

Tabla 33.*Tiempo normal calculado*

Tarea	Tiempo de Normal TN (min.)		
	5000 km	5000 km	15000 km
Cambio de aceite de los reductores	121,28	158,2124	-
Cambio del filtro de entrada de aire del compresor	-	-	32,5
Rotación de los neumáticos	-	-	200,2
Cambio de pastillas de freno	164	-	-
Inspección general-limpieza de compartimientos	20	28,5	18
Actualización de software para ECM	10	-	10

4.7.4. Suplementos

Se utilizó los suplementos considerando, descanso, por imprevistos, por inicio y fin de la jornada.

Dentro del suplemento de descanso se considera necesidades personales, fatiga y estar de pie con una ponderación de 5%, 4%, 2%, respectivamente.

Dentro del suplemento por imprevistos se considera una ponderación de 2%.

Dentro de los suplementos por inicio y fin de jornada donde se pondera con 3%.

Para el estudio se consideró todos los suplementos generales, por lo que se utilizó 16% para el cálculo del tiempo estándar.

4.8. Determinación de tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar de las tareas de mantenimiento, se utilizó la ecuación 2 que está en función del tiempo normal calculado y los suplementos seleccionados, los cálculos se observan en el Anexo 30.

Para el registro de tiempos estándar se utilizó la tabla 24 que muestra un resumen, que contempla todos los elementos para el cálculo del mismo, ver Anexo 20, continuación se indica el resumen del primer intervalo del mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico K11A

correspondiente a los 5000 Km de recorrido. Contiene los datos de la empresa, observadores, la fecha de la observación, la tarea de mantenimiento realizada y los cálculos que se detallan a continuación:

- Para la calificación se tomó el valor de 100 de acuerdo a la tabla 7
- Para el tiempo de observación se utilizó la tabla 24
- El tiempo normal es calculado usando la ecuación 3
- El tiempo observado total es la suma de todos los tiempos observados de acuerdo a la tarea de mantenimiento
- El tiempo normal total es la suma de todos los tiempos normales de acuerdo a la tarea de mantenimiento
- El número de observaciones son las visitas de campo realizadas en este caso es 1.
- El tiempo normal promedio es el tiempo normal total dividido para el número de observaciones
- Para el cálculo de porcentaje de suplementos se divide el total de suplementos para 100.
- El tiempo estándar es calculado usando la ecuación 1.

Tabla 34.

Tabla de resumen de tiempo estándar (5000 Km)

Elemento, número y descripción		Nombre de la empresa:										Aliado estratégico de BYD para el mantenimiento										
		Dirección de la empresa:										Quito										
		Estudio núm.: 1-3					Fecha:					22/4/2019										
		Operación: Mantenimiento 5000 Km					Operario:					Luis Balarezo										
		Observador(es):					Jefferson Mena & Gabriel Jarrín					Página: 1-3										
Elemento, número y descripción		1			2			3			4			5			6			7		
		Aceite de reductores			Sustitución de pastillas de freno			Inspección general-limpieza compartimientos			Actualización software ECM											
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	
	1		100	121	121	100		164	164	100		20	20	100		10	10					
	2																					
	TO total			121,28				164				20				10						
	Calificación			100				100				100				100						
	TN total			121,28				164				20				10						
	Núm. De observ.			1				1				1				1						
	TN promedio			121,28				164				20				10						
	% de suplemento			0,16				0,16				0,16				0,16						
	Tiempo est. Elem.			140,6848				190,24				23,2				11,6						
	Núm. Ocurrencias			1				1				1				1						
	Tiempo estándar (min)			140,6848				190,24				23,2				11,6						
	Tiempo estándar (hrs)			2,34				3,17				0,39				0,19						
Tiempo estándar total (suma de tiempo estándar de todos los elementos) en min.																						365,7248
Tiempo estándar total (suma de tiempo estándar de todos los elementos) en hrs.																						6:05
Elementos extraños										Verificación de tiempos										Resumen de suplementos		
	TC1	TC2	TO	Descripción			Tiempo terminación			17:22:00			Necesidades personales			5%						
A							Tiempo inicio			9:46:00			Fatiga básica			4%						
B							Tiempo transcurrido			6:36:00			Estar de pie			2%						
C							Tiempo de almuerzo			1:00:00			Imprevistos			2%						
D							TTAS			0:16:00			Inicio y fin de jornada			3%						
E							TTDS			0:22:00			% de suplemento total			16%						
F							Tiempo total			0:38:00			Observaciones: Se realizó la sustitución de pastillas de freno a los 5000 Km para realización de pruebas de desgaste.									
G							Tiempo efectivo			5:58:00												
H							Tiempo inefectivo			0												
verificación de calificación							Tiempo total registrado			6:36:00												
Tiempo sintético							%			Tiempo no contado			0									
Tiempo observado							% de error de registro			0												
Nota del R.T.																						
TTAS tiempo transcurrido antes del estudio																						
TTDS tiempo transcurrido después del estudio																						

4.8.1. Resumen de tiempos estándar

Una vez obtenidos los tiempos estándar de las tareas de mantenimiento evidenciadas por medio del uso de recursos de método de medición, se detalla la tabla siguiente que contempla una configuración de los tiempos estándar obtenidos.

Tabla 35.

Tiempo estándar calculado

Tarea	Tiempo de Estándar TE (min.)		
	5000 Km	5000 Km	15000 Km
Cambio de aceite de los reductores	140,68	183,52	-
Cambio del filtro de entrada de aire del compresor	-	-	37,7
Rotación de los neumáticos	-	-	232,232
Cambio de pastillas de freno	190,24	-	-
Inspección general-limpieza de compartimientos	23,2	33,06	20,88
Actualización de software para ECM	11,6	-	11,6

4.8.2. Determinación de tiempos estándar proyectados por kilometraje

El bus eléctrico BYD se encuentra en un kilometraje menor al periodo de mantenimiento de los 30000Km, por lo que aún no se evidencia todas las tareas de mantenimiento respectivas a los intervalos por kilometraje, de tal manera que se solicitó la proyección de tiempos a la empresa BYD E-Motors, ver Anexo 18.

La empresa mencionó que la proyección realizada, muestra tiempos excesivos para el mantenimiento, por ser nuevos en el mercado automotriz; en efecto el grupo de investigación buscó asesoría para acercar los tiempos proyectados por la empresa más a la realidad.

4.8.3. Mantenimiento preventivo proyectado 30000Km

Se presenta el tiempo estándar proyectado lo más acorde a la realidad para las tareas de mantenimiento preventivo del bus eléctrico K11A a los 30000 Km de recorrido ver tabla 28. Con una totalidad de 686.63 minutos con su equivalente en 11,44 horas.

Tabla 36.

Tiempo estándar proyectado (30000 Km)

Actividad de mantenimiento	TE (min)	TE (Hrs)
Cambio de aceite de reductores	158,2124	2,63
Cambio filtro del electromotor	30	0,5
Cambio de aceite del electromotor	30	0,5
Filtro de entrada de aire del compresor	37,7	0,63
Lubricación, Engrasado, pivote, rotulas, cubo y rodamiento	45	0,75
Lubricación de Puerta para pasajeros de vaivén interior (corrediza)	180	3,0
Mantenimiento A/C	180	3,0
Inspección general, limpieza compartimientos	25,71	0,43
Total	686,63	11,44

4.8.4. Mantenimiento preventivo proyectado 60000Km

Se presenta el tiempo estándar proyectado lo más acorde a la realidad para las tareas de mantenimiento preventivo del bus eléctrico K11A a los 60000 Km de recorrido ver tabla 29. Con una totalidad de 740.76 minutos con su equivalente en 12,14 horas.

Tabla 37.

Tiempo estándar proyectado (60000 Km)

Actividad de mantenimiento	TE (min)	TE (Hrs)
Cambio de aceite de reductores	158,2124	2,63
Secador de aire de frenos	90	1,5
Filtro de entrada de aire del compresor	37,7	0,63
Revisión sistema de limpiaparabrisas	12	0,20
Lubricación, Engrasado, pivote, rotulas, cubo y rodamiento	45	0,75
Lubricación de Puerta para pasajeros de vaivén interior (corrediza)	180	3,0
Mantenimiento A/C	180	3,0
Inspección general limpieza compartimientos	25,71	0,43
Total	740,76	12,14

4.8.5. Mantenimiento preventivo proyectado 90000Km

Se presenta el tiempo estándar proyectado lo más acorde a la realidad para las tareas de mantenimiento preventivo del bus eléctrico K11A a los 90000 Km de recorrido ver tabla 30. Con una totalidad de 637.07 minutos con su equivalente en 10,44 horas.

Tabla 38.

Tiempo estándar proyectado (90000 Km)

Actividad de mantenimiento	TE (min)	TE (Hrs)
Cambio de aceite de reductores	158,2124	2,63
Filtro de entrada de aire del compresor	37,7	0,63
Lubricación, Engrasado, pivote, rotulas, cubo y rodamiento	45	0,75
Lubricación de Puerta para pasajeros de vaivén interior (corrediza)	180	3,00
Mantenimiento A/C	180	3,00
Inspección general, limpieza compartimientos	25,71	0,43
Total	637,07	10,44

4.8.6. Mantenimiento preventivo proyectado 120000Km

Se presenta el tiempo estándar proyectado lo más acorde a la realidad para las tareas de mantenimiento preventivo del bus eléctrico K11A a los 30000 Km de recorrido ver tabla 31. Con una totalidad de 893.27 minutos con su equivalente en 14.64 horas.

Tabla 39.

Tiempo estándar proyectado (120000 Km)

Actividad de mantenimiento	TE (min)	TE (Hrs)
Cambio de aceite de reductores	158,2124	2,63
Secador de aire de frenos	90	1,5
Filtro de entrada de aire del compresor	37,7	0,63
Cambio de aceite de dirección hidráulica	60	1,0
Cambio de líquido de refrigerante	60	1,0
Cambiar Batería LV	30	0,5
Revisión sistema de limpiaparabrisas	12	0,2
Lubricación, Engrasado, pivote, rotulas, cubo y rodamiento	45	0,75
Lubricación de Puerta para pasajeros de vaivén interior (corrediza)	180	3:00
Mantenimiento A/C	180	6:00
Inspección general, limpieza compartimientos	25,71	0,43
Total	893,27	14,64

4.9. Análisis de resultados de tiempo estándar de tareas más frecuentes

Dentro de las visitas de campo, se realizaron dos ejecuciones y observaciones en las tareas de mantenimiento de: aceite de los reductores, inspección general – limpieza de compartimientos y actualización de software.

Para cada tarea se realizó dos mediciones de tiempo observado (TO), registrando en la tabla de resumen, para poder calcular el tiempo normal y posterior a eso el tiempo estándar que debe cumplir un operario para ejecutar dicha actividad.

Tabla 40.

Tiempo estándar tareas frecuentes

Tarea de mantenimiento	TO total (min.)	TN total (min.)	TE (min.)
Reemplazo aceite de los reductores	272,78	272,78	158,21
Inspección General – Limpieza de compartimientos	66,5	66,5	25,71
Actualización de software	20	20	10

4.10. Comparación BYD K11A eléctrico vs. Mercedes O500MA

Para realizar una comparación de los vehículos en estudio, se basa en función de los intervalos de kilometraje de mantenimiento con un promedio de recorrido similar en ambos casos, para esta comparación el punto de análisis va a ser el costo de los buses, el tiempo estándar, costo de repuestos e insumos, costo de tiempo de ejecución de trabajo, costo total del mantenimiento preventivo, costo de consumo de energía eléctrica. Se presentan los resultados y graficas en barras a continuación.

4.10.1. Costo de adquisición

El costo del bus eléctrico es de 550.000,00 USD en comparación con su similar de MCI que en el mercado nacional tiene un costo de 322.900,00 USD. A pesar de su costo elevado, existen beneficios como el 0% de IVA y aranceles para vehículos eléctricos; en Guayaquil existe una flota de buses que cuentan con un beneficio municipal el que les permite cobrar una tarifa diferenciada de 0.35 ctvs.

Los beneficios que existen buscan promover la compra de vehículos con este tipo de energía de propulsión, que es amigable con el ambiente.

Tabla 41.

Valor de los buses

Tipo	Costo
Eléctrico	\$550.000,00
MCI	\$322.900,00

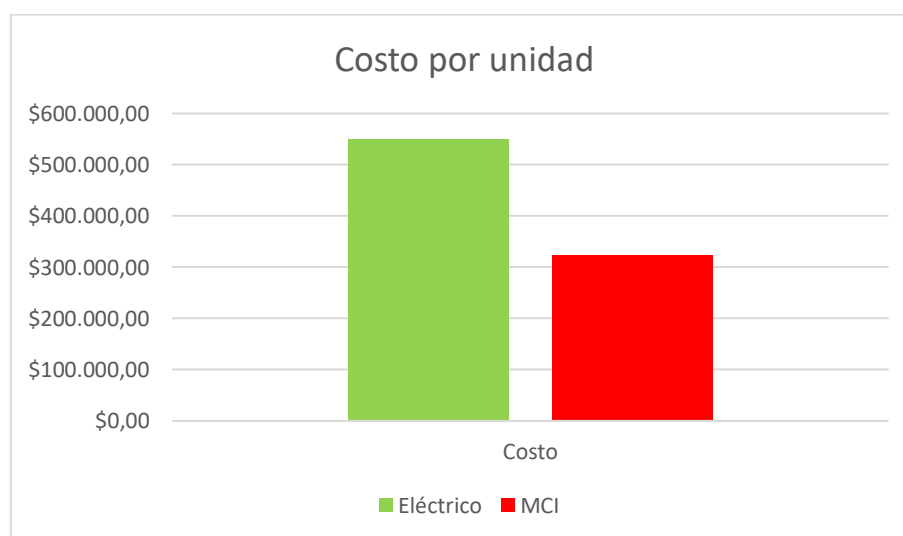


Figura 27. Comparativa de costo de adquisición

En el presente análisis se puede identificar que el 100% equivale al costo del vehículo

eléctrico, aplicando regla de tres obtenemos que el vehículo de MCI equivale al 58.71%, dando como resultado 227.100,00 USD. Equivalente al 41.29% siendo el eléctrico más costoso que el de MCI.

4.10.2. Tiempo estándar por kilometraje o intervalo de tiempo

De acuerdo al intervalo de kilometraje recorrido fijado por las empresas de manufactura para las tareas de mantenimiento, se ha determinado el tiempo estándar de los mantenimientos preventivos para los vehículos en estudio.

Tabla 42.

Tiempo estándar por kilometraje eléctrico vs. MCI

Km	Eléctrico (horas)	MCI (horas)
5000	3,06	0,92
10000	0	3,67
15000	4,93	0,92
20000	0	4,00
25000	0	0,92
30000	11,01	4,25
35000	0	0,92
40000	0	5,58
45000	0	0,92
50000	0	11,03
55000	0	0,92
60000	12,14	4,25
65000	0	0,92
70000	0	4,00
75000	0	0,92
80000	0	5,75
85000	0	0,92
90000	10,44	4,25
95000	0	0,92
100000	0	11,03
105000	0	0,92
110000	0	3,67
115000	0	0,92
120000	14,64	4,00

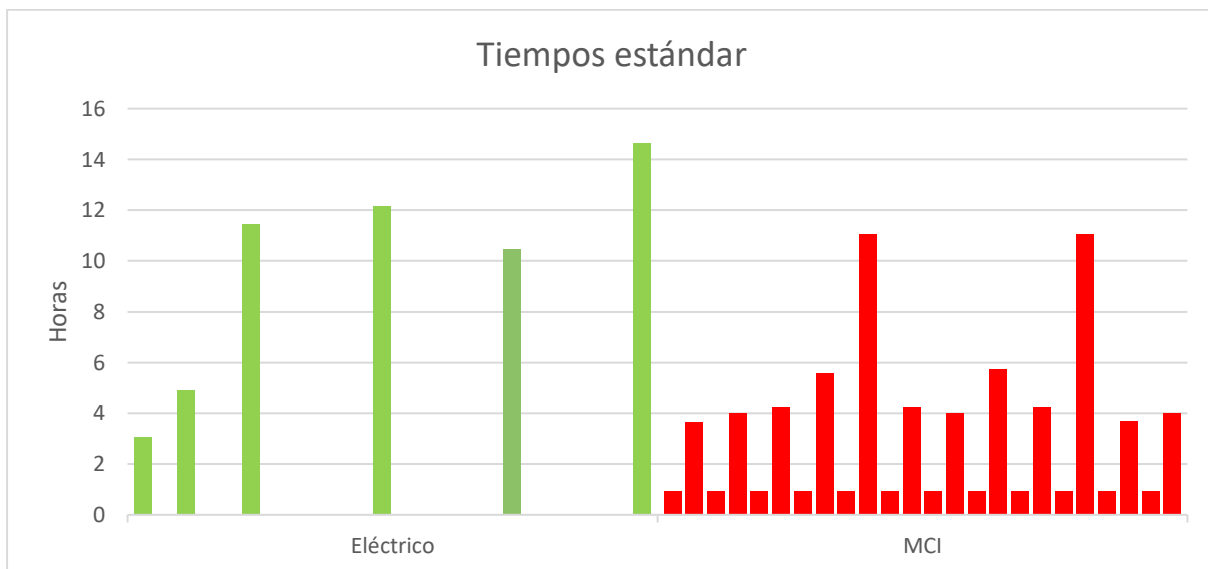


Figura 28. Tiempo estándar vehículos en estudio

En la gráfica se presentan para el vehículo eléctrico 6 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km evidenciado de color verde; para el vehículo con MCI evidenciado de color rojo se presentan 24 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km; donde se presenta el tiempo empleado para las tareas dentro del mantenimiento preventivo.

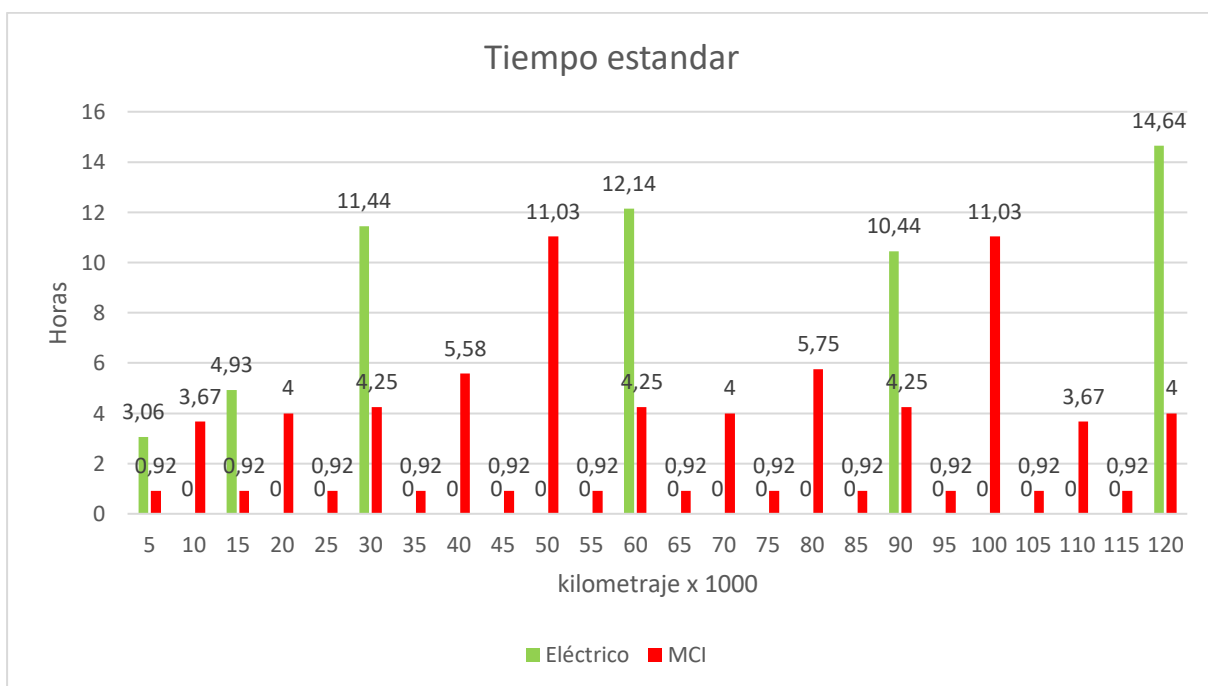


Figura 29. Tiempo estándar vehículos en estudio comparación

Existen 6 mantenimientos preventivos comunes detallados de la siguiente manera a los 5000 Km existe una diferencia de 2.14 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico requiere en su mantenimiento el 69.93% más que el MCI. A los 15000 Km existe una diferencia de 4.01 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 81.34% más que el MCI.

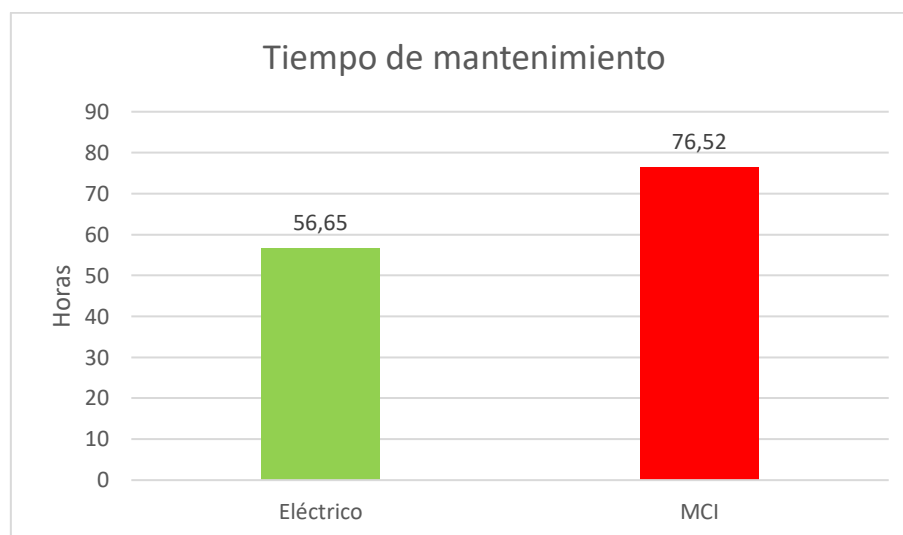
A los 30000 Km existe una diferencia de 7.19 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 62.85% más que el MCI. A los 60000 Km existe una diferencia de 7.89 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 65% más que el MCI. A los 90000 Km existe una diferencia de 6.19 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 59.29% más que el MCI. A los 120000 Km existe una diferencia de 10,64 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 72.68% más que el MCI.

El tiempo de menor mantenimiento preventivo para el vehículo de MCI es 0.92 h mientras tanto el tiempo de menor mantenimiento para el vehículo eléctrico es 3.06 h la diferencia de tiempos es de 2.14 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 69.93% más que el vehículo de MCI.

El tiempo de mayor mantenimiento preventivo para el vehículo de MCI es 11.03 h mientras tanto el tiempo de mayor mantenimiento para el vehículo eléctrico es 14.64 h la diferencia de tiempos es de 3.58 h lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 24.45% más que el vehículo de MCI.

Tabla 43.*Tiempo estándar total eléctrico vs. MCI*

Tipo	Horas
Eléctrico	56,55
MCI	76,52

**Figura 30.** Comparativa total de tiempo estándar - Eléctrico vs. MCI

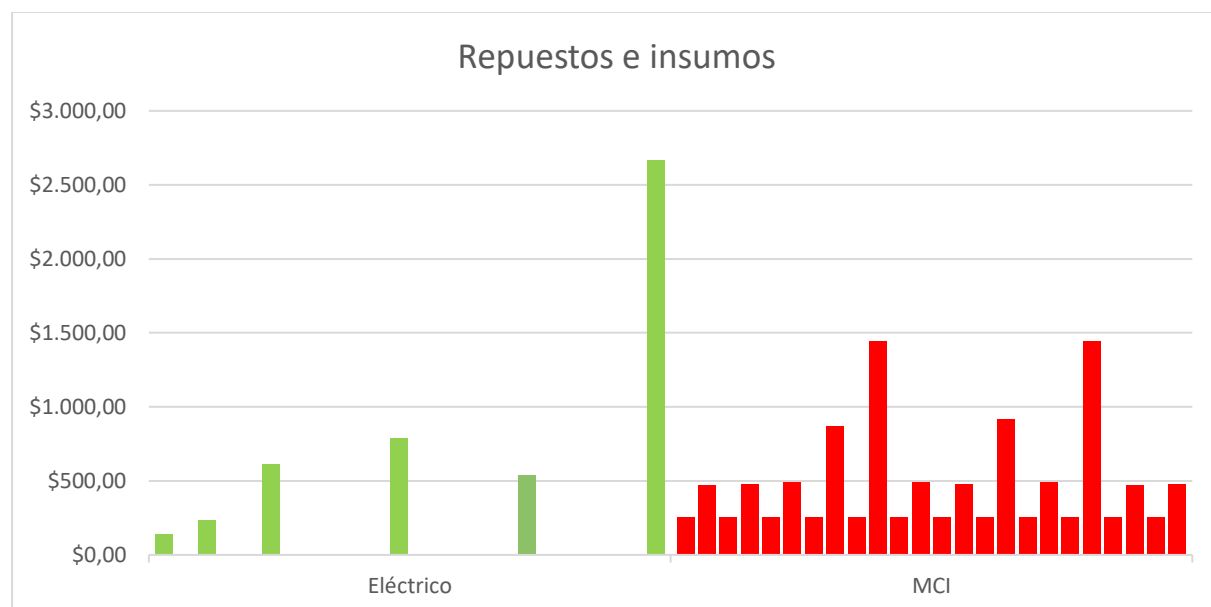
En la figura 18, se observa la suma de los tiempos de los intervalos de mantenimiento hasta los 120000 Km, del vehículo eléctrico y con MCI, donde la diferencia es de 19.97 horas que equivale el 24.98% presentando beneficios para el bus eléctrico considerando que debe permanecer en un taller menos tiempo que su similar.

4.10.3. Costos de repuestos e insumos

De acuerdo al intervalo de kilometraje recorrido fijado por las empresas de manufactura para las tareas de mantenimiento, se ha determinado el costo de repuestos e insumos que se necesitará para un mantenimiento normal, sin eventualidades que presenten un incremento de los mismos.

Tabla 44.*Costo de repuestos e insumos eléctrico vs. MCI*

Km	Eléctrico	MCI
5000	\$32,40	\$221,78
10000	\$0,00	\$338,09
15000	\$60,80	\$221,78
20000	\$0,00	\$338,09
25000	\$0,00	\$221,78
30000	\$171,25	\$338,09
35000	\$0,00	\$221,78
40000	\$0,00	\$671,39
45000	\$0,00	\$221,78
50000	\$0,00	\$1.032,32
55000	\$0,00	\$221,78
60000	\$363,25	\$338,09
65000	\$0,00	\$221,78
70000	\$0,00	\$338,09
75000	\$0,00	\$221,78
80000	\$0,00	\$712,64
85000	\$0,00	\$221,78
90000	\$171,25	\$338,09
95000	\$0,00	\$221,78
100000	\$0,00	\$1.032,32
105000	\$0,00	\$221,78
110000	\$0,00	\$338,09
115000	\$0,00	\$221,78
120000	\$2.155,00	\$338,09

**Figura 31.** Gráfica de costo de repuestos e insumos

En la gráfica se presentan para el vehículo eléctrico 6 mantenimientos en un periodo de 0 a

120000 Km evidenciado de color verde; para el vehículo con MCI evidenciado de color rojo se presentan 24 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km; donde se presenta el costo de repuestos e insumos para los distintos intervalos.

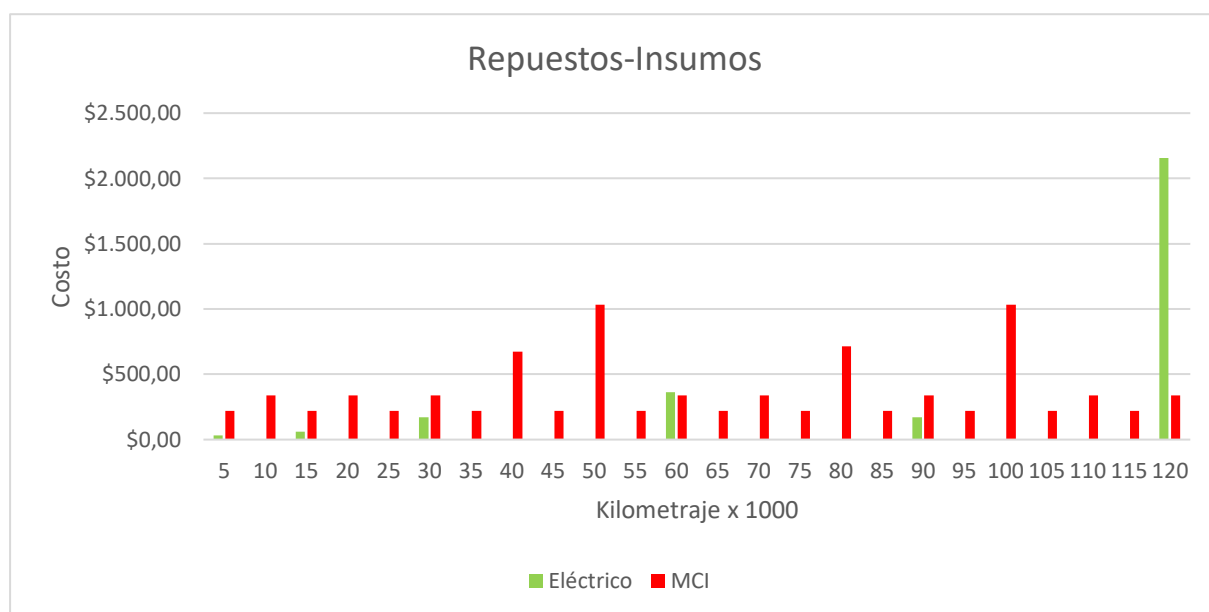


Figura 32. Comparativa de costo de repuestos e insumos

De acuerdo a los intervalos de mantenimiento, existen 6 mantenimientos preventivos comunes detallados de la siguiente manera a los 5000 Km existe una diferencia de \$189.38 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 85.39 % más económico que el MCI. A los 15000 Km existe una diferencia de \$160.98 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 72.59 % más económico que el MCI. A los 30000 Km existe una diferencia de \$166.84 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 49.35% más económico que el MCI. A los 60000 Km existe una diferencia de \$ 25.16 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 6.93% más costoso que el MCI. A los 90000 Km existe una diferencia de \$166.84 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 49.35 % más económico que el MCI. A los 120000

Km existe una diferencia de \$1816.91 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 84.31 % más costoso que el MCI.

El costo de menor mantenimiento preventivo para el vehículo de MCI es \$221.78 mientras tanto el costo de menor mantenimiento para el vehículo eléctrico es \$32.40 la diferencia de costos es de \$189.38 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico es más económico en su mantenimiento con el 85.39% menos que el vehículo de MCI.

El costo de mayor mantenimiento preventivo para el vehículo de MCI es \$1.053,32 mientras tanto el costo de mayor mantenimiento para el vehículo eléctrico es \$2.155,00 la diferencia de costos es de \$1.101,68 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico es más costoso en su mantenimiento con el 51.12% más que el vehículo de MCI.

Para un periodo de 120000 Km, se observa el costo de repuestos e insumos sumando el costo que interviene en cada mantenimiento, indicado en la tabla siguiente.

Tabla 45.

Costo de repuestos e insumos eléctrico vs. MCI

Tipo	Costo
Eléctrico	\$2.953,75
MCI	\$8.814,75

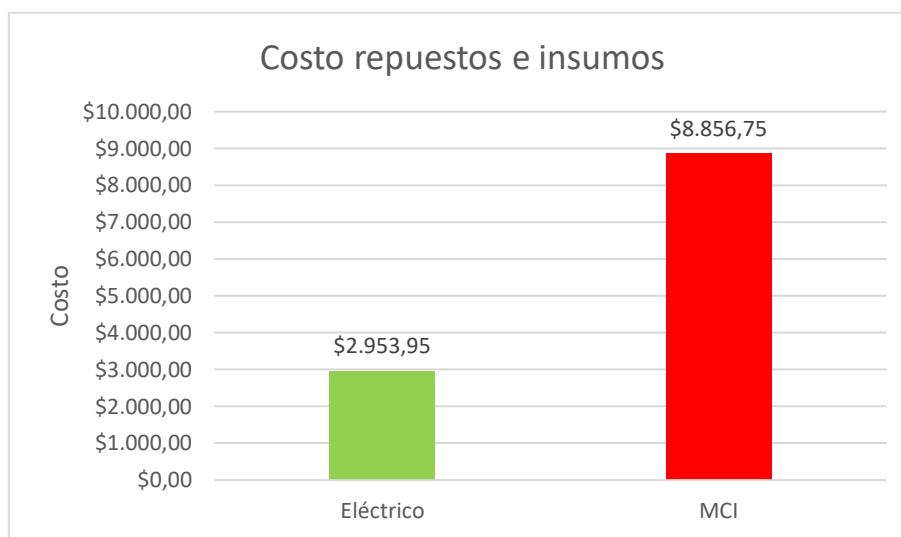


Figura 33. Comparativa de costo total de repuestos e insumos

En la figura 20, se observa que el costo de repuestos e insumos, sumando cada intervalo de mantenimiento hasta 120000 Km, del eléctrico es muy inferior en comparación con el de MCI, indicando una diferencia de 5.861,00 USD; esto indica un claro beneficio traducido en ahorro para el vehículo eléctrico, con el 66.49% más económico.

4.10.4. Costo de mano de obra

De acuerdo al intervalo de kilometraje recorrido fijado por las empresas de manufactura para las tareas de mantenimiento, se ha determinado el costo de tiempo de ejecución, presentado en la tabla a continuación.

Tabla 46.

Costo de mano de obra eléctrico vs. MCI

Km	Eléctrico	MCI
5	\$107,10	\$32,08
10	\$0,00	\$128,33
15	\$172,55	\$32,08
20	\$0,00	\$140,00
25	\$0,00	\$32,08

CONTINÚA →

Km	Eléctrico	MCI
30	\$440,40	\$148,75
35	\$0,00	\$32,08
40	\$0,00	\$195,42
45	\$0,00	\$32,08
50	\$0,00	\$386,17
55	\$0,00	\$32,08
60	\$424,90	\$148,75
65	\$0,00	\$32,08
70	\$0,00	\$140,00
75	\$0,00	\$32,08
80	\$0,00	\$201,25
85	\$0,00	\$32,08
90	\$365,40	\$148,75
95	\$0,00	\$32,08
100	\$0,00	\$386,17
105	\$0,00	\$32,08
110	\$0,00	\$128,33
115	\$0,00	\$32,08
120	\$512,40	\$140,00

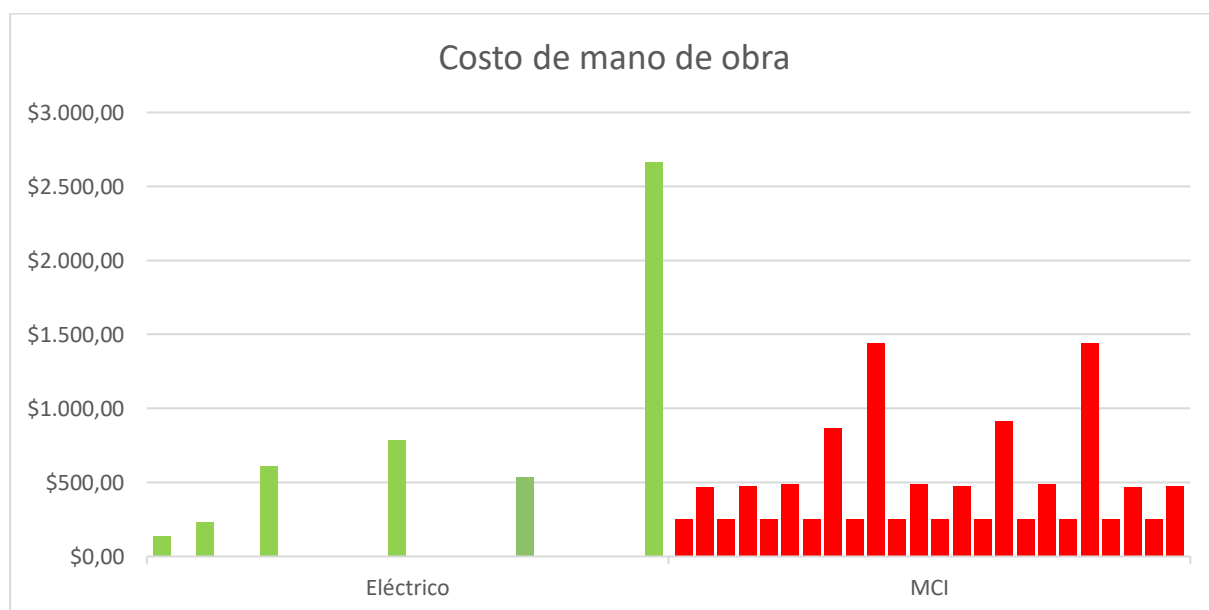


Figura 34. Comparación de costo de tiempo de ejecución

En la gráfica se presentan para el vehículo eléctrico 6 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km evidenciado de color verde; para el vehículo con MCI evidenciado de color rojo se presentan 24 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km; donde se presenta el costo de tiempo de ejecución.

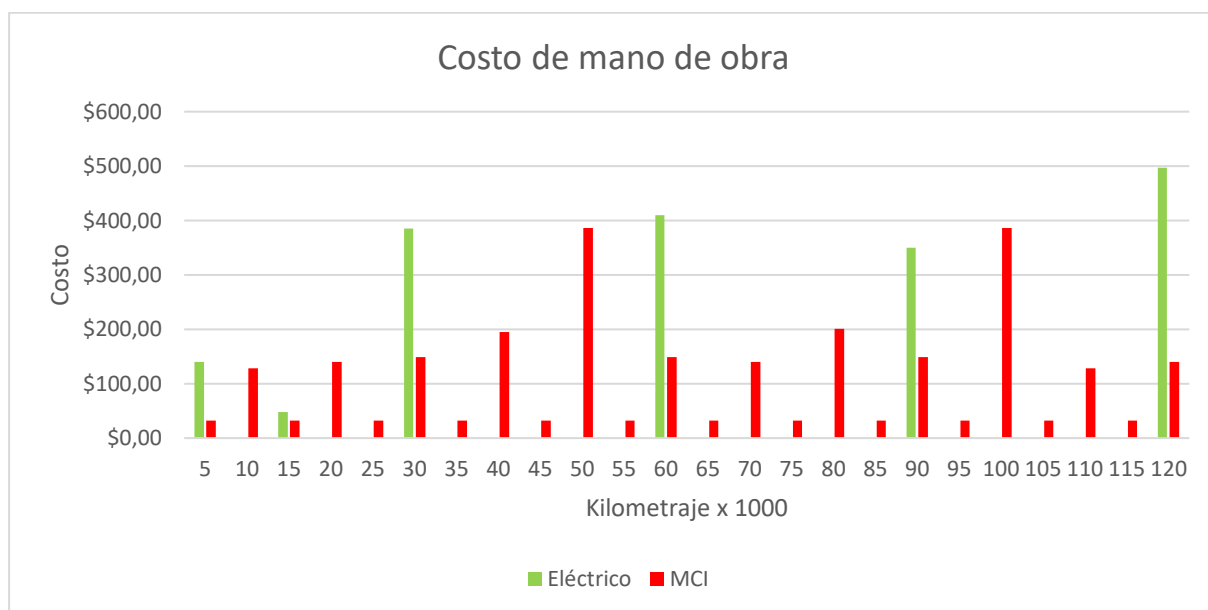


Figura 35. Comparación de costo de tiempo de ejecución

En la gráfica se presentan distintos puntos de análisis:

Existen 6 mantenimientos preventivos comunes detallados de la siguiente manera a los 5000 Km existe una diferencia de \$75.02 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 70.04 % más costoso que el MCI. A los 15000 Km existe una diferencia de \$140.47 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 81.41% más costoso que el MCI. A los 30000 Km existe una diferencia de \$291.65 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 66.22% más costoso que el MCI.

A los 60000 Km existe una diferencia de \$ 276.15 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 65% más costoso que el MCI. A los 90000 Km existe una diferencia de \$216.65 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 59.29 % más costoso que el MCI. A los 120000 Km existe una diferencia de \$372.40 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 72.68 % más costoso que el

MCI.

El costo de menor mantenimiento preventivo para el vehículo de MCI es \$32.08 mientras tanto el costo de menor mantenimiento para el vehículo eléctrico es \$107.10 la diferencia de costos es de \$75.02 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico es más costoso en su mantenimiento con el 70.04% más que el vehículo de MCI.

El costo de mayor mantenimiento preventivo para el vehículo de MCI es \$386.17 mientras tanto el costo de mayor mantenimiento para el vehículo eléctrico es \$512.40 la diferencia de costos es de \$126.23 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico es más costoso en su mantenimiento con el 24.64% más que el vehículo de MCI. A los 60000 Km existe una diferencia de \$ 276.15 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico en su mantenimiento es el 65% más costoso que el MCI.

Tabla 47.

Costo total de tiempo de ejecución de trabajo eléctrico vs. MCI

Tipo	Costo
Eléctrico	\$2.022,75
MCI	\$2.676,88

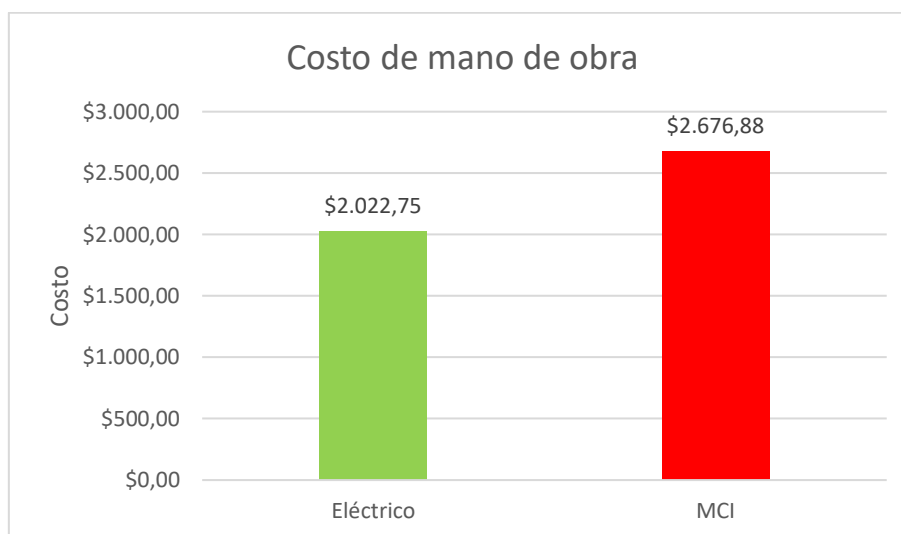


Figura 36. Comparación de costo total de mano de obra

En la figura 22, se observa el costo mano de obra para el vehículo eléctrico que tiene un valor de 2.022,75 USD en comparación con el de MCI que presenta un valor de 2.676,88 USD, donde la diferencia de costo es de 654,13 USD en una proyección a los 120000 Km. Siendo 24.44% más costoso el vehículo de MCI.

4.10.5. Costo total del mantenimiento preventivo

De acuerdo al intervalo de kilometraje recorrido fijado por las empresas de manufactura para las tareas de mantenimiento, se ha determinado el costo total para los distintos intervalos dentro del mantenimiento preventivo.

Tabla 48.

Costo total por intervalo de kilometraje eléctrico vs. MCI

KM	BYD	MERCEDES
5	\$139,50	\$253,86
10	\$0,00	\$466,42
15	\$233,35	\$253,86
20	\$0,00	\$478,09
25	\$0,00	\$253,86

CONTINÚA →

KM	BYD	MERCEDES
30	\$611,65	\$486,84
35	\$0,00	\$253,86
40	\$0,00	\$866,81
45	\$0,00	\$253,86
50	\$0,00	\$1.439,49
55	\$0,00	\$253,86
60	\$788,15	\$486,84
65	\$0,00	\$253,86
70	\$0,00	\$478,09
75	\$0,00	\$253,86
80	\$0,00	\$913,89
85	\$0,00	\$253,86
90	\$536,65	\$486,84
95	\$0,00	\$253,86
100	\$0,00	\$1.439,49
105	\$0,00	\$253,86
110	\$0,00	\$466,42
115	\$0,00	\$253,86
120	\$2.667,40	\$478,09

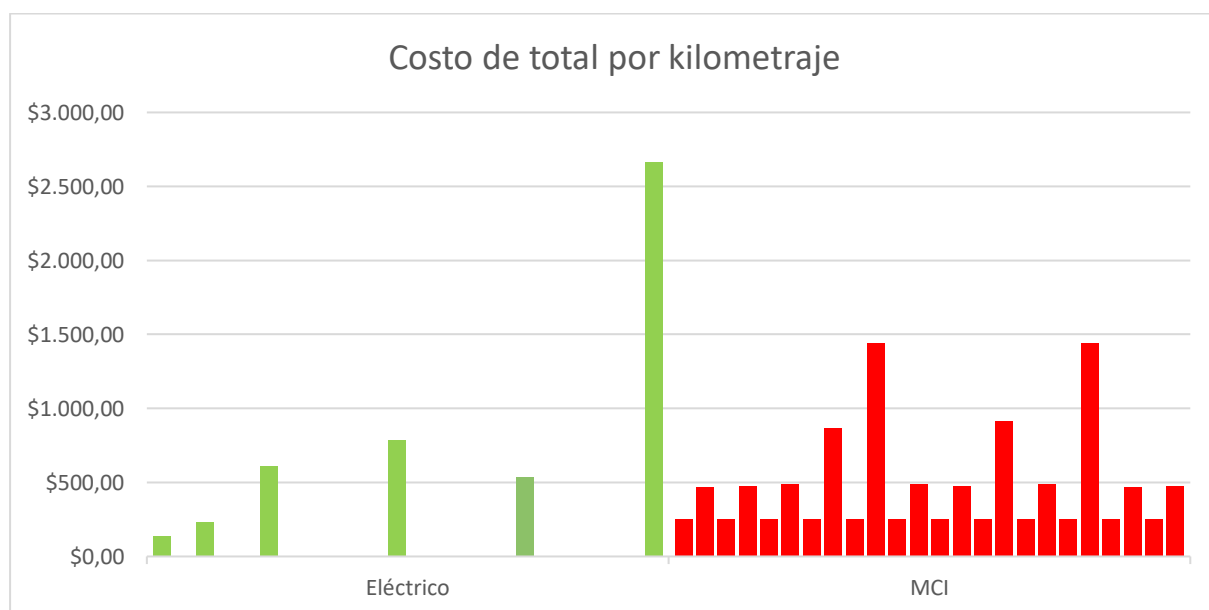


Figura 37. Comparación costo total por intervalo de kilometraje

En la gráfica se presentan para el vehículo eléctrico 6 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km evidenciado de color verde; para el vehículo con MCI evidenciado de color rojo se presentan 24 mantenimientos en un periodo de 0 a 120000 Km; donde se presenta el costo total por intervalo de mantenimiento preventivo.

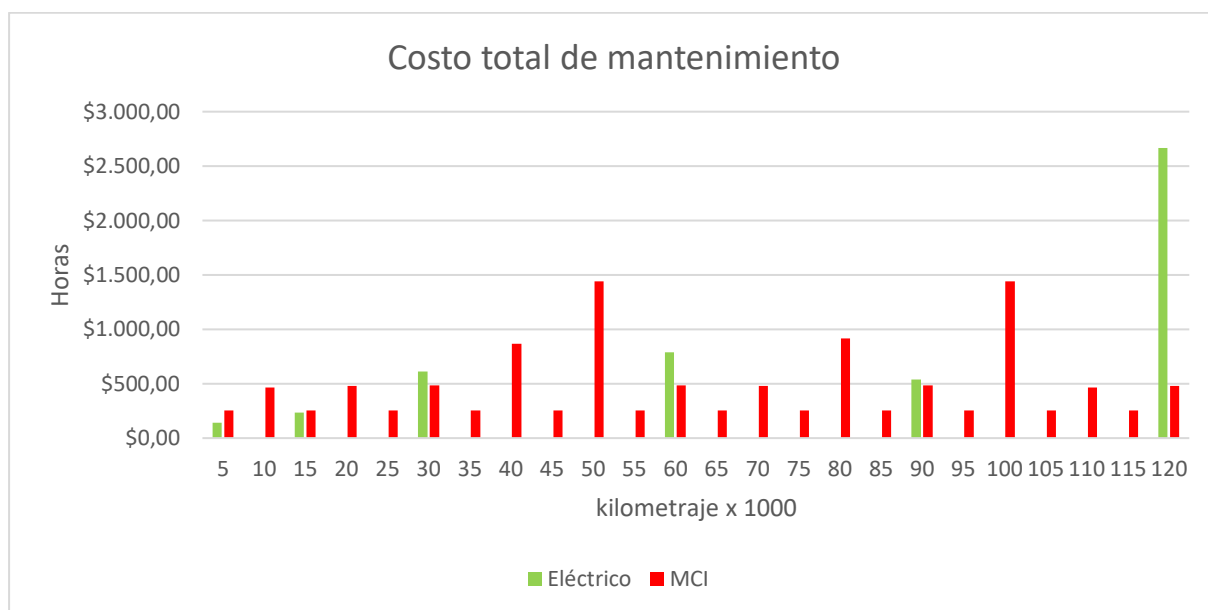


Figura 38. Comparación costo total por intervalo de kilometraje

Existen 6 mantenimientos preventivos comunes detallados de la siguiente manera a los 5000 Km existe una diferencia de \$114.36 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico requiere en su mantenimiento el 54.95% menos que el de MCI. A los 15000 Km existe una diferencia de \$20.52 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tiene un costo de mantenimiento del 8.08% menor que el de MCI.

A los 30000 Km existe una diferencia de \$124.81 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tiene un costo de mantenimiento del 40.41% más que el MCI. A los 60000 Km existe una diferencia de \$301,31 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tarda en su mantenimiento el 38.23% más que el de MCI. A los 90000 Km existe una diferencia de \$49.81 lo que quiere decir que el vehículo eléctrico tiene mayor costo de mantenimiento en un 9.28% más que el MCI. A los 120000 Km existe una diferencia de \$2189.31 que quiere decir que el vehículo eléctrico tiene un costo de mantenimiento mayor en un 82.07%.

Tabla 49.

Costo total de mantenimiento en 120000 Km eléctrico vs. MCI

Tipo	Costo
Eléctrico	\$4.976,70
MCI	\$11.533,63

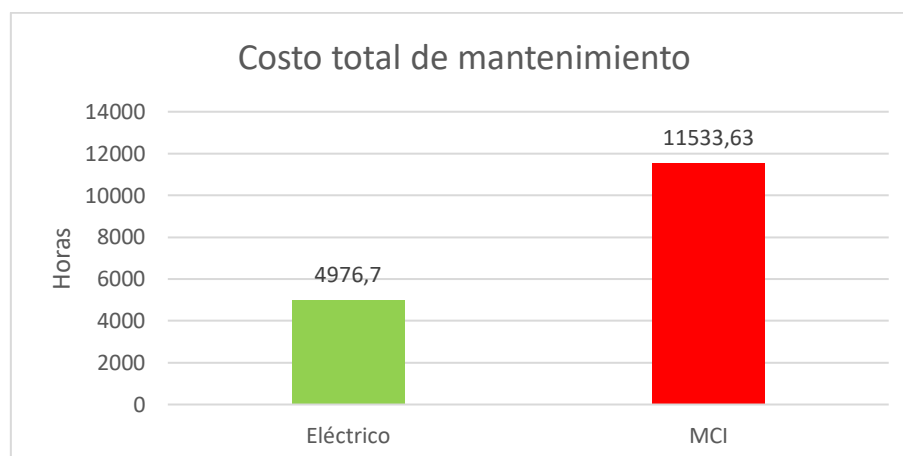


Figura 39. Comparación costo total de mantenimiento en 120000 Km

En la figura 24, se observa que el costo total de mantenimiento para el vehículo eléctrico en contraste con su similar de MCI tiene una diferencia de 6.556,98 USD, lo que corresponde al 56.85%, indicando un beneficio traducido en ahorro de acuerdo costos de mantenimiento por kilometraje.

4.10.6. Consumo de energía

Para determinar el consumo, traducido en costo, por periodo de kilometraje de 5000, y mensualmente se utilizó el valor de 0,08 kWh/USD correspondiente a la tarifa de 22h00 a 06h00, la recarga de la batería se realiza diariamente una sola vez, dentro del intervalo de horas ya mencionado y se considera capacidad energética de la batería de 400 kWh.

Para determinar el costo de carga para la batería, se tiene en cuenta que no se descarga

totalmente al final del recorrido diario de 240 Km, si no que mantiene 23% de carga; considerando estos parámetros se realizó la siguiente tabla que presenta los costos de consumo según intervalo de kilometraje.

Tabla 50.

Costo de consumo por kilometraje y tiempo eléctrico vs. MCI

Costo de consumo según intervalo de kilometraje			
meses	Km (x1000)	Eléctrico	MCI
1	5	\$513,33	\$2.200,00
2	10	\$1.026,67	\$4.400,00
3	15	\$1.540,00	\$6.600,00
4	20	\$2.053,33	\$8.800,00
5	25	\$2.566,67	\$11.000,00
6	30	\$3.080,00	\$13.200,00
7	35	\$3.593,33	\$15.400,00
8	40	\$4.106,67	\$17.600,00
9	45	\$4.620,00	\$19.800,00
10	50	\$5.133,33	\$22.000,00
11	55	\$5.646,67	\$24.200,00
12	60	\$6.160,00	\$26.400,00
13	65	\$6.673,33	\$28.600,00
14	70	\$7.186,67	\$30.800,00
15	75	\$7.700,00	\$33.000,00
16	80	\$8.213,33	\$35.200,00
17	85	\$8.726,67	\$37.400,00
18	90	\$9.240,00	\$39.600,00
19	95	\$9.753,33	\$41.800,00
20	100	\$10.266,67	\$44.000,00
21	105	\$10.780,00	\$46.200,00
22	110	\$11.293,33	\$48.400,00
23	115	\$11.806,67	\$50.600,00
24	120	\$12.320,00	\$52.800,00

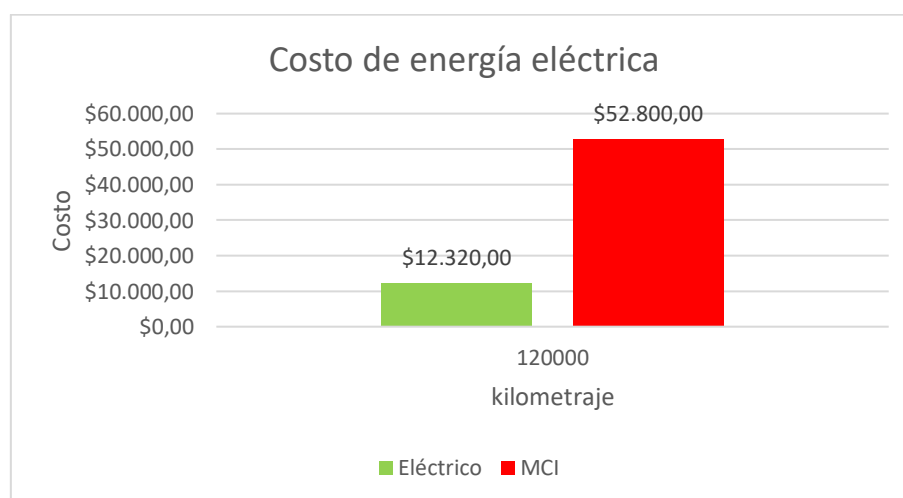


Figura 40. Comparación costo de consumo por 120000 Km

En la figura 25, se observa la comparación de costo de consumo de electricidad y diésel de cada vehículo, considerando un 120000 Km de recorrido, para el eléctrico se tiene un costo de 12.320,00 USD invertido para la recarga de baterías, y para su similar de MCI un costo de 52.800,00 USD. Determinando una diferencia de 40.480,00 USD lo que demuestra un beneficio traducido en ahorro de costo de consumo en un 23.33%.

4.11. Proyección de flota

Considerando los datos de la Compañía de Transporte Saucinc S.A. que cuenta con 20 unidades de transporte, se realiza la proyección en función de los datos obtenidos anteriormente en intervalos de mantenimiento preventivo programado que se realizan de 0 a 120000 Km para el los vehículos eléctrico y de MCI.

Tabla 51.

Proyección para 20 unidades

Tipo	Costo de adquisición	Tiempo de mantenimiento (horas)	Repuestos e insumos	Costo de tiempo de ejecución	Costo total
Eléctrico	\$11.000.000,00	1131,00	\$59.079,00	\$40.455,00	\$99.534,00
MCI	\$6.458.000,00	1530,40	\$177.135,00	\$53.537,60	\$230.672,60
Diferencia	\$4.542.000	399,4	\$118.056	\$13.082,6	\$131.138,6

Para la proyección de 20 unidades, se presenta el detalle de la comparación de los vehículos eléctricos K11A con su similar de MCI Mercedes.

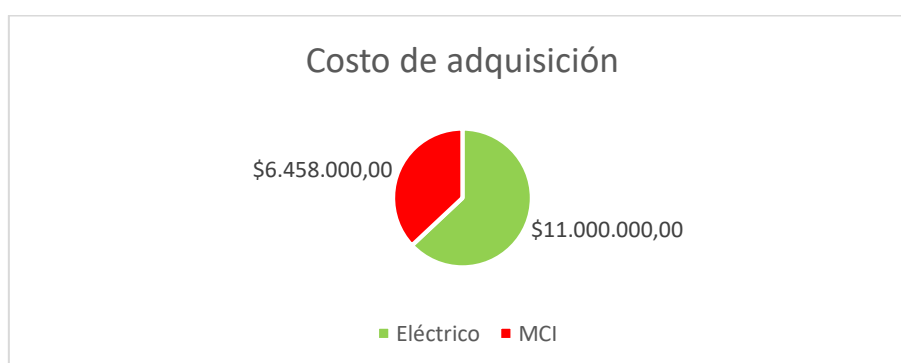


Figura 41. Comparación costo de adquisición - flota

La diferencia del costo de adquisición es de \$4.542.000,00 lo que indica que el bus eléctrico, equivale al 41.29% más que el de MCI.



Figura 42. Comparación tiempo de ejecución - flota

Dentro del tiempo de ejecución de las actividades de mantenimiento se observa una diferencia de 399.40 horas que equivale a un 26.09% evidenciando que existe un ahorro de tiempo.



Figura 43. Comparación costo de repuestos e insumos - flota

Para el costo de repuestos e insumos, se obtiene una diferencia de \$118.056,00 lo que indica

que el vehículo eléctrico genera un ahorro de 66.64%;

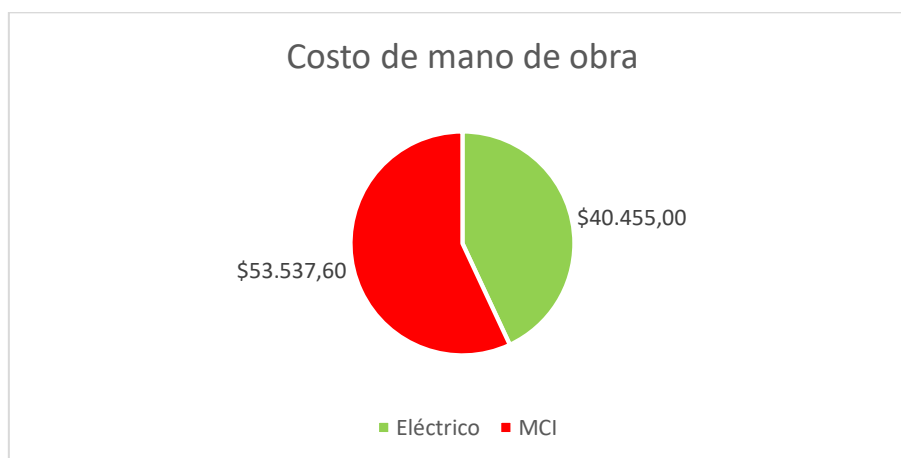


Figura 44. Comparación costo de mano de obra - flota

En el costo de mano de obra la diferencia es de \$13.083,60 lo que, traducido en porcentaje, el eléctrico presenta una reducción del 24.43%;

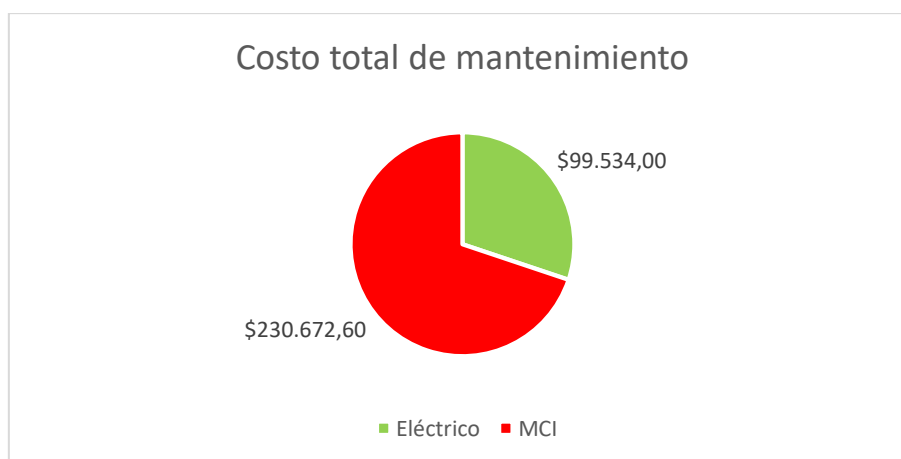


Figura 45. Comparación costo total de mantenimiento - flota

Finalmente, el costo total de mantenimiento, presenta una diferencia para la proyección de las 20 unidades de \$131.138,60, que en porcentaje es una diferencia del 56.85%.

En la tabla 51, se presenta el costo de consumo proyectado para la flota, en un periodo de

120000 Km.

Tabla 52.

Proyección para 20 unidades

TIPO	Costo de consumo (energía/combustible)
Eléctrico	\$246.400,00
MCI	\$1.056.000,00
Diferencia	\$89.600,00

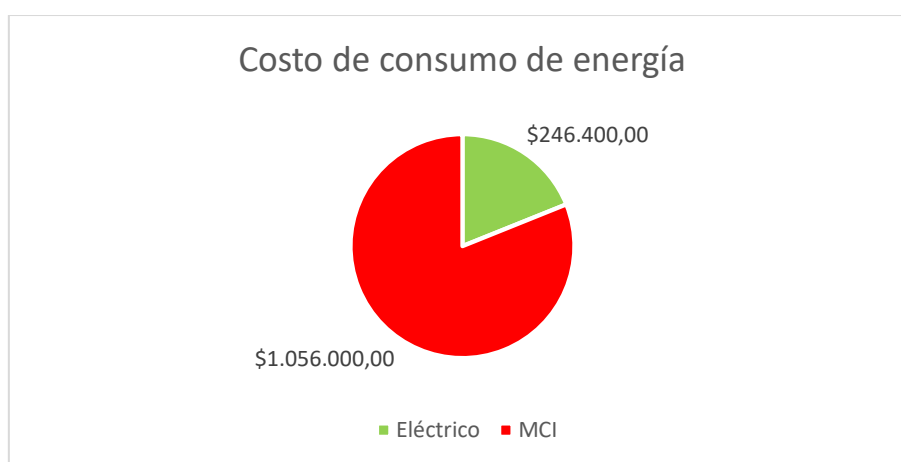


Figura 46. Comparación costo de consumo de energía - flota

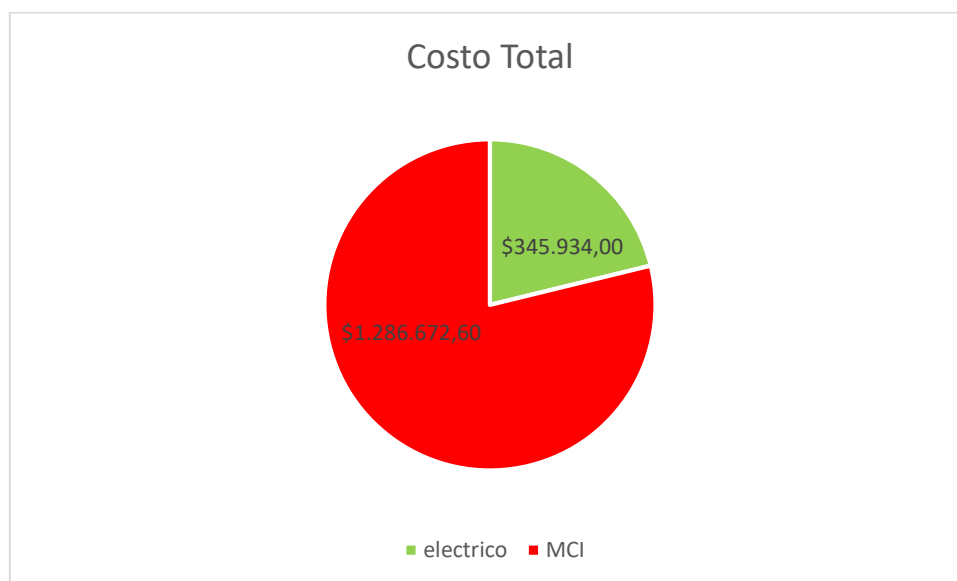
Para comparar el costo de consumo se tiene una proyección realizada para 120000 Km, en donde la diferencia es de \$809.600,00 traducida en porcentaje, se tiene 76.67% de ahorro en este intervalo de kilometraje.

4.11.1 Comparación Total

Finalmente para realizar la comparación total entre los vehículos eléctricos y de MCI, se considera las variables de costo de: mano de obra en función del tiempo de ejecución, repuestos e insumos, consumo de energía y combustible.

Tabla 53*Comparación total*

Flota	Total
Eléctrico	\$345.934,00
MCI	\$1.286.672,60
Diferencia	\$940.738,60

**Figura 47.** Comparación de costo total de flota

Para un intervalo de 0 a 120000 Km se tiene que la flota de vehículos eléctricos generará un costo total de mantenimiento de \$345.934,00 en comparación con el de MCI que será de \$1.286.672,60; la diferencia de costos es de \$940.738,60 que equivale al 73.11%, siendo la flota de MCI más costoso que la del eléctrico.

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos

Para la realización de la investigación se tomaron en cuenta recursos necesarios, para facilitar la misma que se detallan a continuación recursos humanos, tecnológicos, materiales y financieros.

5.1.1. Recursos humanos

El desarrollo de la investigación “Investigación de los procesos de mantenimiento preventivo de vehículos articulados en Ecuador mediante el análisis comparativo de la programación y ejecución de las rutinas de mantenimiento del bus eléctrico (K11A) BYD con su similar de motor de combustión interna”, fue realizado por los señores:

Tabla 54.

Colaboradores de la investigación

Ord.	Descripción	Detalle	Carrera/Departamento
1	Sr. Gabriel Jarrín	Investigador	Ingeniería Automotriz
2	Sr. Jefferson Mena	Investigador	Ingeniería Automotriz
3	Ing. Leonidas Quiroz Msc	Director	Ciencias Energía y Mecánica
4	Ing. José Rivadeneira	Colaborador	BYD
5	Ing. Ángel Coyago	Colaborador	BYD
6	Ing. Andrés Jungblut	Colaborador	BYD

Es necesario recalcar el asesoramiento del Ing. Leónidas Quiroz Msc, como director de la

investigación, así como a los demás docentes y colaboradores que participaron de manera directa e indirecta de principio a fin en la realización de la investigación.

5.1.2. Recursos tecnológicos

En la investigación se utilizó recursos tecnológicos para realizar la investigación y el levantamiento de datos, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 55.

Recursos tecnológicos

ORD	NOMBRE
1	Computador
2	Calculadora
3	Cronometro
4	Filmadora
5	Planes de internet
6	Escáner BDS

5.1.3. Recursos materiales

Para el desarrollo de la investigación se utilizó recursos proporcionados por la empresa en las visitas de campo, fueron necesarios los elementos que se detallan en la tabla.

Tabla 56.

Recursos materiales

Ord.	NOMBRE
1	Fotocopias-manuales
2	Disco Externo

5.1.4. Recursos financieros

El costo neto del proyecto es autofinanciado y resulta de la suma de los recursos y movilidad por un costo total de \$1945 como se detalla en la tabla.

Tabla 57.

Recursos financieros

Ord.	Descripción	Valor
1	Calculadora	\$25,00
2	Cronometro	\$10,00
3	Filmadora	\$200,00
4	Disco externo	\$80,00
5	Impresiones	\$50,00
6	Movilización	\$450,00
	Total	\$815,00

CONCLUSIONES

- Se comparó técnica y económicamente el articulado eléctrico K11A de marca BYD con su similar de MCI, utilizando los planes de mantenimiento para verificar el número de intervalos en un periodo de 120000 Km, que para el bus eléctrico son 6 y para el de MCI son 24; donde los tiempos de mantenimiento totales son 56.65 horas para el eléctrico y 76.52 horas para el de MCI.
- Se levantó información del vehículo eléctrico de BYD, mediante la visita de campo en los talleres afines al mantenimiento, donde se obtuvo tiempos observados por tareas de mantenimiento; para cambio de aceite de los reductores se realizó la medición de tiempo de observado, para posteriormente determinar el tiempo estandarizar de 158.21 minutos para esta tarea; para inspección general y limpieza de compartimientos se estandarizó un tiempo de 25.71 minutos; finalmente para la actualización de software de la ECM se determinó un tiempo estándar de 10 minutos.
- Dentro del periodo de 0 Km a 120000 Km, se determinó que para el vehículo eléctrico se utilizarán 11 insumos y 8 repuestos; para el vehículo eléctrico, al momento que ha sido homologado y la empresa BYD verifique la inexistencia de inconvenientes de importación, homologación, aduana dentro del país solicitante, las piezas de repuesto llegarán casi al mismo tiempo que los vehículos, incluyendo consumibles, piezas de mantenimiento y otras piezas de repuesto.
- De acuerdo con la visita de campo, se verificó que los técnicos encargados del mantenimiento desconocían la arquitectura del vehículo eléctrico, en el caso de cómo realizar reemplazo del filtro de aire del compresor, así mismo en el balanceo y rotación de neumáticos, lo que se traduce en un aumento de tiempo para el mantenimiento.

- Se comparó el costo total de mantenimiento que incluye, repuestos e insumos y tiempo de ejecución; donde el costo para un vehículo eléctrico en un intervalo de 120000 Km es de \$4.976,70 en comparación con el de MCI que es de \$11.533,63, lo que se traduce en una diferencia de 56.85%.
- Se comparó el costo de consumo que genera la recarga de las baterías para el vehículo eléctrico, donde el pliego tarifario muestra que el kWh/USD es de \$0.08, lo que se traduce en un consumo diario ideal de \$32.00, sin embargo el bus eléctrico al final de su recorrido diario, permanece con el 23% de carga en la batería, por lo que considerando tal condición, el consumo diario real es de \$24.64; traduciendo este valor a 120000 Km el bus eléctrico genera un costo de consumo de \$12.320,00 mientras que en el de MCI es \$52.800,00 que en porcentaje presenta una diferencia de 76,6%.
- Se proyectó el costo total de mantenimiento en un periodo de 120000 Km, para una flota de 20 vehículos eléctricos cuyo costo es de \$99.534,00 y su similar de MCI es de \$230.672,60 presentando una diferencia porcentual de 56.85%; para el costo de consumo se realizó la misma proyección en donde el eléctrico tiene un costo de \$246.400,00 y el de MCI \$1.056.000,00 que traducido en porcentaje presenta una diferencia de 76,67%.
- Para un intervalo desde 0 a 120000 Km se tiene que la flota de vehículos eléctricos generará un costo total de mantenimiento, en aspectos de: mano de obra, repuestos e insumos, electricidad y combustible, \$345.934,00 en comparación con el de MCI que será de \$1.286.672,60; la diferencia de costos es de \$940.738,60 que equivale al 73.11%, siendo la flota de MCI más costoso que la del eléctrico.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la medición de tiempo de los próximos mantenimientos del vehículo K11A para levantar información y plasmar el tiempo estándar para cada tarea de mantenimiento.
- Para mejorar el estudio realizado, se recomienda trabajar con flota de vehículos eléctricos ya que, al observar mayor número de ciclos de mantenimiento, se puede estandarizar más acorde a lo requerido, los tiempos estándar necesarios para tareas de mantenimiento.
- Se recomienda realizar el aprendizaje de lenguaje técnico, y familiarizarse con el idioma inglés para entablar diálogos con los técnicos chinos que realizan inspecciones visuales y actualizaciones de software.
- Para la observación y medición de tiempos, se recomienda no interrumpir al técnico que realiza las tareas de mantenimiento por que puede influir en el desempeño, ocasionando la recolección de tiempo inadecuado.
- Se recomienda tomar muy en cuenta la diferencia entre la tipología de operaciones de mantenimiento que el técnico realice, como inspección, transporte, operación, almacenamiento y retraso, ya que es muy importante para poder registrar en el diagrama de procesos y proponer la mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEADE. (12 de Junio de 2019). *Sector Automotor en Cifras. No. 33*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador: <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2019/06/boletin-33-espanol-resumido.pdf>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (Abril de 2019). *Balance Nacional de Energía Eléctrica*. Recuperado el 25 de Junio de 2019, de Agencia de Regulación y Control de Electricidad: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/>
- Agencia Nacional de Tránsito. (29 de Octubre de 2015). Reglamento General de Homologación Vehicular y Dispositivos de Medición, Control y Seguridad. *Resolución No. 081-DIR-2015-ANT*. Quito, Ecuador: Agencia Nacional de Tránsito. Recuperado el 02 de Junio de 2019, de <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-2015/resoluciones-de-directorio/file/3293-resolucion-no-081-dir-2015-ant>
- Burbano, J., & Coyago, A. (2019). Vehículos Eléctricos en el Ecuador. *XIV Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE 2019 con enfoque en Ingeniería Automotriz y Mecatrónica*. Latacunga: Auditorio Héroes del Cenepa ESPE.
- BYD Ecuador. (2016). *¿Quiénes Somos?* Recuperado el 10 de Marzo de 2019, de BYD Build Your Dreams: <https://byd.com.ec/quienes-somos/>
- BYD E-Motors Ecuador. (2018). *Bus Eléctrico K9G*. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de BYD Build Your Dreams: <https://bydelectrico.com/buses-electricos/bus-electrico-k9/>
- BYD E-Motors Ecuador. (2018). *Encuentra los carros eléctricos más vendidos del mundo, en Ecuador*. Recuperado el 05 de Marzo de 2019, de BYD Build Your Dreams: <https://bydelectrico.com/>
- Callejero de Ecuador. (2019). *Línea de Autobús Metrobus-Q - MetroBus Ofelia - Marín -*

- Metrobus-Q*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Callejero de Ecuador: <https://callejero-ecuador.openalfa.com/lineas-de-autobus/metrobus-q-metrobus-ofelia-marin-85969>
- Chevrolet. (18 de Octubre de 2018). *Nuevo Chevrolet Beat. Especificaciones*. Recuperado el 05 de Junio de 2019, de Chevrolet: <https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/cars/2019-beat-auto-sedan/mov/02-pdf/beat-ficha-tecnica.pdf>
- Chevromax. (2019). *Chevrolet : Mantenimiento*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Chevromax. Servicio 10K: <http://chevromax.com.ar/mantenimiento.html>
- Cruelles Ruiz, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua* (Primera edición ed.). México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- El Comercio. (04 de Junio de 2019). *Todo tipo de auto eléctrico, electrolinerías y baterías eléctricas tendrán cero arancel*. Recuperado el 01 de Julio de 2019, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/auto-electrico-electrolineras-baterias-aranceles.html?fbclid=IwAR1gwqZyfxvgtigfRAoTdwVVo-IzhHAKzBmj0V8nXIPNHMWK1YPsVMw82H8>
- El Universo. (30 de Abril de 2019). *Gobierno promueve compra de vehículos eléctricos para transporte público y privado en Ecuador*. Recuperado el 30 de Mayo de 2019, de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/04/30/nota/7310438/gobierno-promueve-compra-vehiculos-electricos-transporte-publico>
- Fernández Guerrero, G. (2004). *Metodología de la Investigación*. Londres: Universidad de Londres.

González, P. C. (06 de Junio de 2019). *Empresas ofrecerán más autos eléctricos en el Ecuador*.

Recuperado el 29 de Junio de 2019, de El Comercio:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/empresas-oferta-autos-electricos-ecuador.html>

Granda, A. (06 de Enero de 2019). *Ecuador busca incursionar en el transporte eléctrico*.

Recuperado el 29 de Junio de 2019, de El Telégrafo:
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/transporte-electrico-ecuador?fbclid=IwAR3FdmJtEQzGuxz0owNJc0VI7irSNJqCrBVZvTrNBCmQaj9v8C2FH-tDlc0>

Immer, J. R. (2002). *Manejo de Materiales* (Vol. 1). México D.F.: Hispanoeuropea S.A.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (10 de Julio de 2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656:2012. *Clasificación Vehicular. Primera edición*. Quito, Ecuador: Ministerio de Industrias y Productividad. Subsecretaría de la Calidad. Recuperado el 01 de Marzo de 2019, de <https://181.112.149.204/buzon/normas/2656.pdf>

M.I. Consejo Municipal de Guayaquil. (19 de Enero de 2019). Gaceta Municipal No. 77. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil.

Manene, L. M. (28 de Julio de 2011). *Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones*. Recuperado el 01 de Julio de 2019, de Estructura Organizativa, Habilidades Directivas, Mejora Continua: https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas.pdf

Moovit. (2019). *Línea 89 de autobús horarios y paradas. Rodrigo Ycaza - Av. Francisco de Orellana - Av. del Ejército - Plaza Dañin*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Moovit: https://moovitapp.com/index/es-419/transporte_p%C3%BAblico-line-89-

Guayaquil-5550-1242639-785217-0

Niebel, B. W. (1996). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos* (Novena Edición ed.). México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2001). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo* (Décima edición ed.). México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Organización de los Estados Americanos. (2007). *Ley Orgánica de Aduanas (Ley No. 99)*. Recuperado el 01 de Julio de 2019, de H. Congreso Nacional: https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/sp_ecu-mla-law-customs.html

Periódico D'Una. (2019). *Tras casi 2 meses de circulación, la acogida de 20 buses eléctricos es evidente*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de D'Una y de todo un poco: <http://deunanoticias.com/comunidad/buses-electricos-aceptacion-byd-saucinc/>

Prats Darder, P. (2009). *Métodos para medir la satisfacción del cliente*. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.

Raffino, M. E. (22 de Diciembre de 2018). *Concepto de Diagrama de Flujo*. Recuperado el 28 de Junio de 2019, de Concepto.de: <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

Secretaría Central de ISO. (15 de Noviembre de 2008). Norma Internacional ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. Cuarta edición. Ginebra, Suiza: Grupo de Trabajo Spanish Translation Task Group (STTG) del Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y aseguramiento de la calidad. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de http://www.cusur.udg.mx/sgc/docs/controlados/ISO%209001_2008%201%20es.pdf

Secretaria Central de ISO. (15 de Septiembre de 2015). Norma Internacional ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. Quinta edición. Ginebra, Suiza: Grupo de Trabajo Spanish Translation Task Force (STTF) del Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y aseguramiento de la calidad. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de

<https://www.bps.gub.uy/bps/file/13060/1/normativa-internacional-iso-9001.2015.pdf>

Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. (2019). *Aduana del Ecuador SENAE*. Recuperado

el 30 de Junio de 2019, de ECUAPASS: <https://ecuapass.aduana.gob.ec/>

SRI. (09 de Febrero de 2017). Resolución No. NAC-DGERCGC17-00000111. *Servicio de*

Rentas Internas. Quito, Pichincha, Ecuador: Servicio de Rentas Internas.

SRI. (2019). *Facturación Física*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Servicio de Rentas

Internas: <https://www.sri.gob.ec/web/guest/facturacion-fisica>

Tavares, L. A. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo.

Recuperado el 06 de Junio de 2019, de

[https://es.slideshare.net/CarlosAlbertoZiga/administracion-moderna-de-](https://es.slideshare.net/CarlosAlbertoZiga/administracion-moderna-de-mantenimiento-lourival-tavares)

[mantenimiento-lourival-tavares](https://es.slideshare.net/CarlosAlbertoZiga/administracion-moderna-de-mantenimiento-lourival-tavares)

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores **JARRIN SÁNCHEZ, RAMIRO GABRIEL** y **MENA ÁLVAREZ, JEFFERSON STALYN**.

En la ciudad de Latacunga, 19 de julio del 2019.

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio MSc..

DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Danilo Zambrano

DIRECTOR DE CARRERA

Dr. Darwin Albán Y.

SECRETARIO ACADÉMICO

