



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES
BIODIESEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.**

Diego Francisco Cabrera Ordoñez

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, enero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES
BODIESEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIEGO FRANCISCO CABRERA ORDOÑEZ
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

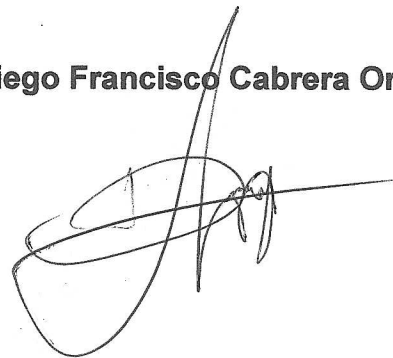
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

Propuesta para plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos y análisis de emisiones de gases para automóviles biodiesel y etanol, de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 12 de febrero de 2016.

Diego Francisco Cabrera Ordoñez

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.



Guatemala, 12 de octubre de 2016
Ref.EPS.DOC.724.10.16.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

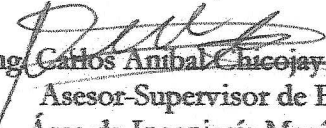
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Diego Francisco Cabrera Ordoñez** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201123895, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES BIODIÉSEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

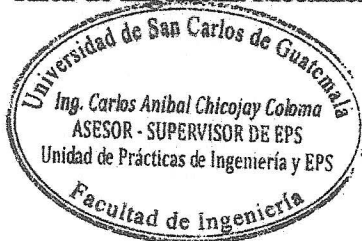
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 12 de octubre de 2016
REF.EPS.D.437.10.16

Ing. Roberto Guzmán
Directør Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

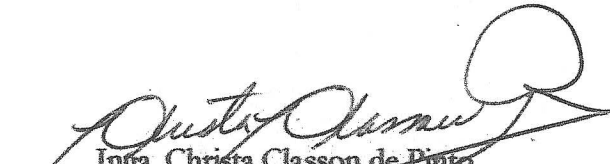
Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES BIODIÉSEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Diego Francisco Cabrera Ordoñez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero **Carlos Anibal Chicojay Coloma**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

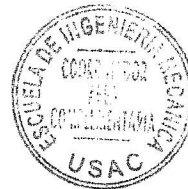
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.293.2016

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación de EPS titulado: **PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES BIODIESEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.** desarrollado por el estudiante **Diego Francisco Cabrera Ordoñez**, carné No. 2011-23895 recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, octubre 2016



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.326.2016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES BIODIESEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.** del estudiante **Diego Francisco Cabrera Ordóñez**, carné No. **2011-23895** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2016

Universidad de San Carlos
de Guatemala

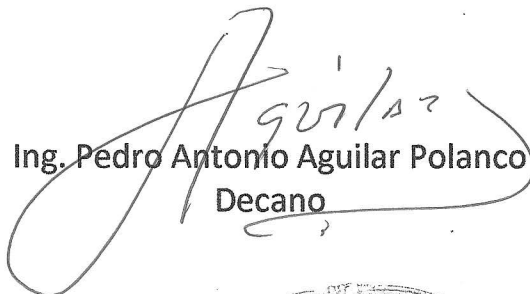


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 003.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES PARA AUTOMÓVILES BIODIESEL Y ETANOL, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Diego Francisco Cabrera Ordoñez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, - enero de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por su infinita misericordia y amor. Por llenar mi vida de bendiciones y darme sabiduría, persistencia y fortaleza para alcanzar cada una de mis metas.

Virgen María

Por guiar mis pasos en los momentos más difíciles de la vida.

Mi padre

Álvaro Francisco Cabrera Morales, por enseñarme a seguir mis sueños y persistir, a pesar de los malos momentos. Por enseñarme aspectos valiosos en la vida que nunca olvidaré y que permanecerán en mi corazón, sobre todo el valor de la humildad.

Mi madre

Silvia Leticia Ordoñez Castillo por tu amor de madre infinito, el más grande que se puede conocer, por darme todo en la vida a pesar de los momentos difíciles, este triunfo es para ti, porque sin ti no sería la persona que soy. Te amo con todo mi corazón.

Mis hermanos

Joselyne, Lucia y Álvaro Cabrera Ordoñez, por ser parte importante de mi vida, por enseñarme cosas importantes y por apoyarme en todas mis decisiones.

Mis abuelos

Adela Castillo Quevedo y Ricardo Ordoñez Aceituno, por su inmenso amor y cuidados, por cuidarme y preocuparse tanto de mi, a lo largo de mi vida.

Mis tíos

Alex, Walter, Renato, Ricardo, Wilmer, Cecibel, Telma, Sergio, Gloria, Marina, y Shený por enseñarme el valor del trabajo y por apoyarme en mis metas, además de los valiosos consejos para la vida.

Mis primos

Por todo su tiempo, cariño y tiempo compartido a lo largo de estos años que contribuyen en mi definición del verdadero valor de la familia.

Karen Gatica

Por todo tu cariño incondicional, por enseñarme valores importantes que me formaron y por apoyarme en todas mis metas. Te quiero, gracias por ayudarme a ser una persona de bien.

Vivian Morales

Gracias por tu apoyo, por incentivar me a creer en mí, por exigir que diera lo mejor.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudio que inculcó los valores para mi desarrollo profesional.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme el conocimiento que permitirá mi ejercicio profesional.

**Escuela de Ingeniería
Mecánica**

Por brindarme las herramientas para mi desarrollo.

Mi asesor

Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma por su apoyo y paciencia en la constante revisión y asesoría de esta investigación. Por alentarme a la excelencia.

Mis profesores

Por ser el vínculo entre el conocimiento y la enseñanza.

INGRUP, S. A.

Especialmente al Ing. Freddy García, por permitirme desarrollar mis prácticas profesionales.

**A todos los que
colaboraron con mi
formación**

Por su apoyo. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Automóviles eléctricos.....	3
2.2. Aditivos para gasolinas.....	5
2.3. Análisis de gomas en los combustibles	6
2.4. Biodiesel	7
2.5. Etanol	7
2.6. Gravedad API	8
2.7. Gas de efecto invernadero	8
2.8. Monóxido de carbono	9
2.9. Hidrocarburos	9
2.10. Óxido nitroso	10
2.11. Óxido de azufre	10
2.12. Plan de mantenimiento	11
2.13. Análisis de lubricantes.....	11
2.14. Torque y potencia.....	12
2.15. Poder calorífico.....	13

2.16.	Punto de ignición.....	14
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.1.	Descripción de la empresa.....	15
3.1.1.	Ubicación.....	15
3.1.2.	Misión.....	15
3.1.3.	Visión.....	15
3.2.	Descripción del proceso de fabricación del etanol y biodiesel en Guatemala.....	16
3.2.1.	Etanol.....	16
3.2.1.1.	Características del etanol.....	16
3.2.1.2.	Etanol en Guatemala.....	17
3.2.1.3.	Producción del etanol.....	19
3.2.2.	Biodiesel.....	19
3.2.2.1.	Características del biodiesel.....	19
3.2.2.2.	Biodiesel en Guatemala.....	21
3.2.2.3.	Producción de biodiesel.....	22
3.3.	Combustibles fósiles.....	22
3.3.1.	Características de combustibles.....	22
3.3.2.	Tipos de combustibles.....	23
3.3.3.	Aditivos.....	24
3.4.	Vehículos eléctricos.....	25
3.4.1.	Características y funcionamientos de vehículos eléctricos.....	25
3.4.2.	Batería gel.....	27
3.4.3.	Batería litio.....	28
4.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	31
4.1.	Características técnicas vehículo eléctrico.....	31

4.1.1.	Plan de mantenimiento	37
4.1.2.	Esquema de la planificación de los mantenimientos para vehículos de batería gel y litio	37
4.1.3.	Descripción tipos de uso, severo y moderado ..	38
4.1.4.	Planificación de mantenimientos basados en meses o kilómetros recorridos	39
4.1.5.	Descripción de las sugerencias realizadas por el departamento de transportes de EEGSA	40
4.1.6.	Función de la tabla *operadores*	41
4.1.6.1.	Plan de mantenimiento, vehículo de batería litio, uso severo.....	46
4.1.6.2.	Plan de mantenimiento, vehículo de batería litio, uso moderado	49
4.1.6.3.	Plan de mantenimiento, vehículo de batería gel, uso severo	52
4.1.6.4.	Plan de mantenimiento, vehículo de batería gel, uso moderado	55
4.1.7.	Puntos críticos evaluados	58
4.1.7.1.	Consumo energético.....	58
4.1.7.2.	Rendimiento de kilometraje	67
4.1.8.	Observaciones importantes	68
4.1.9.	Costo de mantenimiento	69
4.2.	Emisiones de gases	71
4.2.1.	Análisis de emisiones de gases para vehículos que operan con gasolina y con gasolina / etanol.....	75
4.2.1.1.	Resumen análisis de emisiones de gases proyecto etanol.....	82

4.2.2.	Análisis de emisiones de gases para vehículos que operan con diésel y con biodiesel	84
4.2.2.1.	Mitsubishi panel L300 #533, placa C-540BLC	85
4.2.2.2.	Nissan pick-up Frontier #399, placa P-030FGK	87
4.2.2.3.	Resumen análisis de emisiones de gases Proyecto biodiesel.....	93
4.3.	Pruebas de potencia	94
4.3.1.	Análisis pruebas de potencia, vehículos que operan con gasolina y gasolina / etanol	95
4.3.1.1.	Resultados mediciones en el dinamómetro para distintas mezclas de etanol.....	99
4.3.2.	Análisis de pruebas de potencia, vehículos que operan con diésel y biodiesel	100
4.3.2.1.	Resultados mediciones en el dinamómetro para los distintos vehículos en la mezcla de biodiesel	107
4.4.	Análisis de rendimiento de combustible	108
4.4.1.	Gasolina vs. gasolina / etanol.....	109
4.4.2.	Diésel vs. biodiesel.....	112
5.	FASE DE DOCENCIA.....	117
5.1.	Banner beneficios y resultados, energías renovables	117
5.2.	Guía de mantenimiento vehículos eléctricos, batería gel y batería litio.....	119

CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA.....	137
APÉNDICES	139
ANEXO	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Materia prima para producir etanol	17
2.	Materia prima para producir biodiesel	20
3.	Poderees caloríficos de sustancias combustibles	23
4.	Vehículo eléctrico Volta Energy	32
5.	Vehículo eléctrico Volta Energy Litio	33
6.	Vehículo eléctrico Volta Energy Gel	35
7.	Características vehículo de combustión interna	59
8.	Características vehículo eléctrico Volta.....	60
9.	Características vehículo de combustión interna diésel	62
10.	Vehículo de combustión interna gasolina.....	65
11.	Características vehículo etanol	72
12.	Características vehículo biodiesel.....	73
13.	Características vehículo biodiesel.....	74
14.	Reducción de gases, etanol	77
15.	Contaminantes presentes en las distintas mezclas de etanol	79
16.	Reducción de contaminantes en las distintas mezclas de etanol.....	80
17.	Reducción de contaminantes, etanol	81
18.	Toma de mediciones de gases vehículo, proyecto etanol.....	83
19.	Reducción de gases Mitsubishi L300, biodiesel	85
20.	Reducción de gases partes por millón, Mitsubishi L300.....	86
21.	Reducción de gases, Nissan frontier.....	87

22.	Reducción de gases partes por millón, Nissan frontier	88
23.	Reducción de CO-N0-NO2-SO2 en los vehículos	89
24.	Reducción de gases promedio	90
25.	Contaminantes presentes luego de la aplicación de biodiesel.....	91
26.	Toma de mediciones de gases vehículo Mitsubishi L300	92
27.	Toma de mediciones de gases vehículo Nissan Frontier.....	92
28.	Gráfica de Medición de Potencia E5, E7 y E10 carro experimental.....	97
29.	Gráfica de Medición de Potencia E0 pruebas de etanol	98
30.	Medición de potencia y torque vehículo Suzuki Jimmy.....	100
31.	Medición de potencia aplicación de biodiesel, Nissan Frontier.....	102
32.	Medición de potencia aplicación de biodiesel, Mitsubishi L300	103
33.	Medición de potencia aplicación de diésel, Mitsubishi L300	104
34.	Medición de potencia aplicación de biodiesel, Nissan Frontier	105
35.	Toma de mediciones de potencia y torque Mitsubishi L300	106
36.	Vale de abastecimiento para el proyecto de etanol	111
37.	Vale de abastecimiento para el proyecto de biodiesel, Nissan Frontier.....	114
38.	Vale de abastecimiento para el proyecto de biodiesel, Mitsubishi L300.....	115
39.	Banner informativo beneficios de utilizar biocombustibles.....	118

TABLAS

I.	Listado muestra del plan piloto “Vehículos Eléctricos Volta Energy” ...	31
II.	Plan de mantenimiento vehículo eléctrico batería litio, uso severo.....	46
III.	Recomendaciones para plan de mantenimiento severo vehículos de batería litio	47

IV.	Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería litio, uso severo.....	48
V.	Plan de mantenimiento vehículo eléctrico batería litio, uso moderado .	49
VI.	Recomendaciones para plan de mantenimiento moderado vehículos de batería litio.....	50
VII.	Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería litio, uso moderado	51
VIII.	Plan de mantenimiento vehículo eléctrico batería gel, uso severo.....	52
IX.	Recomendaciones para plan de mantenimiento severo vehículos de batería gel	53
X.	Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería litio, uso severo.....	54
XI.	Plan de mantenimiento vehículo eléctrico batería gel, uso moderado .	55
XII.	Recomendaciones para plan de mantenimiento moderado vehículos de batería gel	56
XIII.	Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería gel, uso moderado	57
XIV.	Costo de cargar los vehículos eléctricos vs. carros combustión interna.....	61
XV.	Costo de cargar los vehículos eléctricos vs. carros combustión interna diésel y biodiesel	64
XVI.	Costo de cargar los vehículos eléctricos vs carros combustión interna gasolina y gasolina/etanol	66
XVII.	Tabla comparativa de kilómetros recorridos.....	67
XVIII.	Tabla comparativa costo de repuestos, distribuidor vs. genérico	69
XIX.	Muestra de vehículos participantes en los proyectos de biodiesel y etanol, análisis de gases contaminantes.....	71
XX.	Resultados reducción de emisiones de gases, proyecto etanol.....	82
XXI.	Resumen análisis de emisiones de gases, proyecto biodiesel.....	93

XXII.	Resultados mediciones en el dinamómetro para las distintas mezclas de etanol.....	99
XXIII.	Resultados mediciones en el dinamómetro para los distintos vehículos, proyecto biodiesel.....	107
XXIV.	Resultado de rendimiento por cada mezcla de etanol.....	109
XXV.	Evaluación de galones consumidos, etanol.....	110
XXVI.	Evaluación de galones consumidos, biodiesel.....	112
XXVII.	Record de consumo promedio de combustible biodiesel.....	113

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballos de fuerza
RON	Cantidad de octanos en el combustible
SO₂	Dióxido de azufre
HC	Hidrocarburos
kw	Kilovatios
kw/h	Kilovatios/hora
MAX TORQUE	Máximo torque
B25	Mezcla 75 % diésel y 25 % biodiesel
E10	Mezcla 90 % gasolina y 10 % etanol
E7	Mezcla 93 % gasolina y 7 % etanol
E5	Mezcla 95 % gasolina y 5 % etanol
E0	Mezcla 100 % gasolina y 0 % etanol
CO	Monóxido de carbono
NO	Óxido nitroso
RVP	Presión más alta de vapor en la recámara
rpm	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

ACR	Asociación de Combustibles Renovables encargada de promover el uso de biocombustibles: etanol y biodiesel en Guatemala.
APAG	Asociación de Productores de Alcohol de Guatemala encargados de la producción y distribución de alcohol producido a través de la caña de azúcar.
API	<i>American Petroleum Institute</i> , asociación encargada de la estandarización del petróleo y gas natural en norte américa.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A., dedicada a la distribución de la energía eléctrica.
GEI	Gases de Efecto Invernadero, la principal causa del calentamiento global y destrucción de la capa de ozono.
LIFEPO4	<i>Lithium Iron Phosphate</i> , batería de alto desempeño para vehículos eléctricos prolongando la vida útil.
MEM	Ministerio de Energía y Minas, institución rectora de los sectores energético y minero, que fomenta el

aprovechamiento adecuado de los recursos naturales en Guatemala.

MTBE

Éter metiltert-butílico, es un líquido inflamable de olor característico desagradable. Se fabrica combinando sustancias químicas como isobutileno y metanol, y se ha usado desde los años 1980 como aditivo para incrementar el octanaje de la gasolina sin plomo.

OEA

Organización de Estados Americanos, es una organización internacional panamericanista de ámbito regional y continental creada el 30 de abril de 1948, con el objetivo de ser un foro político para la toma de decisiones, el diálogo multilateral y la integración de América.

OTI

Oil Test Internationa, encargada de asegurar la calidad de las pruebas realizadas a las distintas clases de aceites.

Polaris Laboratories

Laboratorios Polaris, encargada de realizar los análisis de aceites.

UVG

Universidad del Valle de Guatemala, es una organización no lucrativa y con personería jurídica que fija los principios básicos que rigen el desarrollo de la Universidad.

RESUMEN

El proyecto de un plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos y análisis de emisiones de gases para vehículos que operan con Biodiesel y Etanol para la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. tiene como fin lo siguiente.

El mantenimiento de vehículos eléctricos demostrará el costo de mantenimiento y la facilidad de encontrar los repuestos, suministrados por el distribuidor de los vehículos o dentro del mercado, fuera del contacto con la agencia y la posibilidad de encontrar proveedores de repuestos que cumplan con los requerimientos de calidad y bajo costo, agregando pruebas de desempeño de potencia y de consumo de energía.

Los análisis de emisiones de gases mostrarán la reducción de contaminantes y el desempeño de estos con este tipo de combustibles, además de las características que mostrarán, a través de las pruebas de potencia, rendimiento de combustible y pruebas de lubricantes, para determinar si tienen alguna incidencia en el motor, la aplicación de estos biocombustibles.

Además, los resultados de estos análisis podrán dar una perspectiva de la viabilidad que tenga el proyecto de compensar el cambio de combustibles por estos más limpios que serían Biodiesel y Etanol/Gasolina.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una propuesta de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos y análisis de emisiones de gases para vehículos a etanol y biodiesel, acorde a las especificaciones y necesidades de la empresa.

Específicos

1. Desarrollar un plan de mantenimiento para los vehículos eléctricos que permita reducir costos y extender la vida útil del vehículo.
2. Determinar la autonomía de los vehículos mediante pruebas controladas.
3. Realizar un análisis comparativo del consumo energético del vehículo eléctrico en relación a un carro de combustión interna.
4. Interpretar las pruebas de campo realizadas a los vehículos que utilizan biocombustibles.
5. Elaborar un análisis comparativo de emisiones de gases entre combustibles fósiles y biocombustibles.
6. Planificar pruebas de potencia para vehículos que utilizan etanol y biodiesel, que puedan demostrar posibles cambios en el desempeño.

7. Informar del beneficio que representa utilizar etanol y biodiesel en los automóviles, hacia el medioambiente.
8. Establecer el rendimiento en los carros que utilizan biocombustibles, para ser comparado con los que utilizan combustibles fósiles.
9. Indagar sobre los beneficios que tiene la aplicación de combustibles renovables en el motor.

INTRODUCCIÓN

La importancia de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para vehículos que funcionan con energía renovable, surge de la necesidad de contribuir a la reducción de emisiones de gases invernadero y de la viabilidad que la empresa inicie el cambio del combustible que utiliza su flota de vehículos a una que utilice energías renovables.

Un plan de mantenimiento preventivo es de suma importancia para este proyecto debido a la razón de ser de la empresa, dedicada a prestar un servicio, incluyendo la reparación y atención a cualquier situación que se produzca en la distribución de energía eléctrica, la cual puede llegar a solventarse con eficiencia si todos sus activos funcionan correctamente, en este caso los vehículos para transportarse; por esta razón es necesario reducir las indisponibilidades de los vehículos de combustión interna y carros eléctricos.

El proyecto a desarrollar consta de un plan de mantenimiento preventivo, a dos tipos de vehículos eléctricos que varían únicamente en el tipo de batería con el que operan. Esta necesidad surge debido a que la implementación de este tipo de sistema de funcionamiento en los vehículos dentro del país es muy reducida, por lo tanto, se debe recabar información de los proveedores para realizar los mantenimientos pues, en casos de emergencia, se necesita saber a quienes recurrir para solventar las necesidades o recabar información de qué repuestos son compatibles con los vehículos.

Además, dentro del proyecto se realizarán mediciones de potencia para los vehículos eléctricos y estudio de emisiones de gases para los vehículos que

operan con biocombustibles, con esto nos referimos a Etanol/Gasolina y Biodiesel, tomando en cuenta la importancia de la reducción de emisiones de gases y de la conciencia ambiental que tiene la empresa, finalizando con un análisis de costos para el mantenimiento del vehículo eléctrico, y un análisis comparativo de combustibles flexibles y combustibles convencionales.

1. ANTECEDENTES

EEGSA incursionando en pruebas piloto sobre la utilización de Etanol y Biodiesel

En 2015 la empresa, junto a la fundación solar, puso en práctica el proyecto de recolección de aceites reciclados de seis diferentes mercados de la capital para obtener la materia prima con la que se procede a fabricar el biodiesel. Con la ayuda del laboratorio de la UVG se obtiene la mezcla de diésel y biodiesel.

De esta manera EEGSA apoya al proyecto prestando sus vehículos y de esta forma también contribuye a recolectar información del desempeño de sus vehículos con este tipo de combustible.

Luego la Organización de Estados Americanos OEA, Gobierno de Guatemala y EEGSA incursionaron en el proyecto piloto de utilizar Etanol en sus vehículos e indagar las fuentes de etanol en Guatemala, constatándose que el 90% del etanol producido dentro del país se importa, esto muestra la capacidad que tiene Guatemala de invertir en utilizar etanol y gasolina.

Luego de la organización para dicho proyecto, EEGSA tuvo la iniciativa de participar nuevamente proveyendo los vehículos experimentales a la organización para las pruebas necesarias.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Automóviles eléctricos

Este tipo de automóviles tiene la característica de utilizar uno o más motores eléctricos para desplazarse, el torque y potencia son obtenidos por ruedas o hélices impulsadas por los motores rotativos u otro tipo de motor, como: inerciales, lineales o utilizan la aplicación del magnetismo como fuente de propulsión, como ejemplo: trenes de levitación.

Se encuentran indicios de haberse desarrollado los automóviles eléctricos antes de los motores de cuatro tiempos, en el que se basaron para el desarrollo del actual vehículo. El hombre de negocios escosés, Robert Anderson, inventó el primer prototipo eléctrico auténtico, luego el profesor Sibrandus Straiting, en los países bajos, desarrolló una escala reducida del mismo, en 1835.

La evolución en la batería, por parte de Gaston Planté en 1865 y Camille Faure, ampliaron el camino para los vehículos eléctricos. Debido a la exposición mundial de 1867 en Paris, Franz Kravogl mostró un transporte de dos ruedas impulsado eléctricamente.

Gran Bretaña y Francia fueron precursores en el desarrollo masivo de los autos eléctricos.

En 1900, antes del auge de los motores de combustión interna, los autos eléctricos desarrollaron pruebas de velocidad y distancias notables, entre ellos, superaron la barrera de los 100 km/h, de Camille Jenatzy el 29 de 1899, con una velocidad de 105.88 km/h.

Los automóviles eléctricos, desarrollados en Estados Unidos por Anthony Electric, Baker, Detroit, Edison, Studebaker y otros a inicios del siglo XX tuvieron éxito comercial. Debido a la velocidad limitada que desarrollaban de 32 km/h, se popularizaron como un tipo de carro para clase alta y con frecuencia se sugerían para las mujeres, ya que era una conducción limpia, tranquila y de fácil maniobrabilidad, por utilizar un sistema de arranque distinto al convencional, forma manual con manivela común de la época.

Los primeros intentos se remontan a la figura de Emilio de la Cuadra, España, tras un recorrido a la exposición internacional de la electricidad por motivos de trabajo se interesó por singulares tipos de motores tras haber quedado nombrado por las carreras ovacionadas en el circuito Paris-Burdeos-Paris en 1895. A través de la *Cia. General de coches-automóviles Emilio de la Cuadra S. en C.* se construyeron diversos prototipos de vehículos eléctricos. Pero debido a la falta de tecnología e insumos de distintos tipos provocó que abandonaran los proyectos, dedicándose a los vehículos con motores de combustión interna, bajo el nombre de *la Cuadra*. La empresa cerró en 1901 debido a la falta de dinero y descontento de los trabajadores.

Luego, el ingenioso arranque eléctrico del Cadillac en 1913, simplificó la tarea de encender un motor de combustión interna, que resultaba difícil e inclusive peligroso. La innovación en la revolución industrial, con líneas de producción masiva y barata por Ford desde 1908 influyó en la caída del auto eléctrico. Además, las mejoras en el sistema de combustión interna fueron mas rápidas que en los eléctricos.

La industria del carro eléctrico desapareció por completo a finales de 1930, quedando relegada a la mejora en las aplicaciones de la industria, como

montacargas introducidos en 1923 por Yale, elevadores de baterías eléctricas o carros de golf eléctricos, presentados por Lektra en 1954.

2.2. Aditivos para gasolinas

Constituyen unas sustancias químicas agregadas a un combustible para mejorar sus propiedades químicas, a pesar que se utilicen pequeñas cantidades durante la elaboración, cambiando sus características. Luego del refino, se añaden a las gasolinas dos clases principales de productos: los mejoradores del número de octano y los detergentes.

Después de los años 60, dos ideas han centrado la atención: la lucha contra la contaminación antes de la crisis del petróleo del año 1973; después la disminución del consumo. Se puede considerar, de hecho, que los dos objetivos están íntimamente relacionados. En efecto, todo desajuste de un sistema de admisión provocará una modificación de la riqueza de la mezcla (aire-combustible) y consecuentemente se traducirá en una modificación, por una parte, del consumo, y por otra, de la naturaleza y de la cantidad de contaminantes emitidos, CO, NOX, Hidrocarburos no quemados.

La limpieza continua de un circuito de admisión por un aditivo contenido en la gasolina contribuirá a mantener el reglaje en su valor óptimo e impedirá una tendencia de empeorar el funcionamiento del motor. Los carburantes están sometidos a una reglamentación estricta en lo que respecta a las propiedades físicas y de combustión, tal como es el número de octano, que es la característica más representativa.

El refinador no puede suministrar en condiciones económicas un combustible con las especificaciones requeridas y la función de los derivados

orgánicos del plomo ha sido, durante largo tiempo, disminuir el número de octano claro y el número requerido por la legislación.

El desarrollo de catalizadores para la combustión de hidrocarburos no quemados impone la necesidad de no utilizar derivados del plomo y los refinadores han optado por adoptar compuestos oxigenados como componentes de la gasolina, aunque a concentraciones muy superiores a las de los derivados del plomo.

Actualmente se están diseñando nuevas gasolinas sin plomo, con un contenido en aromáticos más bajos, pero incorporando diversos derivados oxigenados.

2.3. Análisis de gomas en los combustibles

Cuando se hace referencia a las gomas en los combustibles, son compuestos que se forman a través del proceso de craqueo. Formadas por partículas gelatinosas de tamaño considerable, que producen obstrucción en los filtros y los circuitos de alimentación, concluyendo en daños graves en el motor, carburador o sistema de inyección.

La formación de las gomas se debe al almacenamiento en tanques grandes, debido al reposo del combustible, pudiéndose evitar a través de la utilización de aditivos antioxidantes.

2.4. Biodiesel

Este combustible puede obtenerse a partir de grasas animales, aceites vegetales, vírgenes o reciclados, a través de procesos industriales que permiten la preparación de sustitutos parciales o totales del diésel obtenidos a partir del refinamiento del petróleo. El biodiesel puede combinarse con gasóleo en distintas cantidades como B100 que utiliza únicamente biodiesel, o distintas combinaciones que involucran derivados del petróleo y biocombustible como: B5, B10, B30, B50 donde la numeración indica el porcentaje de biodiesel que se encuentra en la mezcla.

2.5. Etanol

Compuesto químico obtenido de la fermentación de azúcares que pueden utilizarse como combustibles puros o en cantidades distintas con gasolina, con el objetivo de reemplazar el consumo de los derivados del petróleo.

La mezcla resultante de gasolina y etanol se conoce como Gasol u Oleonafta. Dos mezclas comunes son la E85 o E10, con contenidos de 85% y 10%, respectivamente.

El etanol se utiliza cada vez más como complemento para oxigenar la gasolina normal, reemplazando al éter metiltert-butílico (MTBE). Este último es responsable de una considerable contaminación del suelo y del agua subterránea.

Como fuente para la producción de etanol en el mundo se utiliza fundamentalmente biomasa. Este etanol es denominado, por su origen, bioetanol.

2.6. Gravedad API

La gravedad API, o grados API, por sus siglas en inglés, *American Petroleum Institute*, es una medida de densidad, en comparación con el agua a temperaturas iguales. Determina que tan pesado o liviano es el petróleo. Los resultados superiores a 10 implican que son más livianos que el agua, por lo tanto, flotarían en ésta. La gravedad API se usa también para comparar densidades de fracciones extraídas del petróleo.

La fracción de este aceite flota en otra, denotando cual es más liviana. Matemáticamente carece de unidades. Sin embargo, siempre al número se le aplica la denominación grados API. Se mide con un instrumento denominado hidrómetro.

2.7. Gas de efecto invernadero

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al calentamiento del planeta. Debido a que estos permiten la entrada de los rayos ultra violeta, pero los reflejan de nuevo a la tierra al momento de intentar salir, calentándolo. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración ha variado debido a la industria desarrollada por el ser humano, creando un sinfín de gases artificiales. Estos gases contribuyen de forma directa al efecto invernadero por la estructura de sus moléculas y cantidad presente en la atmósfera.

2.8. Monóxido de carbono

El monóxido de carbono, también denominado óxido de carbono, gas carbonoso y anhídrido carbonoso, cuya representación química es CO, rescata las siguientes características: es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico.

La inhalación de este gas en altos niveles, puede causar la muerte por intoxicación. Este se produce por la combustión deficiente de las sustancias como gasolina, keroseno, carbón, petróleo, madera, tabaco, entre otros. Las calderas, calentadores y aparatos domésticos como estufas, calentadores de queroseno, también lo producen si no funcionan correctamente. Los mayores contaminadores son los motores de combustión interna y carboneras.

2.9. Hidrocarburos

Las combinaciones de C y H, hidrocarburos, pueden considerarse por su estructura como esqueletos fundamentalmente de las moléculas orgánicas, con sus valencias libres unidas al H. de los hidrocarburos puede derivarse cualquier estructura orgánica sustituyendo a los hidrógenos.

Dentro del área industrial, la mayoría de productos orgánicos se obtienen por medio de los hidrocarburos que se encuentran en el petróleo, carbón, gas natural y derivados. Los más importantes son: petroquímicas y carboquímicas.

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos, en la tierra, formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono y átomos de hidrógeno. Los hidrocarburos forman los compuestos básicos de la Química Orgánica.

Los casos de intoxicaciones por hidrocarburos crean complicaciones relativamente severas en el sistema respiratorio, la gasolina, aceites, queroseno, y barnices para el tratamiento de muebles, son agentes contaminantes implicados en las intoxicaciones. Para tratar se requiere intubación y ventilación mecánica. Inducir al vomito puede causar daños irreversibles.

2.10. Óxido nitroso

El óxido de nitrógeno (II), óxido nítrico² o monóxido de nitrógeno (NO) es poco soluble y un gas incoloro, presente en los mamíferos en pequeñas cantidades. También ubicado por el aire, producido por automóviles y plantas de energía. Se lo considera un agente tóxico.

En altas temperaturas el nitrógeno (N₂) y el oxígeno (O₂) moleculares pueden combinarse para formar óxido nítrico; por ello las actividades humanas han incrementado en gran medida la presencia de este gas en la atmósfera. Este gas en el aire puede convertirse en ácido nítrico, produciendo así lluvia ácida. Además, el NO y el NO₂ son en parte responsables del agujero en la capa de ozono.

Su efecto con la radiación solar es doble. Mientras en la baja atmósfera contribuyen al calentamiento global, en la alta lo hacen al oscurecimiento global.

2.11. Óxido de azufre

El óxido de azufre y trióxido de azufre (SO₃) es, en condiciones normales, un sólido incoloro de textura fibrosa; pero en condiciones estándar (a 25°C y 1 atm) es un gas, un contaminante importante, siendo el principal agente de la lluvia ácida.

2.12. Plan de mantenimiento

En las operaciones de mantenimiento, preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o que están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo, antes de que estos ocurran.

2.13. Análisis de lubricantes

Las técnicas de análisis de lubricantes son fundamentales para determinar el deterioro del lubricante, la entrada de contaminantes y la presencia de partículas de desgaste. Actualmente, existen equipos de taller para análisis de aceites que permiten montar un laboratorio de análisis rápido de aceites en la planta industrial, lo cual permite:

- Obtener resultados inmediatos sobre los análisis
- Reducir el coste de análisis por muestra

Los equipos de taller para análisis rápido de muestras miden los siguientes parámetros:

- Índice de detracción química, para evaluar el deterioro del aceite lubricante.
- Constante dieléctrica, para evaluar el deterioro del aceite lubricante y su contaminación.
- Contenido en agua, para evaluar su contaminación.
- Índice de desgaste férrico, para localizar desgastes de piezas de la máquina, tales como engranajes o rodamientos.
- Indicador de partículas no férricas, para verificar si existe entrada de contaminantes.
- Viscosidad, para comprobar la efectividad del lubricante y estudiar su degradación química o entrada de contaminantes líquidos.

2.14. Torque y potencia

Se mencionan dos conceptos de la mecánica que las personas tienden a confundir, el primero es el de torque que, por definición, es el producto de una fuerza por la distancia donde se aplica dicha fuerza, esto también se denomina momento o trabajo mecánico. Otra definición de torque es: el trabajo que puede realizar un motor, su unidad es Kg m, Libras pie, entre otros.

El otro concepto es el de potencia: es el trabajo que se puede desarrollar por unidad de tiempo, es decir, es la velocidad con que se puede realizar un trabajo, su unidad es CV, KW, HP, entre otros. Por ejemplo, se puede subir una cuesta en una moto de 2 HP o una de 20 HP, pero la velocidad a la que lo realizan con cada una, va a ser diferentes; de hecho, con la de 20 HP se logra realizar con mayor velocidad.

Como se ha dicho, el producto de la fuerza por la distancia donde se aplica es el torque del motor (fuerza medida por la balanza por el largo de la palanca). Como la potencia es el torque por unidad de tiempo, se puede determinar la potencia desarrollada por este motor, relacionando el torque con las revoluciones por minuto del motor, ordenando las unidades y haciendo conversiones se puede obtener la potencia en CV o KW. Por ejemplo:

- Si del ensayo obtenemos un torque de 19 Kg m a 2 300 rpm.
- La potencia correspondiente será: $P = (19 \text{ Kg m}) \times 2\,300 \text{ rpm} / 716,20 = 61 \text{ HP}$.

Repitiendo estas operaciones para distintos regímenes de rpm, obtendremos la curva de potencia a distintas revoluciones del motor.

2.15. Poder calorífico

El poder calorífico es la cantidad de energía por unidad de masa o unidad de volumen de materia que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación, quedan excluidas las reacciones nucleares, no químicas, de fisión o fusión nuclear, para ello se usa la fórmula:

- $E = m \cdot c^2$.

El poder calorífico expresa la energía que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente y es igual a la energía que mantenía unidos los átomos en las moléculas de combustible (energía de enlace), menos la energía utilizada en la formación de nuevas moléculas en las materias (generalmente gases) formadas en la combustión.

2.16. Punto de ignición

El de inflamabilidad es el conjunto de condiciones de entorno en que una sustancia combustible inflamable está en condiciones de iniciar una combustión, si se le aplica una fuente de calor a suficiente temperatura, llegando al punto de ignición.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Descripción de la empresa

3.1.1. Ubicación

EEGSA (Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.), dirección: 8ª. Avenida 29-51, zona 8, Ciudad de Guatemala, Teléfono: 2277-7000

3.1.2. Misión

Somos un grupo de empresas guatemaltecas pertenecientes a una organización multilatina dentro del sector eléctrico, basamos nuestros resultados en personal competente fundamentados en valores definidos en la organización, gestión interna eficiente, prestación de productos y servicios de alta calidad, generación de bienestar y productividad a la sociedad, y la promoción de nuevas y mejores fuentes de energía para el beneficio del cliente.

3.1.3. Visión

Al año 2022 ser el grupo líder del mercado energético a nivel regional, ofreciendo una variedad de productos y servicios, orientados al crecimiento y expansión local e internacional, aceptado y valorado por la sociedad en general, rentables desde la perspectiva social, ambiental y financiera, proporcionando valor agregado a nuestros grupos de interés.

3.2. Descripción del proceso de fabricación del etanol y biodiesel en Guatemala

A continuación, se mostrará las características de los biocombustibles, su producción y su desarrollo en Guatemala.

3.2.1. Etanol

3.2.1.1. Características del etanol

El etanol es un compuesto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que puede utilizarse como combustible, solo, o bien mezclado en cantidades variadas con gasolina. Su uso se ha extendido principalmente para reemplazar el consumo de derivados del petróleo.

El combustible resultante de la mezcla de etanol y gasolina se conoce como Gasol u Oleonafta. Dos mezclas comunes son E10 y E85, con contenidos de etanol del 10 % y 85 %, respectivamente.

El etanol también se utiliza cada vez más para oxigenar la gasolina normal, reemplazando al éter metiltert-butílico (MTBE). Este último es responsable de una considerable contaminación del suelo y del agua subterránea.

Figura 1. **Materia prima para producir etanol**

Materia prima	Cultivo	Rendimiento (lts/ ton de cultivo)	Rendimiento (lts/ha)
Sacarosa	Remolacha (jugo)	100	7 000
	Caña (jugo)	70-85	6 000
		10	590
	Caña (melaza)	10	730
Almidón	Maíz	400	3 000
	Trigo	340	2 700
	Maíz/trigo	285	
Celulosa	Bagazo (caña)	55	3 850

Fuente: SEIELO. <http://www.scielo.com>. Consulta: junio de 2016.

Como fuente para la producción de etanol en el mundo se utiliza fundamentalmente biomasa. Este etanol es denominado, por su origen, bioetanol.

3.2.1.2. Etanol en Guatemala

Existen cinco destilerías en el país que producen etanol, se cuenta con una capacidad instalada de 790 millones de litros al día (180 millones de litros anuales), actualmente más del 80 % de etanol se exporta principalmente a Europa y Estados Unidos.

En Guatemala el producto no es mezclado aún con la gasolina; existe una ley vigente pero inoperable que es el Decreto 17-85 “Ley del Alcohol Carburante”. Es muy importante que el uso de este oxigenante sea legislado, reglamentado y monitoreado para que los consumidores reciban el producto con las especificaciones correctas.

Es importante que países como Guatemala empiecen a producir y utilizar combustibles renovables, como parte de una Política Energética con una visión a largo plazo, para lograr obtener todos los beneficios del uso de combustibles renovables y enfocarse hacia el desarrollo sostenible.

En Guatemala se propone iniciar con E10 (10 % etanol y 90 % gasolina), para garantizar que ningún vehículo del parque vehicular tenga problemas; en el país inclusive hay carros que pueden aceptar hasta el 22 % de etanol, en Estados Unidos hay más de 5 millones de carros que aceptan E85 (85 % etanol y 15 % de gasolina); en Brasil hay carros de combustibles flexibles que pueden aceptar hasta 100 % de etanol o cualquier porcentaje de mezcla, en donde en el 2007 más del 80 % de las ventas fueron de Flex Fuel.

Lo importante es empezar a producir y usar localmente este combustible y que los guatemaltecos sean beneficiados, y con forme pasen los años, ir aumentando el porcentaje de mezcla para que los beneficios sean mayores.

3.2.1.3. Producción del etanol

Para la producción de etanol carburante son básicamente tres procesos principales:

- Fermentación: proceso en el cual las levaduras se comen el azúcar de la materia prima y generan alcohol y dióxido de carbono.
- Destilación: es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla.
- Deshidratación: proceso en donde se le elimina el agua a la mezcla, para obtener un grado de pureza de alcohol a un grado de 99,6 de pureza y que puede ser utilizado como alcohol carburante.

3.2.2. Biodiesel

El Biodiesel es un combustible sustituto del gas-oil para motores diésel, el cual puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales virgen o usado y/o grasas animales).

3.2.2.1. Características del biodiesel

El biodiesel posee las mismas propiedades del combustible diésel empleado como combustible para automóviles, camiones, buses y puede ser mezclado en cualquier proporción con el diésel obtenido de la refinación del petróleo. No es nocivo para la salud humana, para la vegetación, los animales vivos y no daña monumentos y/o edificios. Por tal motivo su empleo es ventajoso frente al combustible diésel sobre, todo para el transporte público en las grandes

ciudades. Es seguro y fácil de transportar, además aumenta la vida de los motores debido a que posee un poder lubricante mayor, mientras que el consumo de combustible, la autoignición, la potencia y el torque del motor permanecen inalterado.

Materias primas, como se mencionó anteriormente, el biodiesel se puede producir de diferentes materias primas agrícolas. A continuación se presenta el rendimiento por hectárea que se obtiene por cultivo. Los siguientes ejemplos dan una idea del potencial de cada cultivo:

Figura 2. **Materia prima para producir biodiesel**

Cultivo	Lts/Ha
Palma (<i>Elaeis guineensis</i>)	5 550
Cocotero (<i>Acronomia aculeata</i>)	4 200
Coco (<i>Cocos nucifera</i>)	2 510
Aguacata (<i>Persea americana</i>)	2 460
<i>Jatropha curcas</i>	1 590
Ricino (<i>Ricinus communis</i>)	1 320
Colza (<i>Brassica napus</i>)	1 100
Maní (<i>Arachis hipogaea</i>)	990
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	890
Tung (<i>Aleurites fordii</i>)	880
Arroz (<i>Oriza sativa</i>)	770
Soja (<i>Glicine max</i>)	420
Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>)	270

Fuente: ACRGUATEMALA. <http://www.acrguatemala.com/biodiesel.htm>. Consulta: junio de 2016.

3.2.2.2. Biodiesel en Guatemala

Esta industria es reciente en el país, por lo que la producción aún se realiza a pequeña escala, especialmente para autoconsumo en motores estacionarios o vehículos que usan diésel.

Las materias primas para la producción local pueden ser la palma africana, *Jatropha Curcas* (piñón), *reicinus communis* (higuerillo), aceites reciclados y grasas animales. La producción de palma africana en Guatemala es de 290 000 toneladas por año, la cual abastece a Guatemala y el excedente se exporta a México, en su mayoría. A corto plazo el biodiesel no se podrá producir de esta materia prima, ya que tiene prioridad “comestible” que “combustible”.

En la actualidad se estima que existen más de 600 mil hectáreas de tierras ociosas y/o subutilizadas que tienen las cualidades de suelo y clima para la siembra de *Jatropha* y que además no compite con la parte “comestible”.

Actualmente se cuenta con ocho pequeños productores de biodiesel en el país, contando con una capacidad instalada de 4 000 galones al día, la mayoría de esta producción es con aceite reciclado, únicamente tres de ellos usa la *Jatropha* como materia prima, esto por la falta de siembra de la misma.

No existe un marco legal que regule la cadena de comercialización de biodiesel, ya que su producción es muy pequeña para abastecer las necesidades del mercado.

3.2.2.3. Producción de biodiesel

La producción de biodiesel es sencilla, y no responde a economías de escala. Se parte de un aceite vegetal, o grasa animal, a los que se somete a un proceso de transesterificación.

Como resultante de este proceso se obtiene biodiesel y un sub-producto conocido como glicerina. Esta última se utiliza para la elaboración de cosméticos, medicina, lubricación de maquinaria, fabricación de jabón, entre otros. La transesterificación se logra mezclando el aceite vegetal o la grasa animal, con un alcohol liviano y un catalizador. Al cabo de un tiempo de reposo, se separan por decantación, el biodiesel y la glicerina.

Si fue correctamente elaborado, el biodiesel que se obtiene solo requiere filtrado antes de ser usado. Se lo puede almacenar igual que el gasoil.

3.3. Combustibles fósiles

3.3.1. Características de combustibles

La principal característica de un combustible es el calor desprendido por la combustión completa. Una unidad de masa (kilogramo) de combustible, llamado poder calorífico, se mide en joules por kilogramo, en el sistema internacional (SI) (normalmente en kilojoules por kilogramo, ya que el joules es una unidad muy pequeña). En el sistema técnico de unidades, en calorías por kilogramo y en el sistema anglosajón en BTU por libra.

Figura 3. **Poderes caloríficos de sustancias combustibles**

Combustible	Poder Calorífico (kj /kg)
Gasolina	4 5000
Petróleo	4 4000
Gasóleo	427 000
Gas Natural	42 000
Carbón	27 000
Corcho	21 000
Madera	19 000

Fuente: *TECNOARE*. <http://www. http://agrega.carm.energia/.html>. Consulta: junio de 2016.

Otra característica de los combustibles, en ciertos casos muy importante, es la llamada temperatura de ignición, o temperatura a la que se desencadena la reacción de combustión arriba citada.

3.3.2. Tipos de combustibles

Existen tres tipos principales de combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural.

- Carbón: mayormente, las plantas terrestres forman el carbón, el primer combustible fósil que se usó. Es un recurso abundante en el

planeta y está compuesto en su mayor parte por carbono. Se obtiene por medio de la minería de superficie o de profundidad. Tiene varias ventajas, entre las que se encuentra la posibilidad de modificarlo; por ejemplo, puede licuarse para producir aceite crudo sintético, o ser gasificado con la intención de formar un combustible parecido al gas natural.

- **Petróleo:** está compuesto por una mezcla de hidrocarburos, oxígeno, nitrógeno y una pequeña cantidad de azufre. Se trata de un combustible líquido que incluye a todos los combustibles fósiles de hidrocarburos líquidos y puede referirse al crudo o a los productos derivados hechos del petróleo crudo refinado. Se recupera por medio de la perforación de pozos a través de barreras de roca no porosas, que retienen el petróleo.
- **Gas natural:** es una mezcla incolora de gases de hidrocarburos compuesta principalmente de metano; fue el último combustible fósil que se consideró una importante fuente de energía. Es necesario perforar las reservas subterráneas para adquirirlo, y después de ello, se almacena en grandes cavernas para usarlo cuando es necesario.

3.3.3. Aditivos

Un aditivo para combustible es una sustancia química agregada a un producto para mejorar sus propiedades, en el caso de los combustibles dicha sustancia es utilizada en pequeñas cantidades añadida durante su elaboración por el fabricante, para cambiar las características del mismo y para mejorar sus propiedades.

Hay diferentes características que puede mejorar los aditivos:

Octanaje: el compuesto de tetraetilo de plomo que se utilizó durante décadas, pero es muy contaminante y se ha prohibido su uso. El etanol y el MTBE se usan como aditivos para lograr mejor combustión de la gasolina.

Oxigenadores: mejoran la combustión del combustible. Evitando los humos, los hidrocarburos no quemados y los restos de carbonilla. Además de mejorar el consumo y la potencia. Aunque no todos estos aditivos aumentan la potencia por no contener productos que aumenten concretamente el octanaje.

Detergentes: mejoran la pulverización de la gasolina, la mezcla y el contacto con el oxígeno del aire.

Colorantes: se utilizan para evitar confundir combustibles o el fraude fiscal con combustibles con menos impuestos (ej. Combustible agrícola o de calefacción).

3.4. Vehículos eléctricos

Los autos eléctricos, son vehículos capaces de desplazarse sólo con el uso de baterías y de un motor capaz de convertir la electricidad en potencia para mover el vehículo.

3.4.1. Características y funcionamientos de vehículos eléctricos

Los autos eléctricos crean menos polución que los autos alimentados con gasolina/diésel, por lo que son una alternativa menos contaminante. Producen menos contaminación acústica, lo cual se agradece sobre todo en las ciudades. Un auto eléctrico es movido por un motor eléctrico en lugar de un motor a gasolina. Desde el exterior, es casi imperceptible darse cuenta que se trata de un auto eléctrico, y de hecho muchos autos eléctricos son creados al convertir un vehículo de gasolina, limitando las diferencias. Lo primero que podemos notar cuando seleccionamos uno de estos vehículos, es que el vehículo es muy silencioso.

Detalles genéricos de estos automóviles:

- El motor de gasolina es reemplazado por un motor eléctrico
- El motor eléctrico recibe su potencia de un controlador
- El controlador recoge la potencia de un conjunto de baterías

Algunos de los cambios que se han de realizar en un coche eléctrico se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El motor de gasolina, el silenciador, el convertidor catalítico y el tanque de la gasolina son retirados.
- El embrague es retirado, dejando la transmisión en su lugar.
- Un nuevo motor de corriente alterna es ajustada a la transmisión con un plato adaptador.
- Un controlador eléctrico es añadido para controlar el motor eléctrico.
- Se instalan motores eléctricos para hacer funcionar elementos que solían coger su energía del motor: aire acondicionado, parabrisas, limpia parabrisas, etc.
- Un cargador es añadido a las baterías para que se recarguen.

Básicamente, estos son los cambios principales de un coche transformado a uno eléctrico, aunque existen más. Las estadísticas más comunes de este nuevo vehículo son las siguientes.

- La velocidad máxima suele estar en 120 km/h
- Las baterías pesan entre 100 y 200 kg
- Las baterías duran unos tres o cuatro años

El corazón de un coche eléctrico es la combinación de:

- El motor eléctrico
- El controlador del motor
- Las baterías

El controlador recoge la energía de las baterías y se lo entrega al motor. El acelerador va conectado a un par de potenciómetros (resistencias variables), los cuales permiten el paso de energía que indique al controlador. El controlador puede enviar/entregar varios niveles de potencia, controlando la velocidad.

3.4.2. Batería gel

Una de las ventajas principales de las baterías de gel comparada con las baterías tradicionales es su larga duración, además de la mayor limpieza y seguridad de manejo, al convertirse en agua los gases que se producen durante la carga, agua que retorna a la misma batería.

Con las baterías de gel aumentan también los ciclos de carga a los que puede someterse este nuevo tipo de baterías para vehículos eléctricos. Su ciclo

de vida es bastante mayor y con ello la cantidad de veces que se puede recargar lo es también.

En cuanto al mantenimiento, las baterías de gel están libres de él. Por no hablar de su baja tasa de auto descarga (velocidad con que se va descargando aun cuando no está en uso alguno).

A la hora de ser montadas sobre vehículos más movidos, como motos, tienen además la ventaja de poder ser montadas en cualquier posición, sin temor a que derrame parte de sus ácidos.

3.4.3. Batería litio

La batería de litio-ferrofosfato o LFP (conocida como battery life) es una batería de ion-litio con un cátodo de fosfato de hierro-litio: LiFePO_4 . El fosfato de hierro-litio, es un mineral natural de la familia del olivino. Estas baterías son estables, duraderas y seguras, pero hasta el momento su uso se limita por su menor capacidad energética, debido a su fiabilidad y disminución en el riesgo de combustión, presente en las de óxido de litio cobalto.

Son recomendables en aplicaciones de aeronáutica, automoción, robótica y medicina, donde un fallo puede significar un problema grave.

Se han ensayado varias estrategias para mejorar el funcionamiento de las baterías de LiFePO_4 , como reducir las dimensiones de las partículas del compuesto para facilitar el trasiego de los iones, o recubrirlas con un material de mayor conductividad eléctrica para dar un empujón extra a los cationes de litio.

Algunas de las características importantes son:

- Durante el tiempo de vida de la batería, no necesita mantenimiento
- Este tipo de batería mantiene es el 100 % todo su poder hasta que se agota
- Se muy seguras debido a que no explotan o incendian con sobrecargas
- No son de contenido acuoso

4. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

4.1. Características técnicas vehículo eléctrico

Durante el desarrollo del proyecto EEGSA participó con los siguientes vehículos eléctricos:

Tabla I. Listado muestra del plan piloto “Vehículos Eléctricos Volta Energy”

No. 1	VOLTA BATERIA GEL	BLANCO	HATCHBACK	FABRICANTE SUNRA	2016	P203GDY
No. 2	VOLTA BATERIA LIFEP04	BLANCO	HATCHBACK	FABRICANTE SUNRA	2016	P195GDY

Fuente: elaboración propia.

Loss automóviles mencionados anteriormente se caracterizan por utilizar batería de litio y, el otro, batería de gel. Con el fin de documentar el desempeño, beneficios al utilizarlos y conocimientos de las características más importantes y poder analizar la viabilidad de involucrar más de este tipo.

Figura 4. Vehículo eléctrico Volta Energy



Fuente: EEGSA, La Castellana. Julio de 2016.

Figura 5. **Vehículo eléctrico Volta Energy Litio**



Fuente: Volta, Departamento de mantenimiento. Febrero de 2016.

De las características más importantes del vehículo eléctrico que utiliza la batería de gel encontramos:

- Versión EV01
- Los vehículos no producen emisiones de gases
- Tipo de motor JHQ-GLM10A1, AC
- Potencia 10.5 kw
- Máximo torque 100 Nm
- Capacidad batería 96V120AH (8 piezas, 11.52 kwh)
- Peso de la batería 344 kg
- Aire acondicionado
- Timón hidráulico
- Calefacción
- Sistema abs
- Frenos de discos
- Suspensión delantera independiente
- Suspensión trasera resortes helicoidales
- Transmisión automática
- Bolsas de aire delanteras
- Cerradura central, vidrios eléctricos
- Radio

En la imagen anterior se puede apreciar ilustraciones de aspectos característicos del auto como: 1) apariencia física del automóvil, 2) tablero de panel de control, 3) transmisión automática, y panel de aire acondicionado, 4) toma corriente del carro, 5) toma corriente, 6) batería gel, 7) motor eléctrico.

Figura 6. Vehículo eléctrico Volta Energy Gel



Fuente: Volta, Departamento de mantenimiento. Febrero de 2016.

De las características más importantes del vehículo eléctrico que utiliza la batería de gel encontramos:

- Versión EV01
- Los vehículos no producen emisiones de gases
- Tipo de motor JHQ-GLM10A1, AC
- Potencia 10.5 kW
- Máximo torque 100 Nm
- Capacidad batería 96V160AH (15.36 kWh)
- Peso de la batería 280 kg
- Aire acondicionado
- Timón hidráulico
- Calefacción
- Sistema abs
- Frenos de discos
- Suspensión delantera independiente
- Suspensión trasera resortes helicoidales
- Transmisión automática
- Bolsas de aire delanteras
- Cerradura central, vidrios eléctricos
- Radio

En la imagen anterior se puede apreciar ilustraciones de aspectos característicos del auto como: 1) apariencia física del automóvil, 2) tablero de panel de control, 3) transmisión automática, y panel de aire acondicionado, 4) toma corriente del carro, 5) toma corriente, 6) batería gel, 7) motor eléctrico.

4.1.1. Plan de mantenimiento

A continuación se desarrolla el plan de mantenimiento sugerido a EEGSA para los vehículos eléctricos, distribuidos por Volta Energy en el cual se toman aspectos importantes como las sugerencias del fabricante SUNRA para que pueda estar siempre en los rangos de garantía y las mejoras sugeridas por la unidad de transportes de EEGSA.

Dentro de la elaboración de un eficiente plan de mantenimiento se decide, enfocarse en ciertos aspectos que facilitarán la comprensión del plan preventivo, estos aspectos se mencionan a continuación.

4.1.2. Esquema de la planificación de los mantenimientos para vehículos de batería gel y litio

Dentro de la elaboración de un eficiente plan de mantenimiento se decide, enfocarse en ciertos aspectos que mejoran la comprensión del esquema de mantenimiento, estos aspectos se mencionan a continuación:

- Mantenimiento para baterías litio y gel.
- Los intervalos pueden realizarse por kilómetros recorridos o por meses.
- El área de inspección se basa en el sistema de suspensión, de dirección, sistema de frenos, puerto de carga, sistema eléctrico y neumático.
 - Rote de neumáticos
 - Cambio de líquido de frenos
 - Pastillas y discos de frenos
 - Eje y suspensión

- Puerto de carga
- Cable de freno
- Soporte de eje de transmisión
- Informe de la batería
- Aceite reductor
- Acople de engranaje de dirección
- Acople de rótulas de dirección
- Sistema eléctrico
- Tabla de referencia de operadores
- Sugerencia de la unidad de transportes de EEGSA

4.1.3. Descripción tipos de uso, severo y moderado

Los vehículos eléctricos se organizan de dos maneras: uso moderado y uso severo. Esto se debe al tipo de terreno en el que se desenvuelven, los cuales se mencionan a continuación:

Uso severo: Este tipo de plan se basa en condiciones de uso drástico como:

- Viajes repetidos a temperaturas normales.
- Paradas continuas en tiempo caluroso.
- Conducción a baja velocidad por largas distancias.
- Conducir en condiciones de mucho polvo, caminos de terracería o lodo.
- El uso de porta equipajes en el techo del vehículo.

Uso moderado: Este tipo de plan se basa en condiciones de uso regular como:

- Recorridos que no forcé al vehículo.
- Características de conducción no mencionadas en el plan severo.
- Además de las características de manejo, no es necesario remplazar los repuestos mencionadas en este tipo de plan.

4.1.4. Planificación de mantenimientos basados en meses o kilómetros recorridos

Se planifica que el mantenimiento pueda realizarse enfocándose en dos aspectos importantes:

- tiempo (meses)
- recorrido (kilómetros)

Esto se debe a que el vehículo puede ser almacenado por largo tiempo u operar continuamente. El mantenimiento basado en meses se enfoca en una proyección a cuatro años, según el tipo de mantenimiento.

Mantenimiento severo

- Intervalos de seis meses

Mantenimiento moderado

- Intervalos de doce meses

El mantenimiento basado en kilómetros recorridos se enfoca en una proyección con intervalos de:

- Doce mil kilómetros recorridos

4.1.5. Descripción de las sugerencias realizadas por el departamento de transportes de EEGSA

Dentro de los aspectos evaluados en las recomendaciones sugeridas por la unidad de transportes de EEGSA, se encuentra el sistema de dirección, sistema de frenos, neumáticos, batería, sistema eléctrico y suspensión.

El objetivo de estas sugerencias es aplicar la experiencia obtenida a través del tiempo en los mantenimientos de los vehículos eléctricos y mantenerse dentro de los parámetros que cubre la garantía de Volta Energy.

A continuación se presentan las recomendaciones de la unidad de transportes.

- La inspección de neumáticos se realiza cada 12 000 kilómetros.
- Inspección de eje y suspensión cada 48 000 kilómetros.
- Inspección puerto de carga cada 24 000 kilómetros.
- Inspección maguito del soporte del eje de transmisión cada 12 000.
- Informe de uso de la batería cada 24 000 kilómetros.
- Inspección de rotulas de suspensión delantera cada 48 000 kilómetros.
- Inspección acople del engranaje de dirección cada 48 000 kilómetros.
- Inspección sistema eléctrico cada 12 000 kilómetros.

- Inspección de la tapa de sellado del puerto de carga cada 48 000 kilómetros.
- La inspección del sistema de frenos se realiza cada 5 000 kilómetros por ser el único sistema de frenado y de carecer de compresiones de motor.
- Inspección de líneas y cable de freno cada 24 000 kilómetros según fabricante.
- cambio de líquido de frenos cada 48 000 km.
- cambio de discos de frenos y pastillas cada 24 000 kilómetros.
- inspección de aceite reductor cada 24 000.

4.1.6. Función de la tabla *operadores*

Dentro del esquema de planificación de los vehículos eléctricos se decide crear una sección que facilite la interpretación del mantenimiento requerido según especificaciones, con la finalidad de ahorrar tiempo, costos y facilitar la interpretación del esquema por parte del operador.

Debido a que el mantenimiento se divide en dos planes, severo y moderado, se segmenta de igual manera la tabla de operadores como se muestra a continuación:

Para mantenimientos severos se utiliza una nomenclatura específica que además, de referencia, incluye los repuestos a intercambiar dentro del servicio.

Plan Severo:

K12

- Rote los neumáticos
- Pastillas y discos de frenos
- Eje y suspensión
- Manguito del soporte del eje de transmisión
- Rótulas de suspensión delantera
- Acople del engranaje de dirección
- Acople de rótulas de dirección
- Sistema eléctrico

K24

- Rote los neumáticos
- Cambio de líquido de frenos
- Pastillas y discos de frenos
- Eje y suspensión
- Líneas y cable de freno
- Puerto de carga
- Manguito del soporte del eje de transmisión
- Informe uso de batería
- Rótulas de suspensión delantera
- Aceite reductor

- Acople del engranaje de dirección
- Acople de rotulas de dirección
- Sistema eléctrico

K48

- Rote los neumáticos
- Cambio de líquido de frenos
- Pastillas y discos de frenos
- Eje y suspensión
- Líneas y cable de freno
- Puerto de carga
- Manguito del soporte del eje de transmisión
- Informe uso de batería
- Rótulas de suspensión delantera
- Aceite reductor
- Acople del engranaje de dirección
- Acople de rótulas de dirección
- Sistema eléctrico
- Tapa de sellado del puerto de carga

Para mantenimientos moderados se utiliza una nomenclatura específica que además de referencia incluye los repuestos a cambiar dentro del servicio.

Plan Moderado:

K10

- Rote los neumáticos
- Sistema eléctrico

K20


- Rote los neumáticos
- Pastillas y discos de frenos
- Líneas y cable de freno
- Puerto de carga
- Manguito del soporte del eje de transmisión
- Informe uso de batería
- Aceite reductor
- Sistema eléctrico

K20

- Rote los neumáticos
- Cambio de líquido de frenos
- Pastillas y discos de frenos
- Eje y suspensión
- Líneas y cable de freno
- Puerto de carga

- Manguito del soporte del eje de transmisión
- Informe uso de batería
- Rótulas de suspensión delantera
- Aceite reductor
- Acople del engranaje de dirección
- Acople de rotulas de dirección
- Sistema eléctrico
- Tapa de sellado del puerto de carga

Tabla III. **Recomendaciones para plan de mantenimiento severo
vehículos de batería litio**

<p>Las siguientes recomendaciones se realizan con base a la experiencia adquirida de la unidad de transportes de EEGSA.</p> <p>Las inspecciones y cambios se realizaran según condiciones de EEGSA y recomendaciones del fabricante Volta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspección de neumáticos se realiza cada 12 000 kilómetros ● Inspección de eje y suspensión cada 12 000 kilómetros ● Inspección puerto de carga cada 24 000 kilómetros ● Inspección del soporte del eje de transmisión cada 12 000 kilómetros ● Informe de uso de la batería cada 24 000 kilómetros ● Inspección de rotulas de suspensión delantera cada 12 000 kilómetros ● Inspección acople del engranaje de dirección cada 24 000 kilómetros ● Inspección sistema eléctrico cada 12 000 kilómetros ● Inspección tapa de sellado del puerto de carga cada 48 000 kilómetros ● La inspección del sistema de frenos se realiza cada 5 000 kilómetros, por ser el único sistema de frenado y de carecer de compresiones de motor <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>Inspección de líneas y cable de freno cada 24 000 kilómetros Cambio de líquido de frenos cada 24 000 kilómetros cambio de discos de frenos y pastillas cada 24 000 kilómetros Inspección de aceite reductor cada 24 000 kilómetros</p> </div>
--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería litio, uso severo**

*Operadores		
<p>A continuación, se muestra un esquema que facilitará la comprensión de las actividades de mantenimiento por parte del personal. Ya que se divide en tres grupos de mantenimientos caracterizados por poseer todos los puntos críticos a inspeccionar, identificados de la siguiente manera: K12, K24 y K48</p>		
Plan de Mantenimiento para Vehículos Eléctricos VOLTA EVO1		
Mantenimiento 1 (uso severo)		
k12	k24	k48
Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos ▶ Cambio de líquido de frenos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Aceite reductor ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema de eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos ▶ Cambio de líquido de frenos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Aceite reductor ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema de eléctrico ▶ Tapa de sellado del puerto de carga

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.2. Plan de mantenimiento, vehículo de batería litio, uso moderado


Tabla V. Plan de mantenimiento vehículo eléctrico batería litio, uso moderado

Plan de Mantenimiento Vehículo Eléctrico VOLTA BATERIA LIFEPO4		Volta											
Plan de Mantenimiento 2 (uso moderado)													
Área a inspeccionar o Cambios requeridos	Kilómetros Recorridos										Meses		
	12,000	24,000	48,000	60,000	84,000	96,000	120,000	132,000	144,000	153,000		168,000	180,000
Rote los neumáticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de líquido de frenos		X											X
Inspeccione lo siguiente													
Pastillas y discos de frenos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Eje y suspensión		X											X
Lineas y cable de freno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puerto de carga	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manguito del soporte, eje transmisión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informe de uso de la batería	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rotulas de suspensión delantera		X											X
Aceite reductor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acople del engranaje de dirección		X											X
Acople de rotulas de dirección		X											X
Sistema eléctrico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tapa de sellado del puerto de carga		X											X
Operadores*													
	K10	K20	K40	K10	K10	K20	K10	K10	K10	K10	K20	K10	K40

*Operadores referirse a tabla de selección de artículos de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Recomendaciones para plan de mantenimiento moderado
vehículos de batería litio**

<p>Las siguientes recomendaciones se realizan con base a la experiencia adquirida de la unidad de transportes de EEGSA.</p> <p>Las inspecciones y cambios se realizaran según condiciones de EEGSA y recomendaciones del fabricante Volta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspección de neumáticos se realiza cada 12 000 kilómetros ● Inspección de eje y suspensión cada 12 000 kilómetros ● Inspección puerto de carga cada 24 000 kilómetros ● Inspección del soporte del eje de transmisión cada 12 000 kilómetros ● Informe de uso de la batería cada 24 000 kilómetros ● Inspección de rotulas de suspensión delantera cada 12 000 kilómetros ● Inspección acople del engranaje de dirección cada 24 000 kilómetros ● Inspección sistema eléctrico cada 12 000 kilómetros ● Inspección tapa de sellado del puerto de carga cada 48 000 kilómetros ● La inspección del sistema de frenos se realiza cada 5 000 kilómetros, por ser el único sistema de frenado y de carecer de compresiones de motor <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>Inspección de líneas y cable de freno cada 24 000 kilómetros Cambio de líquido de frenos cada 24 000 kilómetros cambio de discos de frenos y pastillas cada 24 000 kilómetros Inspección de aceite reductor cada 24 000 kilómetros</p> </div>
--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería litio, uso moderado

*Operadores		
<p>A continuación, se muestra un esquema que facilitará la comprensión de las actividades de mantenimiento por parte del personal. Ya que se divide en tres grupos de mantenimientos caracterizados por poseer todos los puntos críticos a inspeccionar, identificados de la siguiente manera: K10, K20 y K40</p>		
<p><u>Plan de Mantenimiento para Vehículos Eléctricos VOLTA EVO1</u></p>		
Mantenimiento 2 (uso moderado)		
k10	k20	k40
Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos inspeccione ▶ Sistema eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Aceite reductor ▶ Sistema de eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos ▶ Cambio de líquido de frenos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Aceite reductor ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema de eléctrico ▶ Tapa de sellado del puerto de carga

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.3. Plan de mantenimiento, vehículo de batería gel, uso severo


Tabla VIII. Plan de mantenimiento vehículo eléctrico batería gel, uso severo

Plan de Mantenimiento Vehículo Eléctrico VOLTA BATERIA GEL				Plan de Mantenimiento 1 (uso severo)												
				Kilómetros Recorridos												Meses
Área a inspeccionar o Cambios requeridos	Kilómetros Recorridos													Meses		
	12,000	24,000	48,000	84,000	96,000	120,000	132,000	144,000	153,000	168,000	180,000	192,000				
Rote los neumáticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Cambio de líquido de frenos	X	X			X									6/12/48/60/72/84/96		
Inspeccione lo siguiente																
Pastillas y discos de frenos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/30/42/60/66/72/78/84/90/96		
Eje y suspensión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Lineas y cable de freno	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	12/48/60/72/84/96		
Puerto de carga	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	12/24/48/60/72/84/96		
Manguito del soporte, eje transmisión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Informe de uso de la batería	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	12/24/48/60/72/84/96		
Rotulas de suspensión delantera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Aceite reductor	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	12/24/48/60/72/84/96		
Acople del engranaje de dirección	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Acople de rotulas de dirección	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Sistema eléctrico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6/12/24/30/42/48/60/66/72/78/84/90/96		
Tapa de sellado del puerto de carga		X			X			X			X		X	24/48/72/96		
													Operadores*			
													X			

*Operadores referirse a tabla de selección de artículos de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Recomendaciones para plan de mantenimiento severo
vehículos de batería gel**

<p>Las siguientes recomendaciones se realizan con base a la experiencia adquirida de la unidad de transportes de EEGSA.</p> <p>Las inspecciones y cambios se realizaran según condiciones de EEGSA y recomendaciones del fabricante Volta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspección de neumáticos se realiza cada 12 000 kilómetros ● Inspección de eje y suspensión cada 12 000 kilómetros ● Inspección puerto de carga cada 24 000 kilómetros ● Inspección del soporte del eje de transmisión cada 12 000 kilómetros ● Informe de uso de la batería cada 24 000 kilómetros ● Inspección de rotulas de suspensión delantera cada 12 000 kilómetros ● Inspección acople del engranaje de dirección cada 24 000 kilómetros ● Inspección sistema eléctrico cada 12 000 kilómetros ● Inspección tapa de sellado del puerto de carga cada 48 000 kilómetros ● La inspección del sistema de frenos se realiza cada 5 000 kilómetros, por ser el único sistema de frenado y de carecer de compresiones de motor <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>Inspección de líneas y cable de freno cada 24 000 kilómetros Cambio de líquido de frenos cada 24 000 kilómetros cambio de discos de frenos y pastillas cada 24 000 kilómetros Inspección de aceite reductor cada 24 000 kilómetros</p> </div>
--	--


Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería litio, uso severo**

*Operadores		
<p>A continuación, se muestra un esquema que facilitará la comprensión de las actividades de mantenimiento por parte del personal. Ya que se divide en tres grupos de mantenimientos caracterizados por poseer todos los puntos críticos a inspeccionar, identificados de la siguiente manera: K12, K24 y K48</p>		
Plan de Mantenimiento para Vehículos Eléctricos VOLTA EVO1		
Mantenimiento 1 (uso severo)		
k12	k24	k48
Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos ▶ Cambio de líquido de frenos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Aceite reductor ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema de eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos ▶ Cambio de líquido de frenos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Aceite reductor ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema de eléctrico ▶ Tapa de sellado del puerto de carga

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Recomendaciones para plan de mantenimiento moderado vehículos de batería gel

<p>Las siguientes recomendaciones se realizan con base a la experiencia adquirida de la unidad de transportes de EEGSA.</p> <p>Las inspecciones y cambios se realizaran según condiciones de EEGSA y recomendaciones del fabricante Volta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspección de neumáticos se realiza cada 12 000 kilómetros ● Inspección de eje y suspensión cada 12 000 kilómetros ● Inspección puerto de carga cada 24 000 kilómetros ● Inspección del soporte del eje de transmisión cada 12 000 kilómetros ● Informe de uso de la batería cada 24 000 kilómetros ● Inspección de rotulas de suspensión delantera cada 12 000 kilómetros ● Inspección acople del engranaje de dirección cada 24 000 kilómetros ● Inspección sistema eléctrico cada 12 000 kilómetros ● Inspección tapa de sellado del puerto de carga cada 48 000 kilómetros ● La inspección del sistema de frenos se realiza cada 5 000 kilómetros, por ser el único sistema de frenado y de carecer de compresiones de motor <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p>Inspección de líneas y cable de freno cada 24 000 kilómetros Cambio de líquido de frenos cada 24 000 kilómetros cambio de discos de frenos y pastillas cada 24 000 kilómetros Inspección de aceite reductor cada 24 000 kilómetros</p> </div>
--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Guía de operador plan de mantenimiento vehículo batería gel, uso moderado

*Operadores		
<p>A continuación, se muestra un esquema que facilitará la comprensión de las actividades de mantenimiento por parte del personal. Ya que se divide en tres grupos de mantenimientos caracterizados por poseer todos los puntos críticos a inspeccionar, identificados de la siguiente manera: K10, K20 y K40</p>		
<p><u>Plan de Mantenimiento para Vehículos Eléctricos VOLTA EVO1</u></p>		
Mantenimiento 2 (uso moderado)		
k10	k20	k40
Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos	Área a inspeccionar o cambios requeridos
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos inspeccione ▶ Sistema eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Aceite reductor ▶ Sistema de eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rote los neumáticos ▶ Cambio de líquido de frenos inspeccione ▶ Pastillas y discos de frenos ▶ Eje y suspensión ▶ Líneas y cable de freno ▶ Puerto de carga ▶ Manguito del soporte del eje de transmisión ▶ Informe uso de batería ▶ Rótulas de suspensión delantera ▶ Aceite reductor ▶ Acople del engranaje de dirección ▶ Acople de rótulas de dirección ▶ Sistema de eléctrico ▶ Tapa de sellado del puerto de carga

Fuente: elaboración propia.

4.1.7. Puntos críticos evaluados

4.1.7.1. Consumo energético

A continuación se aborda el tema sobre el consumo energético del carro eléctrico, que será analizado, para luego realizar una comparación del costo que conlleva utilizar un vehículo eléctrico y un automóvil de características similares que opera con combustibles fósiles. Los aspectos importantes son:

- Consumo kW/h carga al 100 %
- Precio del kW/h en el momento
- Cuántos kilómetros recorre mensualmente

Luego de haber analizado los aspectos anteriores y de la verificación del consumo que tiene cada vehículo a través de los medidores de energía se establecen los siguientes valores:

- El tiempo necesario para alcanzar una carga del 100 % es de 9 horas, consumiendo (1,82 kW/h).
- Costo del kW/h en quetzales (Q1,14).

A continuación se procede hacer un análisis comparativo entre un carro eléctrico y uno que opera con gasolina.

Los vehículos a utilizar serán los vehículos eléctricos EVO1 y para el automóvil de gasolina se utilizará el recomendado por la empresa, el cual es un Hyundai Accent modelo 2015, con las siguientes características:

Los datos a continuación son con fines demostrativos, únicamente.

- Se establece que ambos vehículos recorren un total de 400 kilómetros semanales y 1 600 kilómetros mensuales, esto a través de una prueba controlada en la que se preestablece el recorrido.

Las características del vehículo de gasolina son:

Figura 7. **Características vehículo de combustión interna**



Fuente: Elaboración Propia, Colonia Santa Clara, Villa Nueva. Mayo de 2016.

- Un automóvil hatchback, motor 1 600 cc
45 km/gal promedio.
- Consumiendo 9 galones a la semana y 36 al mes.

- Los datos de kilómetros recorridos por galón son suministrados por los consumos documentados.

Las características del vehículo eléctrico son:

Figura 8. **Características vehículo eléctrico Volta**



Fuente: VOLTA. <http://www.SUNRA.COM>. Consulta: junio de 2016.

- Un automóvil hatchback, motor eléctrico de 10,5 kW.
- Cada carga al 100 % recorre 90 km en promedio para ambos vehículos.
- Se cargaría 18 veces al mes.

**Tabla XIV. Costo de cargar los vehículos eléctricos vs. carros
combustión interna**

Carro Eléctrico vs. Carro Gasolina			
Tiempo de carga estimada 9 horas, Distancia recorrida al mes: 1 600 km			
Vehículo Eléctrico Volta Energy		Vehículo Combustible Fósil	
Batería litio	Batería gel	Gasolina	Gasolina
consumo energético	consumo energético	consumo combustible	consumo combustible
16,29 kW/h	17,37 kW/h	45 km/gal	45 km/gal
cantidad de cargas realizadas mensualmente	cantidad de cargas realizadas mensualmente	cantidad de galones despachados mensualmente	cantidad de galones despachados mensualmente
18	18	36	36
precio kW/h en quetzales	precio kW/h en quetzales	precio galón de gasolina regular	precio galón de gasolina súper
Q 1,14 kW/h	Q 1,14 kW/h	Q21,50	Q22,50
recorrido mensual	recorrido mensual	recorrido mensual	recorrido mensual
1 600 km	1 600 km	1 600 km	1 600 km
Gasto total de Mantenimiento			
Q334,27	Q356,43	Q774	Q810

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se presenta un análisis entre gasolina y el vehículo eléctrico, luego de esto se pretende realizar la misma prueba controlada para distintos combustibles como:

- Diésel
- Biodiesel
- Gasolina y etanol

A continuación se procede hacer un análisis comparativo entre un carro eléctrico y uno que opera con diésel y biodiesel.

Los vehículos a utilizar serán, los vehículos eléctricos EVO1 y para el automóvil de diésel se utilizará el pick up Nissan frontier sugerido por la empresa eléctrica EEGSA.

Los datos a continuación son confines demostrativos únicamente.

- Se establece que ambos vehículos recorren un total de 400 kilómetros semanales y 1 600 kilómetros mensuales, esto a través de una prueba controlada en la que se preestablece el recorrido.

Figura 9. **Características vehículo de combustión interna diésel**



Fuente: Elaboración Propia, EEGSA, La Castellana. Agosto de 2016.

Las características del vehículo de diésel son:

- Un automobile pick-up, motor 2 700 cc
41,6 km/gal promedio.
- Consumiendo 9,6 galones a la semana y 38,5 al mes.
- Los datos de recorrido son suministrados por los consumos documentados.

Las características del vehículo biodiesel son:

- Un automobile pick-up, motor 2 700 cc
43,91 km/gal promedio.
- Consumiendo 9,1 galones a la semana y 36,4 al mes.
- Los datos de recorrido son suministrados por los consumos documentados.

**Tabla XV. Costo de cargar los vehículos eléctricos vs carros
combustión interna diésel y biodiesel**

Carro Eléctrico VS Carro Diésel			
Tiempo de carga estimada 9 horas, Distancia recorrida al mes: 1 600 km			
Vehículo Eléctrico Volta Energy		Vehículo Combustible Fósil y biocombustible	
Batería litio	Batería gel	Diésel	Biodiesel
consumo energético	consumo energético	consumo combustible	consumo combustible
16,29 kW/h	17,37 kW/h	41,6 km/gal	43,91 km/gal
cantidad de cargas realizadas mensualmente	cantidad de cargas realizadas mensualmente	cantidad de galones despachados mensualmente	cantidad de galones despachados mensualmente
18	18	38,5	36,4
precio kW/h en quetzales	precio kW/h en quetzales	precio galón de diésel	precio galón de biodiesel
Q 1,14 kW/h	Q 1,14 kW/h	Q19,5	Q20,32
recorrido mensual	recorrido mensual	recorrido mensual	recorrido mensual
1 600 km	1,600 km	1 600 km	1 600 km
Gasto total de Mantenimiento			
Q334,27	Q356,43	Q750,75	Q740

Fuente: elaboración propia.

A continuación se procede hacer un análisis comparativo entre un carro eléctrico y uno que opera con gasolina y gasolina/etanol.

Los vehículos a utilizar serán, los vehículos eléctricos EVO1 y para el automóvil de gasolina se utilizará el automóvil Suzuki Jimmy sugerido por la empresa EEGSA.

Los datos a continuación son con fines demostrativos, únicamente.

- Se establece que ambos vehículos recorren un total de 400 kilómetros semanales y 1 600 kilómetros mensuales, esto a través de una prueba controlada en la que se preestablece el recorrido.

Figura 10. **Vehículo de combustión interna gasolina**



Fuente: Elaboración Propia, Universidad del Valle de Guatemala. Julio de 2016.

Las características del vehículo de gasolina y gasolina/etanol son:

- Un automóbile, motor 1 300 cc
41,1 km/gal promedio.
- Consumiendo 9,7 galones a la semana y 39 al mes.
- Los datos de recorrido son suministrados por los consumos documentados.

Las características del vehículo biodiesel son:

- Un automobilo, motor 1 300 cc
40,1 km/gal promedio.
- Consumiendo 9., galones a la semana y 39,9 al mes.
- Los datos de recorrido son suministrados por los consumos documentados.

**Tabla XVI. Costo de cargar los vehículos eléctricos vs carros
combustión interna gasolina y gasolina/etanol**

Carro Eléctrico VS Carro Gasolina			
Tiempo de carga estimada 9 horas, Distancia recorrida al mes: 1,600 km			
Vehículo Eléctrico Volta Energy		Vehículo Combustible Fósil y gasolina/etanol	
Batería litio	Batería gel	Gasolina	Gasolina/etanol
consumo energético	consumo energético	consumo combustible	consumo combustible
16,29 kW/h	17,37 kW/h	41,1 km/gal	40,1 km/gal
cantidad de cargas realizadas mensualmente	cantidad de cargas realizadas mensualmente	cantidad de galones despachados mensualmente	cantidad de galones despachados mensualmente
18	18	39	39.9
precio kW/h en quetzales	precio kW/h en quetzales	precio galón de gasolina regular	precio galón de gasolina súper
Q 1,14 kW/h	Q 1,14 kW/h	Q20,99	Q22,32
recorrido mensual	recorrido mensual	recorrido mensual	recorrido mensual
1 600 km	1 600 km	1 600 km	1 600 km
Gasto total de Mantenimiento			
Q334,27	Q356,43	Q818,61	Q890,56

Fuente: elaboración propia.

Luego de la comparación de los combustibles fósiles, biocombustibles y el consumo del automóvil eléctrico, sigue sobresaliendo el costo de recorrido del vehículo eléctrico, por algunas características, como el proceso de producción de los combustibles.

4.1.7.2. Rendimiento de kilometraje

En esta sección se realiza la comparación de kilómetros recorridos por los autos eléctricos, con una carga al 100 %, para la batería de gel y de litio,

Tabla XVII. Tabla comparativa de kilómetros recorridos

Datos del Vehículo Eléctrico Volta Energy	
batería gel	batería litio
Datos Según Fabricante	
kilómetros que recorre con 100 % de carga (Promedio)	
110 – 130	160 – 180
Datos Pruebas de Campo	
kilómetros que recorre con 100 % de carga (Promedio)	
85	95

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el recorrido que entrega cada vehículo disminuye según el fabricante, esto se debe a condiciones como: tránsito, estado de la carretera, inclinación, uso de radio, luces y aire acondicionado.

4.1.8. Observaciones importantes

El freno de disco: es un sistema de frenado usado normalmente para ruedas de vehículos, en el cual una parte móvil (el disco) con la rueda que gira es sometido al rozamiento de unas superficies de alto coeficiente de fricción (las pastillas) que ejercen sobre ellos una fuerza suficiente como para transformar toda o parte de la energía cinética del vehículo en movimiento, en calor, hasta detenerlo o reducir su velocidad, según sea el caso. Esta inmensa cantidad de calor ha de ser evacuada de alguna manera, y lo más rápidamente posible.

Las mordazas flotantes pueden fallar debido al enclavamiento de la mordaza. Esto puede ocurrir por suciedad o corrosión, cuando el vehículo no es utilizado durante tiempos prolongados.

Si esto sucede, la pastilla de freno de la mordaza hará fricción con el disco aun cuando el freno no esté siendo utilizado, ocasionando un desgaste acelerado de la pastilla y una reducción en el rendimiento del combustible, junto con una pérdida de la capacidad de frenado debida al recalentamiento del respectivo conjunto de frenado, provocando además desequilibrio en el frenado, ya que la rueda con freno recalentado frenará menos.

Dentro de la evaluación mecánica se determinó que el sistema de frenos de los vehículos eléctricos era deficiente, dicha prueba consiste en desarmar el vehículo en busca de mejoras, debido a que es un automóvil nuevo en el mercado y de una marca que se introduce recientemente: la tarea fue realizada por el taller de mecánica de EEGSA. Al finalizar se recomienda realizar cambios en el sistema los cuales son:

- Discos Ventilados
- Disco de Mayor Diámetro

- Mordazas más Grandes

Esto se debe a que el carro carece de compresiones de motor por lo que estaría frenando únicamente con el sistema de frenos original del vehículo esto se consideró como de poca fiabilidad, el encargado de los cambios de frenos según especificaciones es Canella, S.A.

4.1.9. Costo de mantenimiento

En esta sección se encuentra el costo de realizar un mantenimiento mayor de los vehículos eléctricos de batería gel y litio, en el cual se cambian todas las piezas del sistema de dirección, suspensión y sistema de frenos. Las piezas son las mismas para ambos automóviles, por ser idénticos.

Tabla XVIII. Tabla comparativa costo de repuestos, distribuidor vs. genérico

Costo de Repuestos para Vehículos Volta Energy		
Característica	Costo Distribuidor	Costo Genérico
Aceite reductor Cod. 098	Q350	Q221
Líquido de frenos Cod. 00123	Q295	Q190
Pastillas Cod. 8760	Q400	Q250
Discos de frenos Cod. 87000	Q750	Q345
Cable de freno Cod. 0877	Q350	Q400
Puerto de carga Cod. 5450	Q440	Q400

Continuación de la tabla XVIII

Bushing del soporte del eje de transmisión R, L Cod. 9890	Q1 200	Q770
Rotulas de suspensión delantera R, L Cod. 2310	Q900	Q350
Acople de engranaje de dirección Cod. 8340	Q1,000	Q600
Acople de rótulas de dirección R, L Cod. 8540	Q650	Q400
Tapa de sellado del puerto de carga Cod. 8773	Q700	Q980
Amortiguador delantero R, L Cod. 8765	Q1 300	Q800
Amortiguador trasero R, L Cod. 8754	Q1 200	Q800
TOTAL	Q9 535	Q6 106

Fuente: elaboración propia.

En la búsqueda de poder reducir costos de mantenimiento se logra contactar un distribuidor del mismo tipo de repuestos en Guatemala. En la tabla anterior se muestra los costos de cada distribuidor, observando que los de Volta Energy son mayores, a pesar de esto se debe seleccionar los originales para estar dentro de las políticas de la garantía.

4.2. Emisiones de gases

Dentro del desarrollo del proyecto de biocombustibles se utilizaron tres vehículos para documentar su comportamiento con la presencia de los distintos combustibles, las características de los vehículos se muestran a continuación:

Tabla XIX. Muestra de vehículos participantes en los proyectos de biodiesel y etanol, análisis de gases contaminantes

TABLA DE VEHICULOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE BIOCOMBUSTIBLES						
No. 1	ETANOL	Blanco/Negro	JEEP	SUZUKI JIMMY	2009	P-825DPQ
No. 2	BIODIESEL	Blanco	PANEL	MITSUBISHI	2009	C-698BNK
No. 3	BIODIESEL	Blanco	PICK-UP	NISSAN	2005	P-432BGH

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior encontramos los datos con los que se identifican los vehículos utilizados en las pruebas de emisiones de gases, estas pruebas tienen como función principal medir la cantidad de partes por millón, de cada gas contaminante.

Además de una explicación breve de las características de cada vehículo, como:

- Centímetros cúbicos
- Transmisión
- Año
- Marca del fabricante
- Combustible
- HP
- Máximo torque

Figura 11. **Características vehículo etanol**



Fuente: EEGSA, La Castellana. Julio de 2016.

Los datos de potencia y torque son obtenidos por medio de una prueba de potencia realizada con combustibles fósiles, en este caso gasolina.

- Suzuki Jimmy 2009, transmisión mecánica
- 1 300 cc, Gasolina
- HP = 67,5
- Max torque = 80,8 ft*lbs

Figura 12. **Características vehículo biodiesel**



Fuente: EEGSA, La Castellana. Abril de 2016.

Los datos de potencia y torque son obtenidos por medio de una prueba de potencia realizada con combustibles fósiles, en este caso diésel.

- Mitsubishi Panel L300, transmisión mecánica
- 2 500 cc, Diésel
- HP = 41,2
- Max torque = 58 ft*lbs

Figura 13. **Características vehículo biodiesel**



Fuente: EEGSA, La Castellana. Mayo de 2016.

Los datos de potencia y torque son obtenidos por medio de una prueba de potencia realizada con combustibles fósiles, en este caso diésel.

- Nissan Pick Up 2009, transmisión mecánica
- 2 700 cc, Diésel
- HP = 46,4, Max torque = 72,3 ft*lbs

Con el apoyo de la Universidad del Valle de Guatemala, se realizó el estudio de los gases tóxicos que emanan los vehículos de combustión interna y que ayuda acelerar el efecto invernadero. Las variables a medir son:

- Monóxido de Carbono (CO)
- Hidrocarburos (HC)
- Óxido Nitroso (NO)
- Dióxido de Azufre (SO₂)

El equipo utilizado en las mediciones de gases es: ENERAC modelo 700, un sistema de medición de emisiones versátil con las características necesarias para cubrir las necesidades del proyecto.

4.2.1. Análisis de emisiones de gases para vehículos que operan con gasolina y con gasolina / etanol

El análisis de combustión se realizó a los vehículos del plan piloto, utilizando como procedimiento una muestra de gases de combustión del vehículo arrancado, sin acelerar y luego análisis de gases a 2 000 rpm.

Con el equipo utilizado se puede obtener los valores de CO, CO₂., HC, O₂., NO, SO₂, temperatura ambiental, temperatura de gases de combustión y exceso

de oxígeno. Sin embargo, las variables que se analizan en cada gráfica son: CO, HC, NO y SO₂.

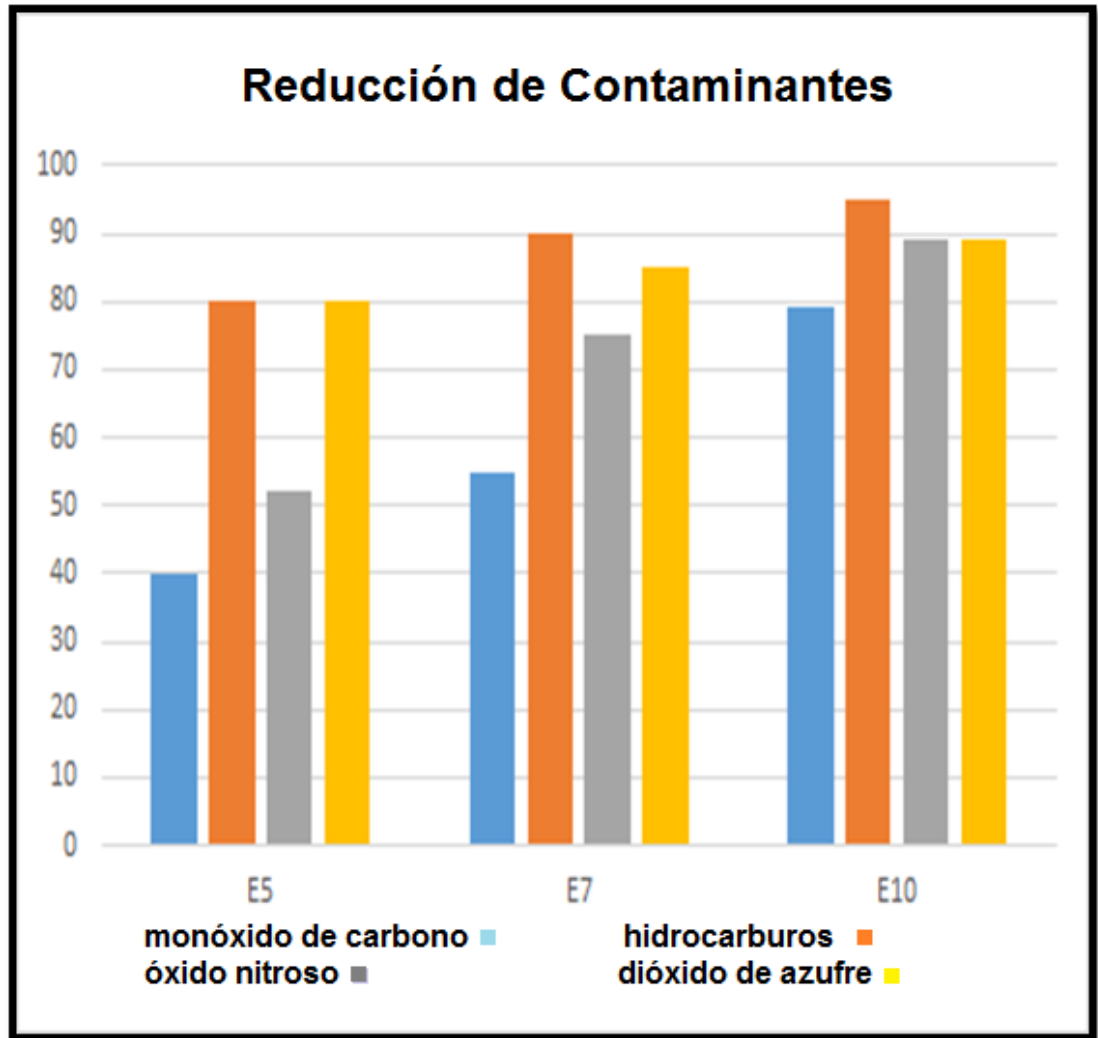
En el desarrollo del proyecto se utilizaron distintas mezclas de etanol y gasolina, las cuales fueron las siguientes:

- E5 (95 % gasolina y 5 % etanol)
- E7 (93 % gasolina y 7 % etanol)
- E10 (90 % gasolina y 10 % etanol)

Dentro de las observaciones en la evaluación de los vehículos se presenta una reducción en la concentración de gases contaminantes en forma inversamente proporcional a la cantidad de etanol utilizado en la mezcla.

A continuación, se presenta una gráfica con los valores porcentuales promedio de reducción de emisiones de los diferentes parámetros, con las diversas mezclas de etanol.

Figura 14. Reducción de gases, etanol



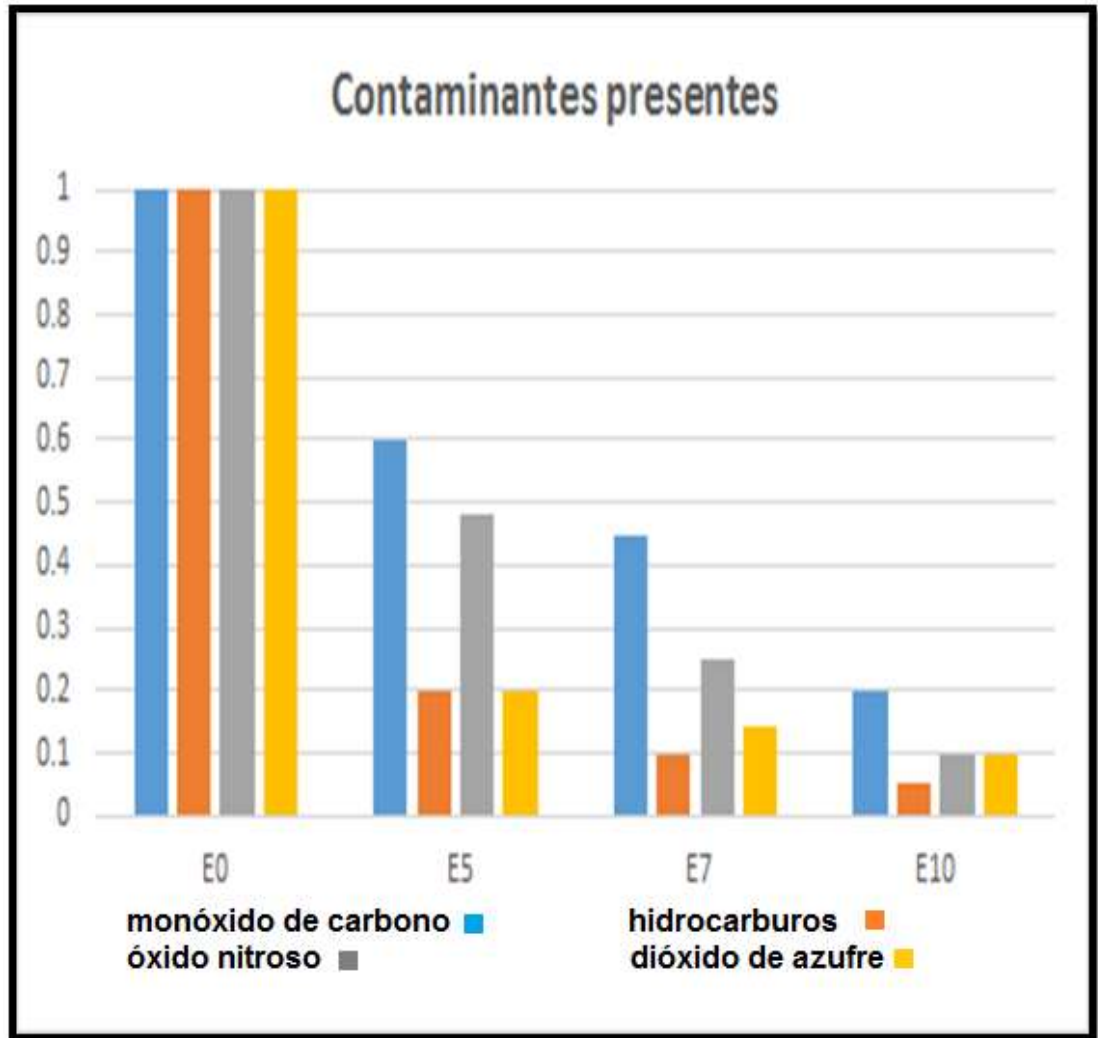
Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

En el caso del CO, al utilizar E10 fue en promedio el 79 % lo que evidencia la reducción de este contaminante en forma significativa y que contribuye a la reducción de emisiones que producen el efecto invernadero y contribuye a una mejor calidad de aire. Reducción de CO-Hidrocarburos-NO-SO₂.

En el caso del NO, la reducción fue más significativa, con un 95 % en promedio de reducción. Esto significa que hay una mejor combustión y por lo tanto la formación del NO, no favorece. Para los hidrocarburos y el SO_2 , la reducción fue de un 89 %.

En la siguiente gráfica se puede visualizar cómo con las diferentes mezclas de etanol fueron disminuyendo los parámetros analizados. Haciendo referencia que 1 ppm es la presencia al E0 y disminuyen conforme aumenta la mezcla.

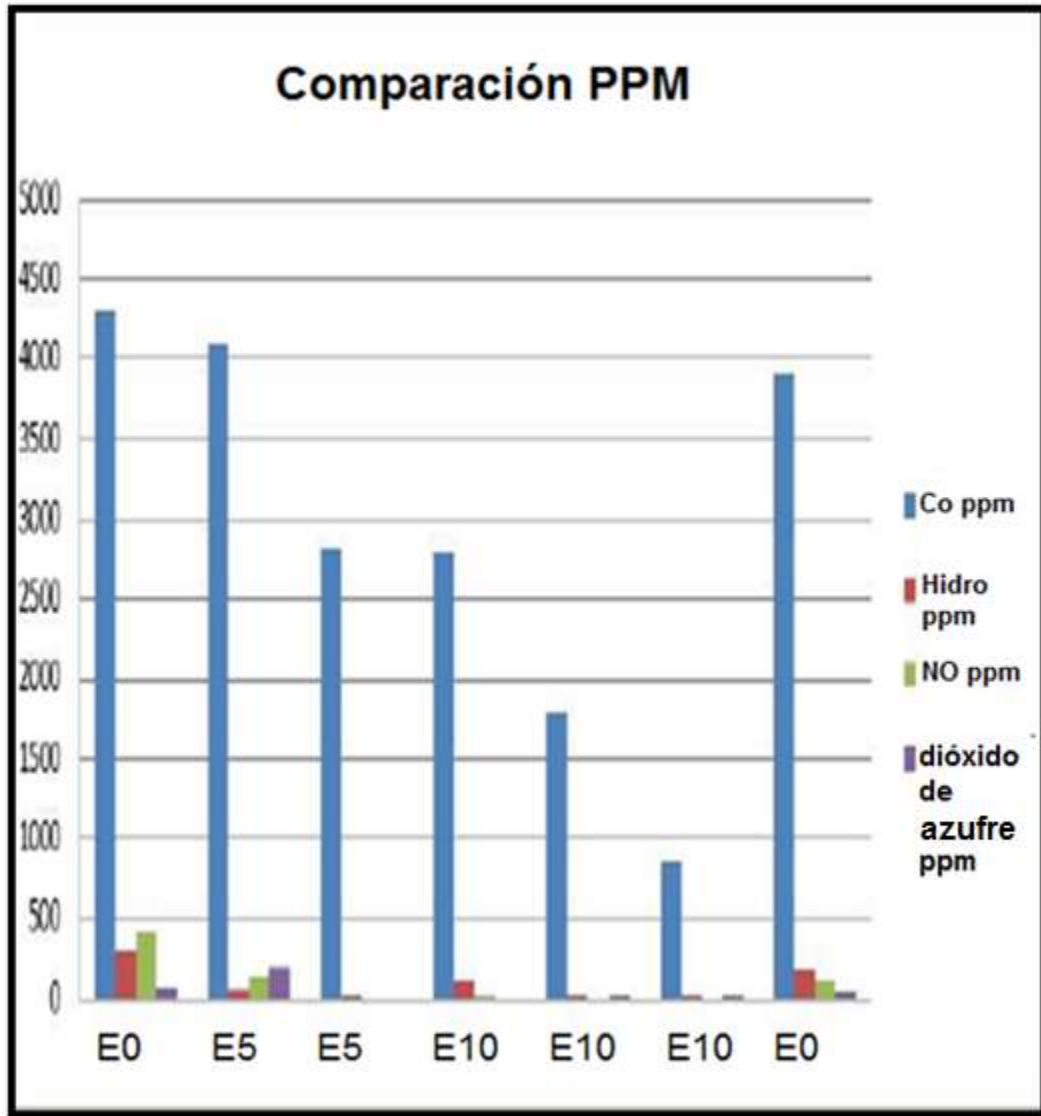
Figura 15. **Contaminantes presentes en las distintas mezclas de etanol**



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

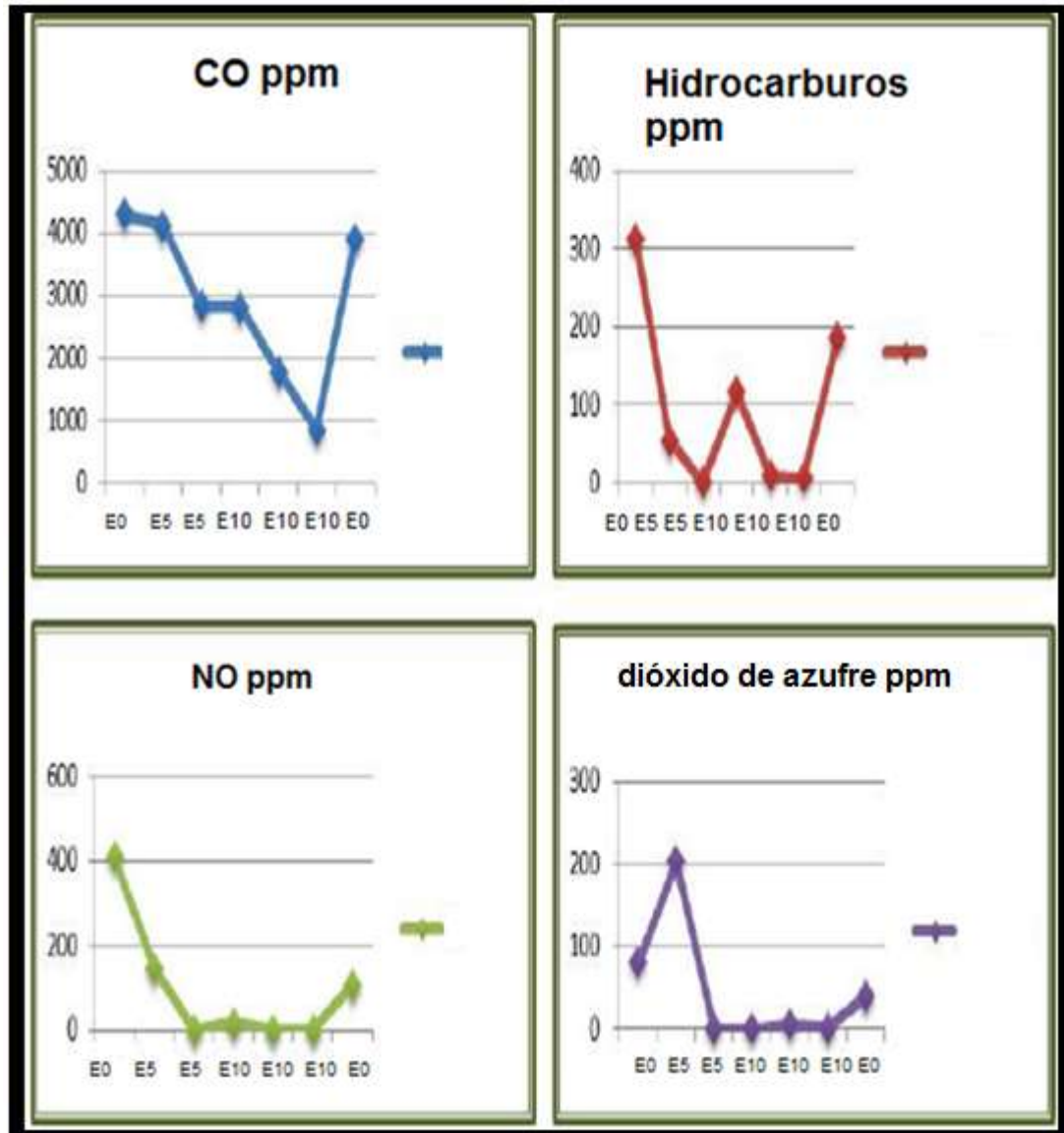
A continuación se presentan las gráficas representativas de los análisis de emisiones de gases del vehículo 442 Suzuki Jimmy de EEGSA.

Figura 16. Reducción de contaminantes en las distintas mezclas de etanol



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 17. Reducción de contaminantes, etanol



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

4.2.1.1. Resumen análisis de emisiones de gases proyecto etanol

Tabla XX. Resultados reducción de emisiones de gases, proyecto etanol

Reducción de Contaminantes en la Mezcla				
se toma como máximo 1 ppm				
Contaminantes	Reducción de contaminantes en %			
	E0	E5	E7	E10
Monóxido de Carbono CO	100 %	40 %	55 %	80 %
Hidrocarburos HC	100 %	80 %	90 %	95 %
Óxido Nitroso NO	100 %	53 %	75 %	90 %
Dióxido de Azufre SO₂	100 %	80 %	85 %	90 %

Fuente: elaboración propia.

Estos análisis muestran, un mayor porcentaje de etanol en la gasolina, incrementan la reducción de los parámetros de CO, HC, NO y SO₂. Como se puede ver en las gráficas, el valor que disminuye más es el Monóxido de Carbono (CO), ya que la combustión es más eficiente. Esto es bien importante porque el CO es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, carbón, petróleo, entre otros.

Figura 18. Toma de mediciones de gases vehículo, proyecto etanol



Fuente: EEGSA. La Castellana. Mayo de 2016.

Si se respira, aún en moderadas cantidades. El monóxido de carbono puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos porque sustituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre.

4.2.2. Análisis de emisiones de gases para vehículos que operan con diésel y con biodiesel

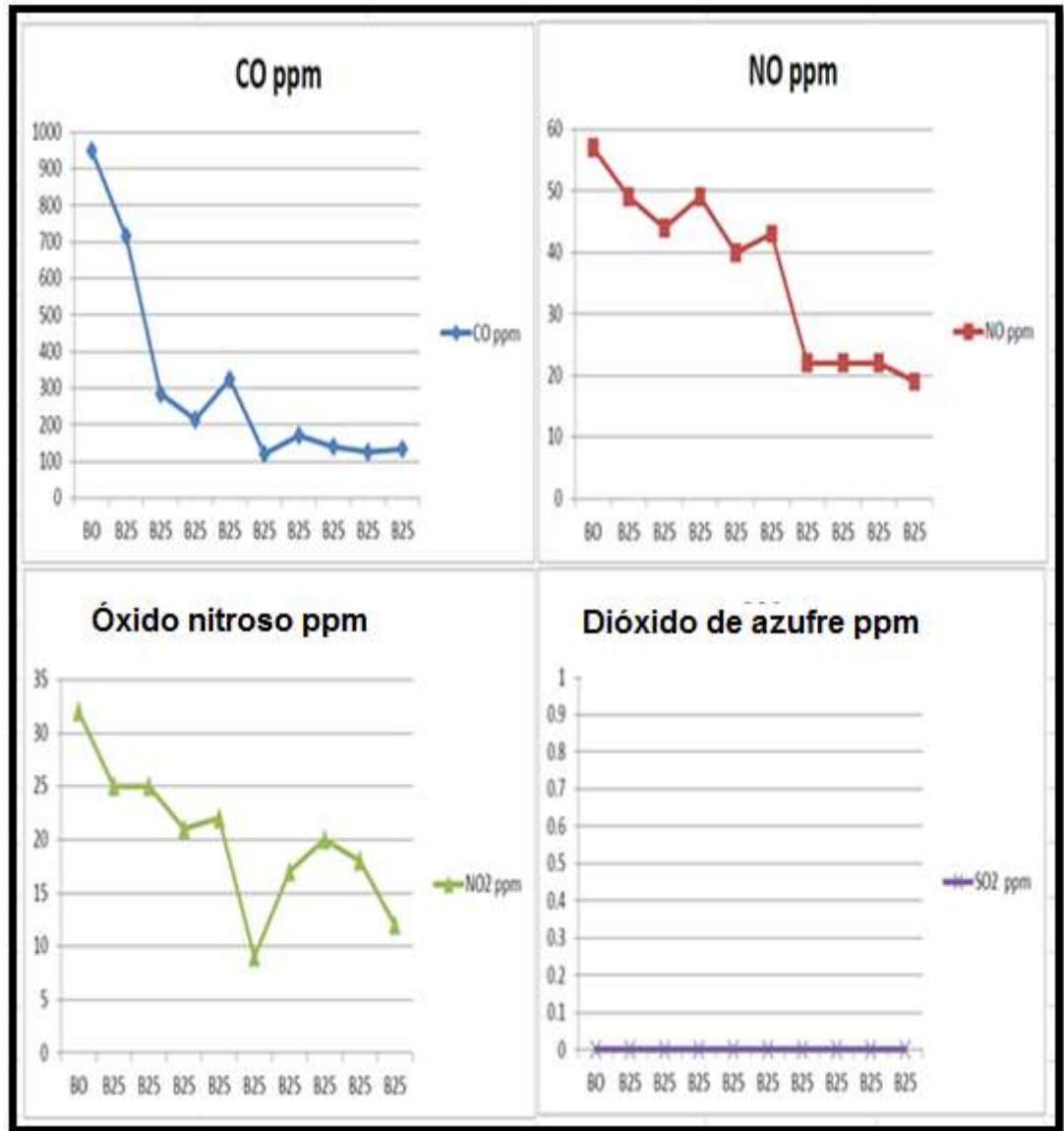
El análisis de emisiones de gases realizado a los vehículos del proyecto de biodiesel, utilizó como procedimiento del estudio una muestra de gases de combustión del vehículo arrancado, sin acelerar y luego un análisis de gases a 2 500 rpm.

Dentro de las observaciones en la evaluación de los vehículos se presenta una reducción en la concentración de gases contaminantes en forma inversamente proporcional a la cantidad de biodiesel utilizado en la mezcla, como lo indican los estudios, a pesar que solo se utilizó una mezcla d B25.

A continuación, se presenta una serie de graficas mostrando la reducción de emisiones de gases para cada vehículo respectivamente.

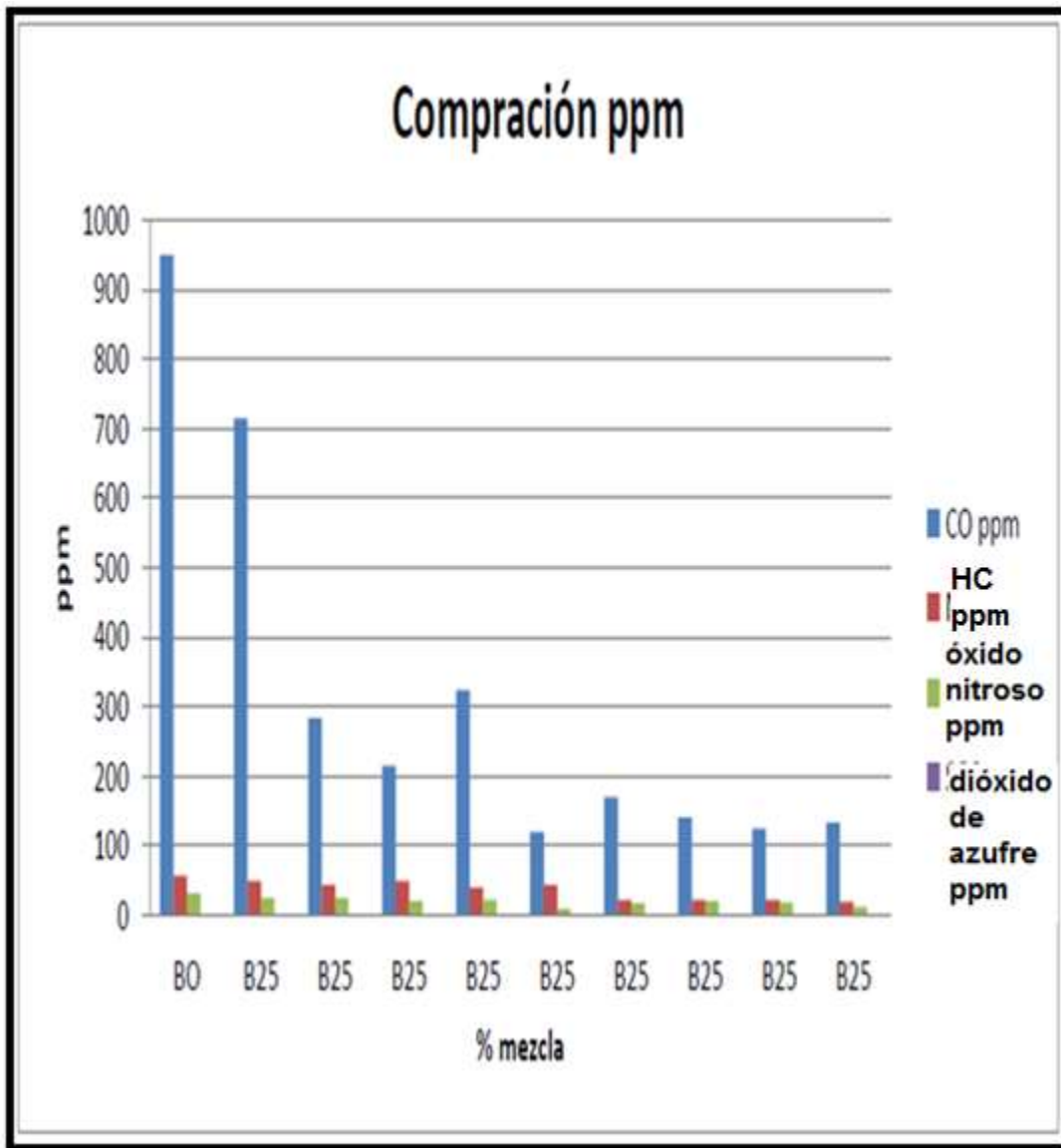
4.2.2.1. Mitsubishi panel L300 #533, placa C-540BLC

Figura 19. Reducción de gases Mitsubishi L300, biodiesel



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 20. Reducción de gases partes por millón, Mitsubishi L300

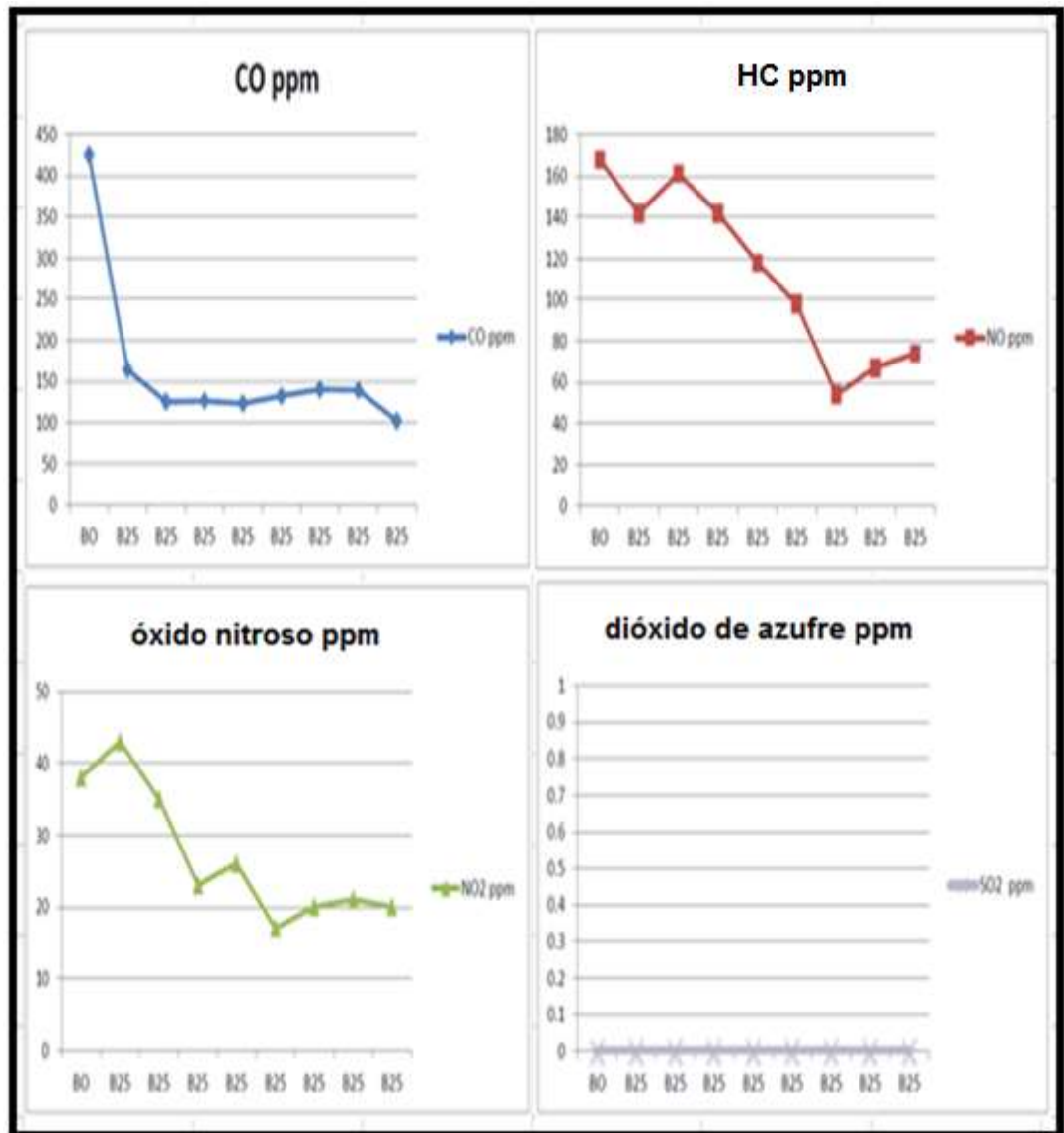


Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

En la gráfica anterior se puede observar cómo fueron decreciendo los agentes contaminantes en partes por millón en la mezcla B25.

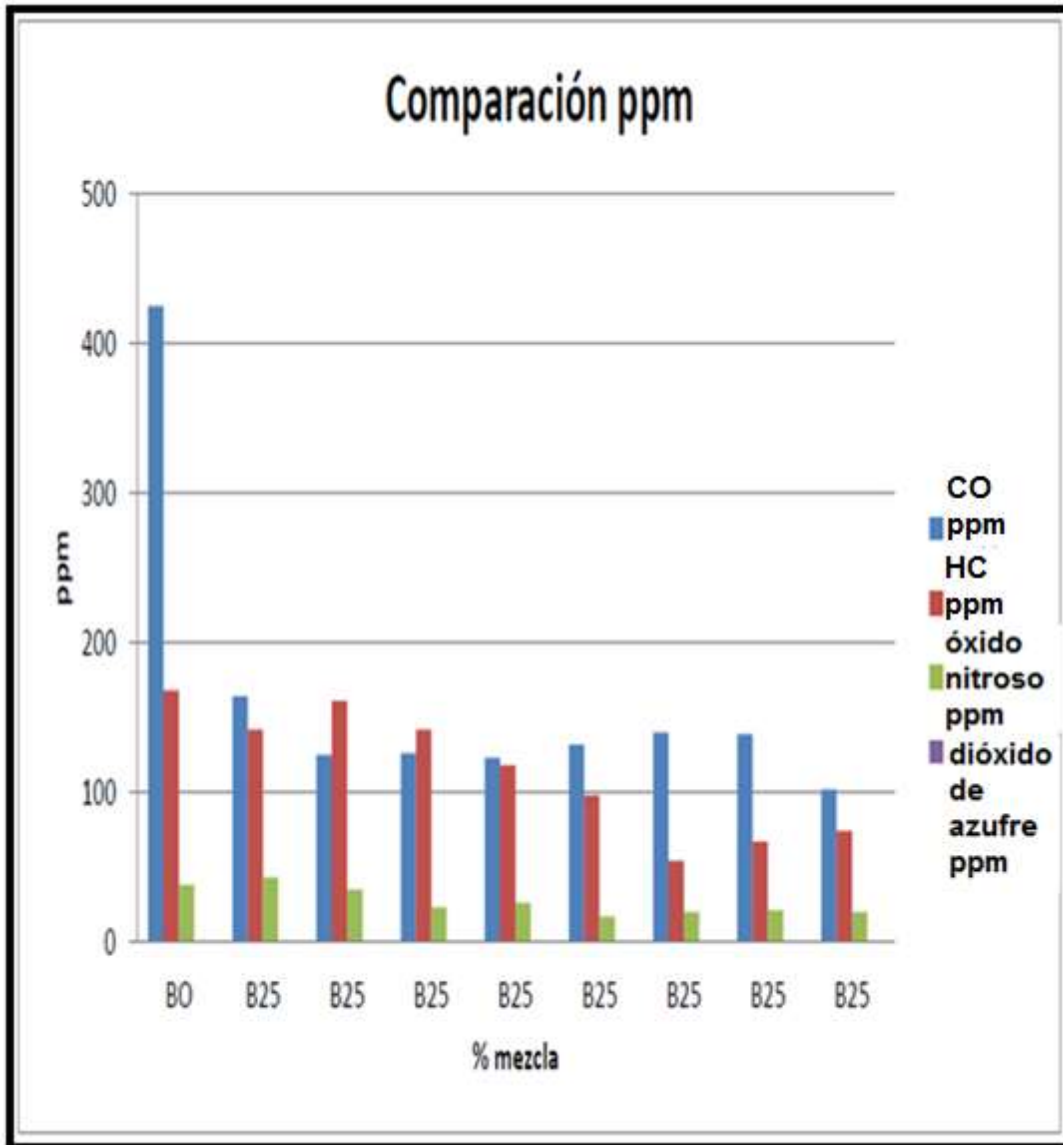
4.2.2.2. Nissan pick-up Frontier #399, placa P-030FGK

Figura 21. Reducción de gases, Nissan frontier



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

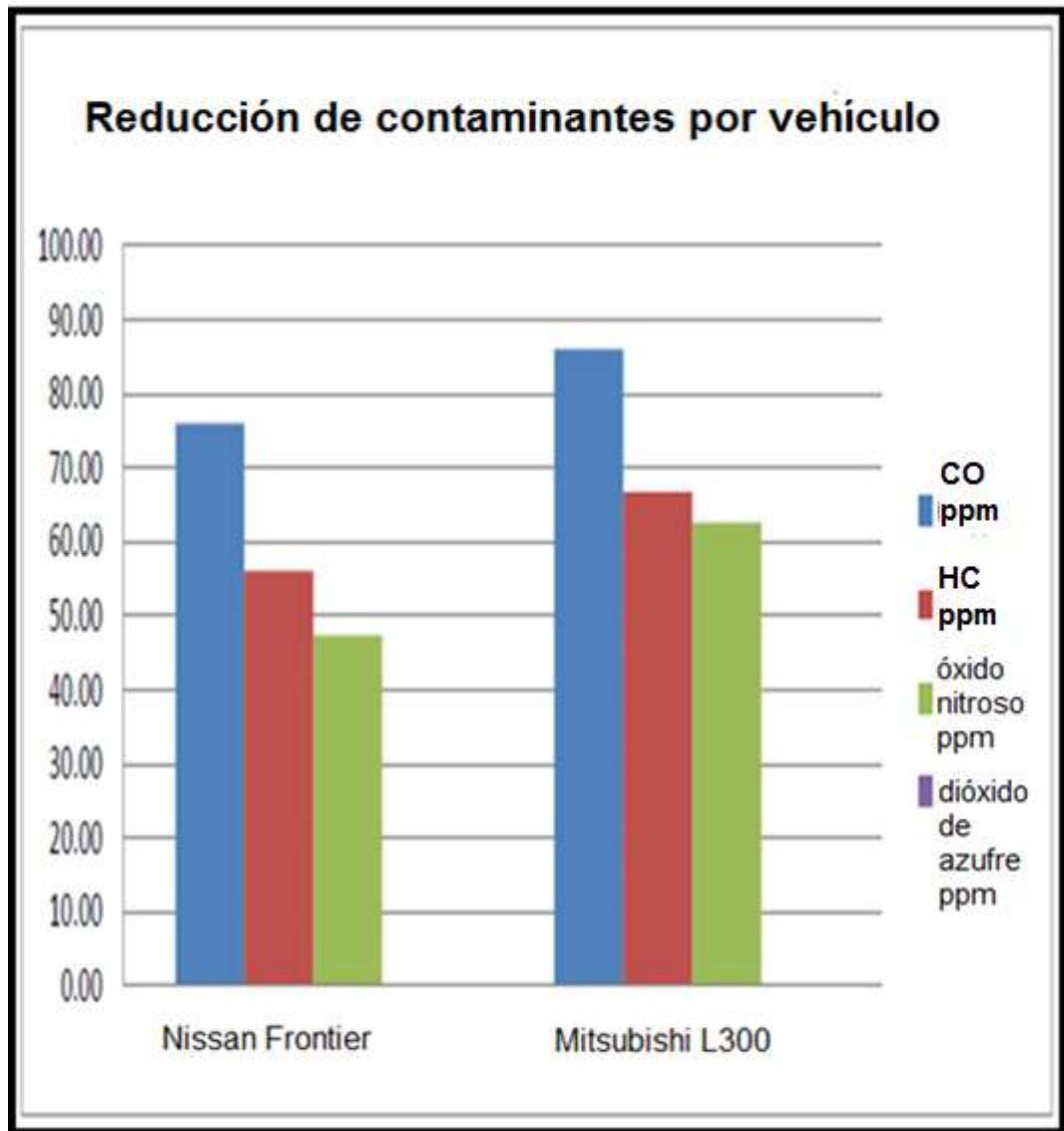
Figura 22. Reducción de gases partes por millón, Nissan frontier



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

En la gráfica anterior se puede observar cómo fueron decreciendo los agentes contaminantes en partes por millón en la mezcla B25.

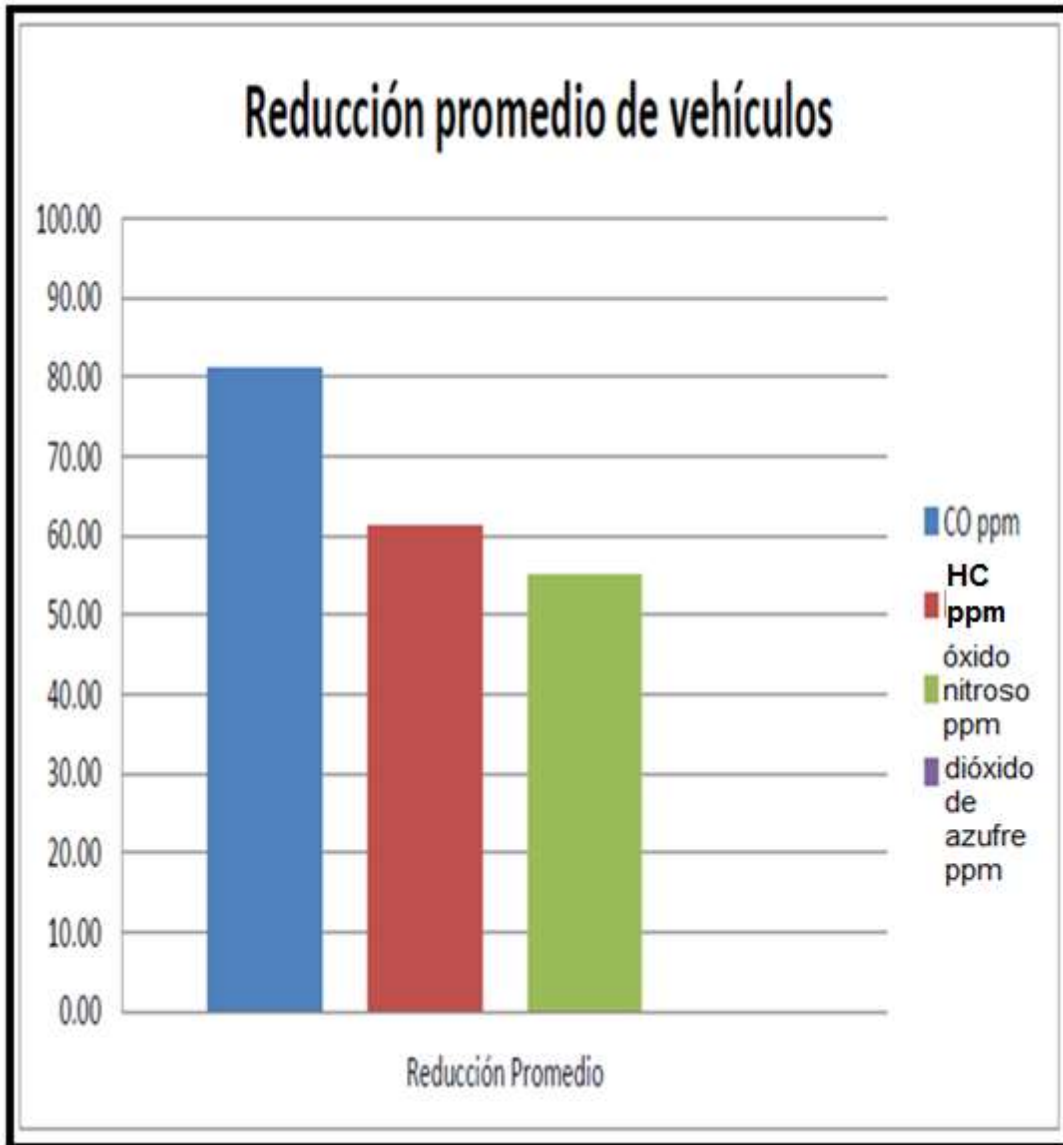
Figura 23. Reducción de contaminantes en los vehículos



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

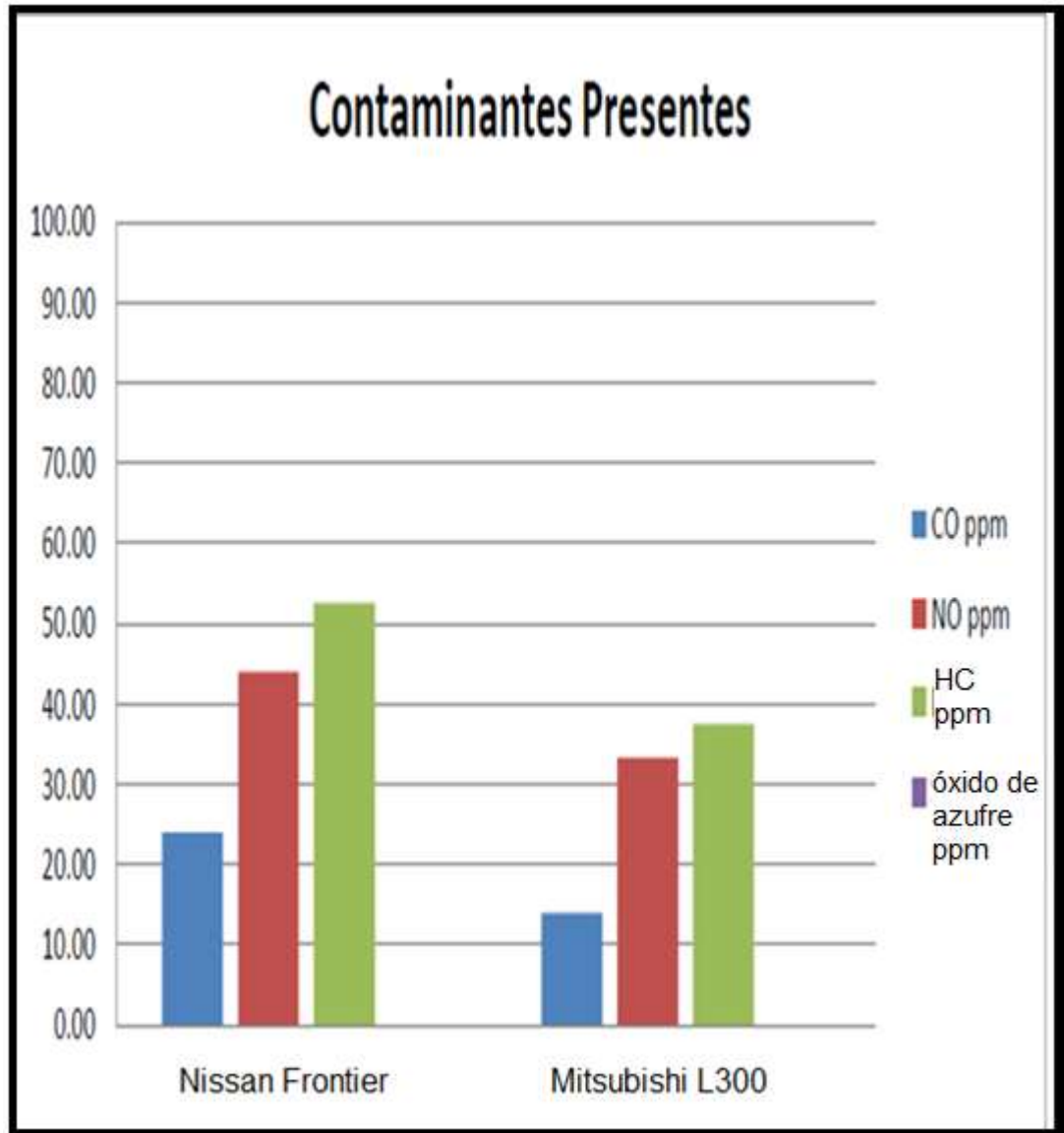
Esta grafica muestra el resumen de reducción de contaminantes, partes por millón, en las mediciones realizadas a los vehículos de EEGSA.

Figura 24. Reducción de gases promedio



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 25. Contaminantes presentes luego de la aplicación de biodiesel



Fuente: Centro de Procesos Industriales, Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 26. Toma de mediciones de gases vehículo Mitsubishi L300



Fuente: EEGSA. La Castellana. Julio de 2016.

Figura 27. Toma de mediciones de gases vehículo Nissan Frontier



Fuente: EEGSA. La Castellana. Marzo de 2016.

4.2.2.3. Resumen análisis de emisiones de gases Proyecto biodiesel

Tabla XXI. Resumen análisis de emisiones de gases, proyecto biodiesel

Reducción de Contaminantes Mediante Mezcla B25						
Se toma como máximo 1 000 ppm						
Contaminantes	Reducción de Contaminantes en Porcentajes		Contaminantes Iniciales Mezcla B0 PPM		Contaminantes Finales Mezcla B25 PPM	
	Nissan #399	Mitsubishi #533	Nissan #399	Mitsubishi #533	Nissan #399	Mitsubishi #533
Monóxido de Carbono CO	76,7 %	87.3 %	430	950	100	120
Hidrocarburos HC	44,1 %	34.5 %	170	58	95	20
Óxido Nitroso NO	32,4 %	37.5 %	37	32	20	12
Dióxido de Azufre SO₂	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Estos análisis muestran, que la mezcla de B25, incrementa las reducciones de los parámetros de CO, HC, NO y SO₂. Como se puede ver en las gráficas, el valor que disminuye más es el Monóxido de Carbono (CO), ya que la combustión es más eficiente porque el biodiesel tiene un contenido mayor de oxígeno. Esto es muy importante porque el CO es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por

la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, carbón, petróleo, entre otros.

Si se respira, aun en moderadas cantidades, el monóxido de carbono puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos porque sustituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre.

La reducción de HC hidrocarburos mejora la calidad del aire. Los efectos para la salud son la reducción de compuestos cancerígenos como PAH Y PADH. La reducción del NO por la utilización de biodiesel es significativa eliminando los gases irritantes, a pesar que la producción de NO, tiene gran influencia por el adelanto del sistema de inyección.

La reducción en las emisiones de SO_2 básicamente en el biodiesel son cero, ya que los óxidos y sulfatos se eliminan.

4.3. Pruebas de potencia

Las pruebas de potencia se realizaron a los tres vehículos, participantes en los proyectos de biodiesel y etanol.

El análisis del desempeño del vehículo con las distintas mezclas de etanol y con gasolina se llevó a cabo en RC Performance, el cual contaba con un dinamómetro Dynocom 5000FX.

El dinamómetro de rodillos se utiliza para obtener las curvas de potencia, torque y consumo de combustible de un motor de combustión interna, así como el monitoreo del comportamiento según los parámetros de funcionamiento. Con esto se puede determinar si el motor del vehículo cumple con las especificaciones

del fabricante, así como evaluar cómo influyen las modificaciones mecánicas o electrónicas sobre el rendimiento del motor, sin tener que desmontarlo

4.3.1. Análisis pruebas de potencia, vehículos que operan con gasolina y gasolina / etanol

A continuación se muestran las pruebas realizadas al automóvil de EEGSA, en el cual se observarán los puntos máximos de torque y de potencia alcanzados por el vehículo según la mezcla de combustible con la cual operaba, pruebas realizadas por los técnicos de RC Performance.

La lectura de las gráficas de torque y hp, es de la siguiente manera: en el eje de las ordenadas o eje Y de lado izquierdo se observa la potencia (hp), en el eje de las abscisas o eje X inferior se observan las revoluciones por minuto (rpm), y la lectura del dinamómetro se observa de izquierda a derecha.

En el eje de las ordenadas o eje Y de lado derecho se observa el torque (lb*ft), en el eje de las abscisas o eje X inferior se observan las revoluciones por minuto (rpm), y la lectura del dinamómetro se observa de derecha a izquierda.

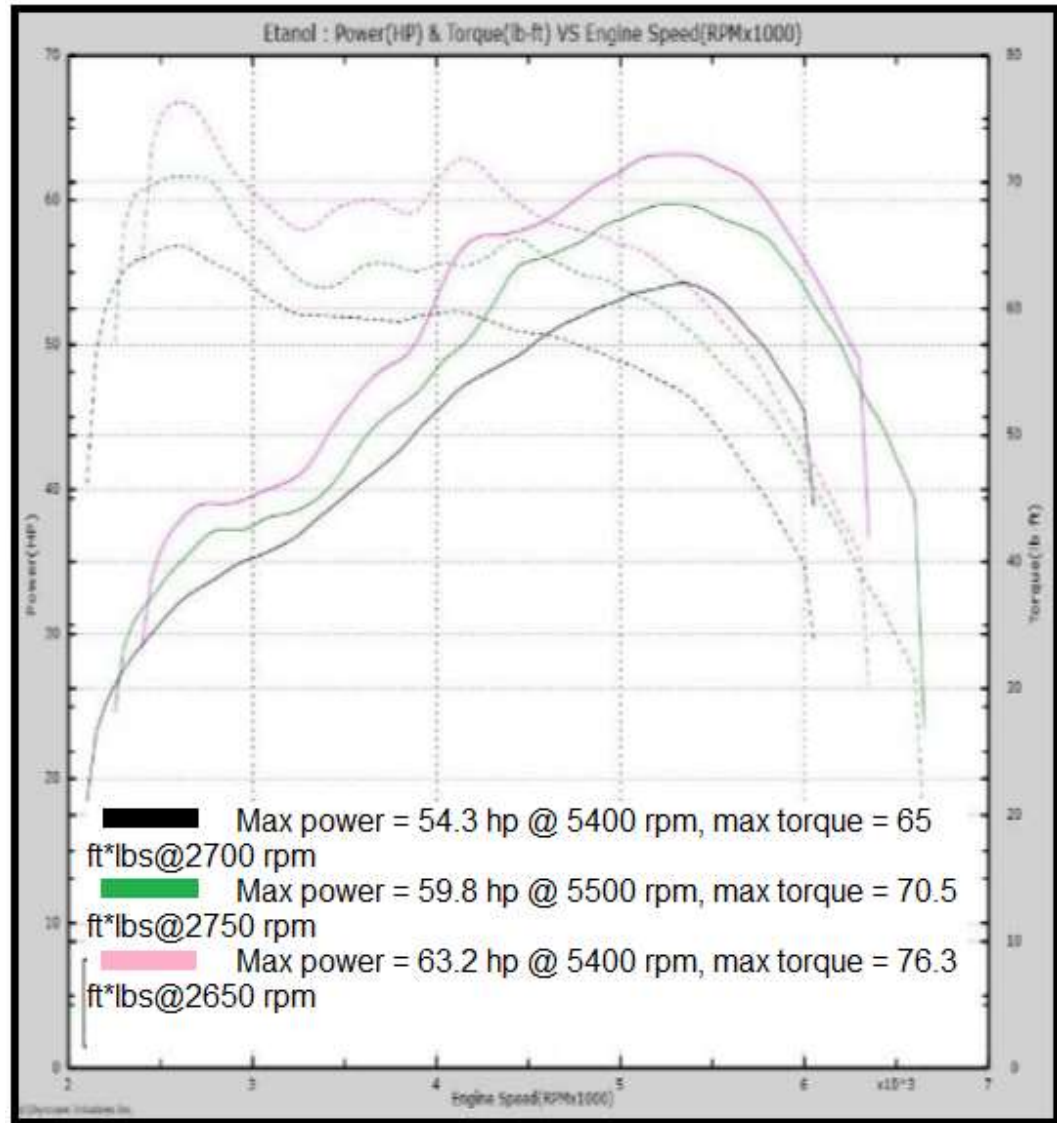
A continuación, se muestra la gráfica proporcionada por el dinamómetro Dynocom 5000 fx en la cual se muestran las tres mediciones de potencia según la mezcla de etanol utilizada, clasificadas según color:

- Mezcla de etanol 5 % etanol y 95 % gasolina, **E5**
- Mezcla de etanol 7 % etanol y 93 % gasolina, **E7**
- Mezcla de etanol 10 % etanol y 90 % gasolina, **E10**

Esta nomenclatura nos ayudará a la interpretación y ubicación de cada resultado mostrado en las gráficas siguientes. En la totalidad de los casos de medición de torque y potencia, se evidencia un desplazamiento hacia arriba de los parámetros de potencia y torque en función del aumento de porcentaje de etanol.

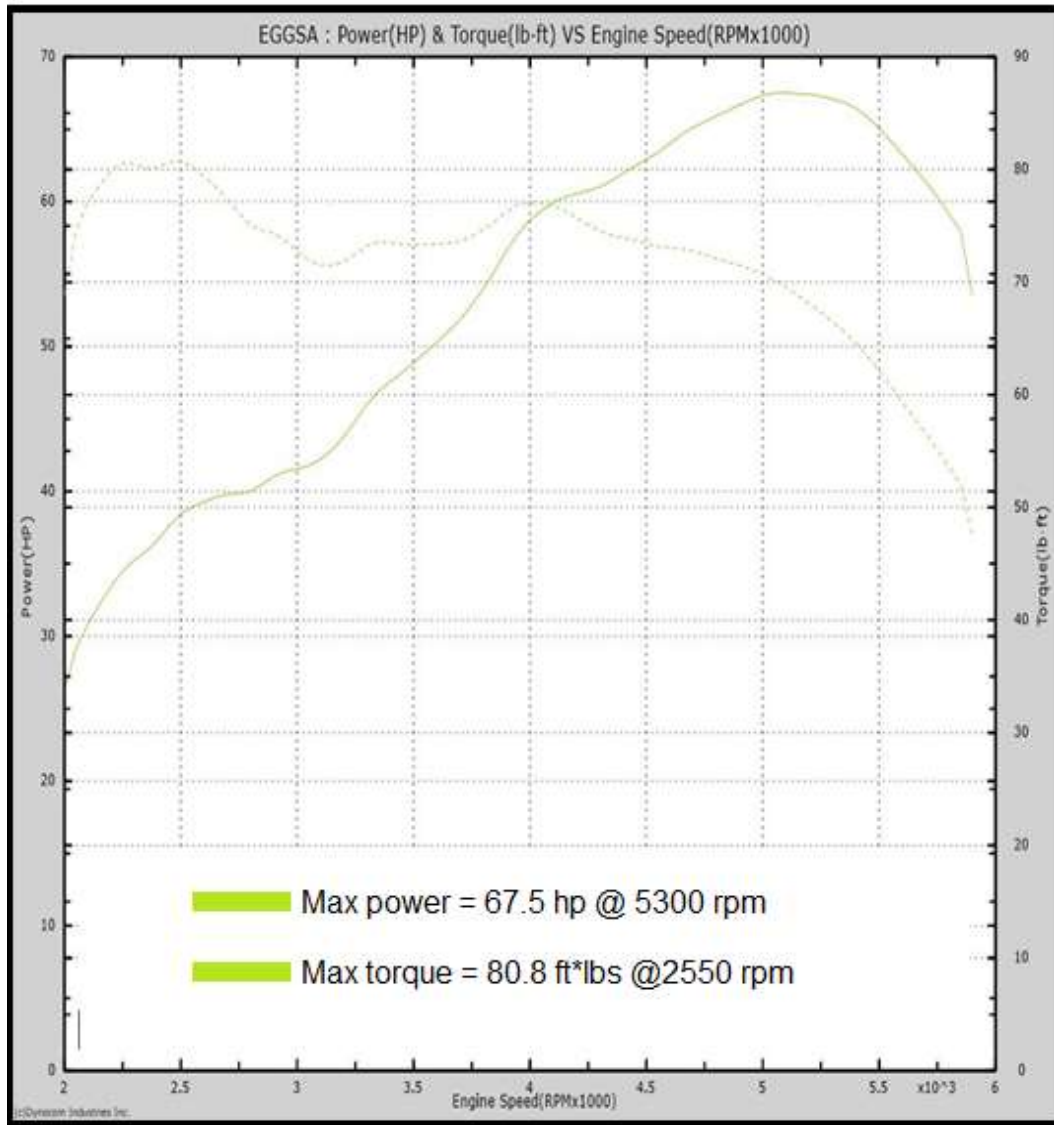
Los factores de mejora en las propiedades de la mezcla de combustible son por la oxigenación aportada del etanol a la mezcla y la limpieza de los sistemas de combustión y escape derivados de la detergencia en los sistemas en presencia de etanol lo que facilita el mejoramiento de esta condición.

Figura 28. **Gráfica de Medición de Potencia E5, E7 y E10**
carro experimental



Fuente: RC Performance.

Figura 29. **Gráfica de Medición de Potencia E0 pruebas de etanol**



Fuente: RC Performance.

4.3.1.1. Resultados mediciones en el dinamómetro para distintas mezclas de etanol

Tabla XXII. Resultados mediciones en el dinamómetro para las distintas mezclas de etanol

Información estadística fase E5 Prueba de Torque y Potencia			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	PM Máxima
Suzuki Jimmy	54,32 (hp) @ 5 400 rpm	65,0 (libras/pie) @ 2 700 rpm	6 000 rpm
Información estadística fase E7 Prueba de Torque y Potencia			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
Suzuki Jimmy	59,8 (hp) @ 5 500 rpm	70,5 (libras/pie) @ 2 750 rpm	6 000 rpm
Información estadística fase E10 Prueba de Torque y Potencia			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
Suzuki Jimmy	63,2 (hp) @ 5 400 rpm	65,0 (libras/pie) @ 2 700 rpm	6 000 rpm
Información estadística fase E0 Prueba de Torque y Potencia			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
Suzuki Jimmy	67,5 (hp) @ 5 300 rpm	80,8(libras/pie) @ 550 rpm	6 000 rpm

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Medición de potencia y torque vehículo Suzuki Jimmy**



Fuente: RC Performance.

4.3.2. Análisis de pruebas de potencia, vehículos que operan con diésel y biodiesel

A continuación, se muestran las pruebas realizadas a los automóviles de EEGSA en las cuales se observarán los puntos máximos de torque y de potencia alcanzados por cada vehículo según la mezcla de biodiesel B25 con la cual operaban, pruebas realizadas por los técnicos de RC Performance.

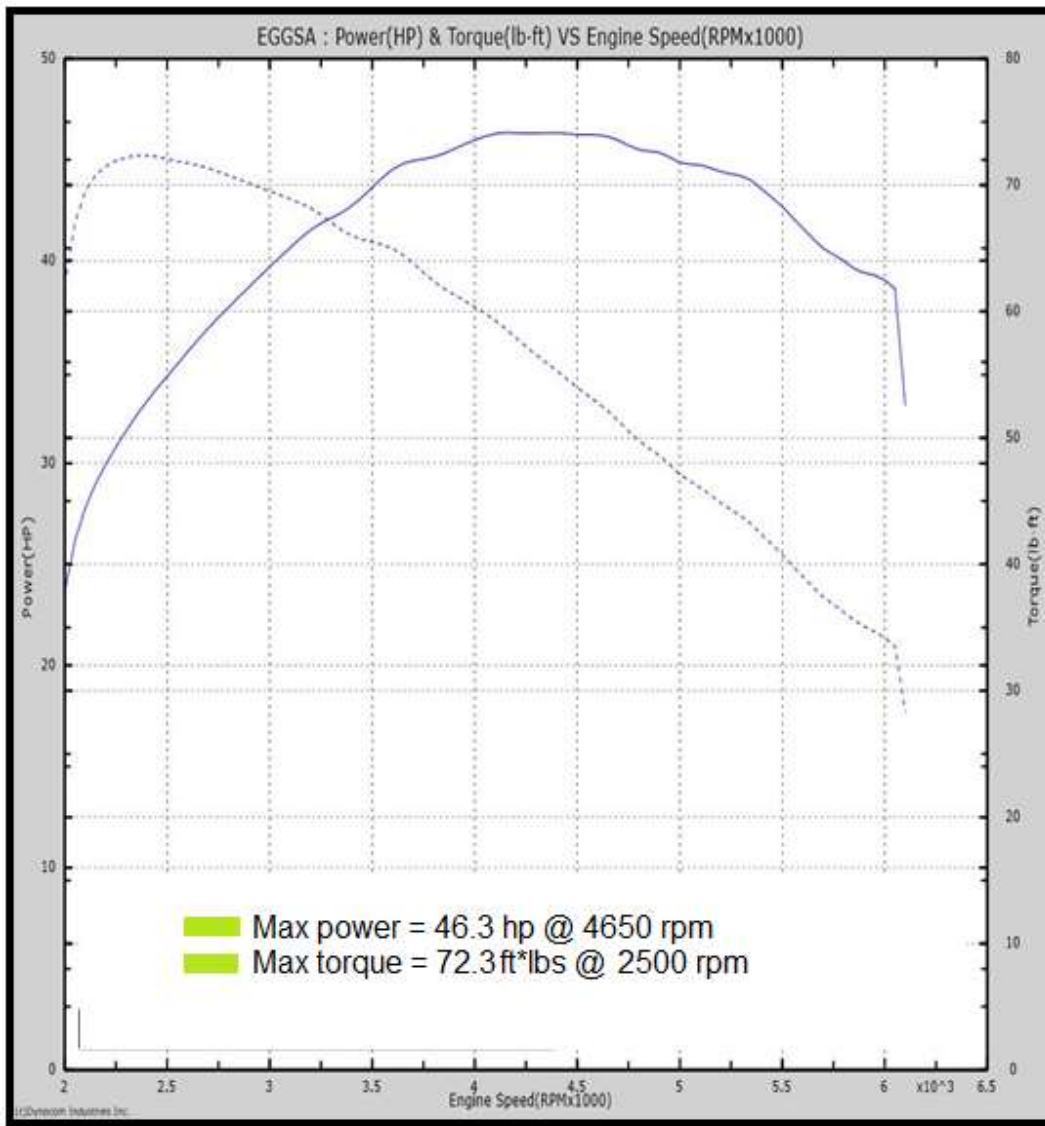
La lectura de las gráficas es de la siguiente manera: En el eje de las ordenadas o eje Y de lado izquierdo se observa la potencia (hp), en el eje de las

abscisas o eje X inferior se observan las revoluciones por minuto (rpm) y la lectura del dinamómetro se observa de izquierda a derecha.

En el eje de las ordenadas o eje Y de lado derecho se observa el torque (lb*ft), en el eje de las abscisas o eje X inferior se observan las revoluciones por minuto (rpm) y la lectura del dinamómetro se observa de derecha a izquierda.

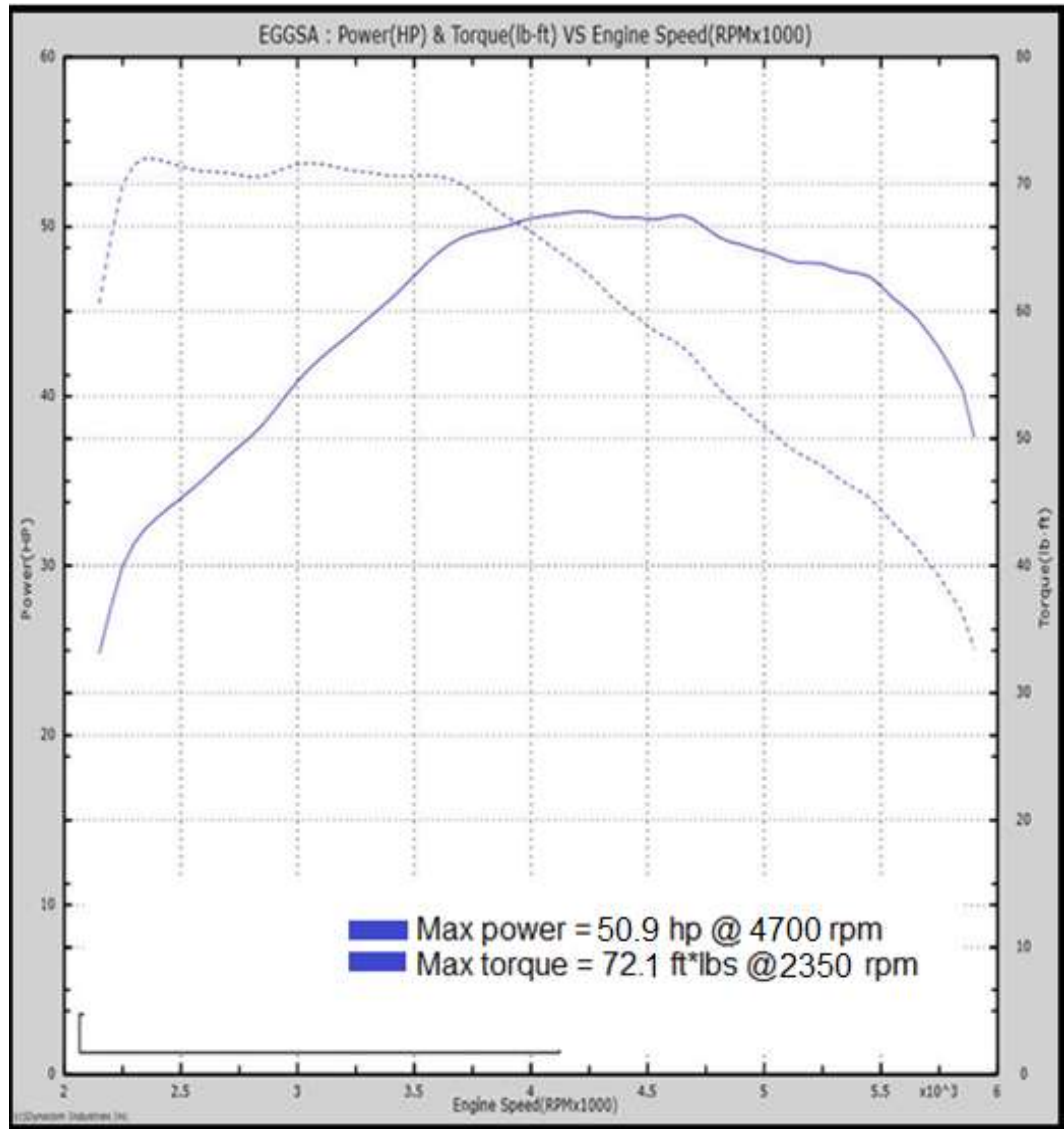
A continuación, se muestra las gráficas proporcionadas por el dinamómetro Dynocom 5000 fx, en las cuales se muestran las mediciones de potencia y torque, según la mezcla de biodiesel B25. Tomando en cuenta que la línea punteada muestra la medición del torque y la línea continua la medición de potencia.

Figura 31. **Medición de potencia aplicación de biodiesel,
Nissan Frontier**



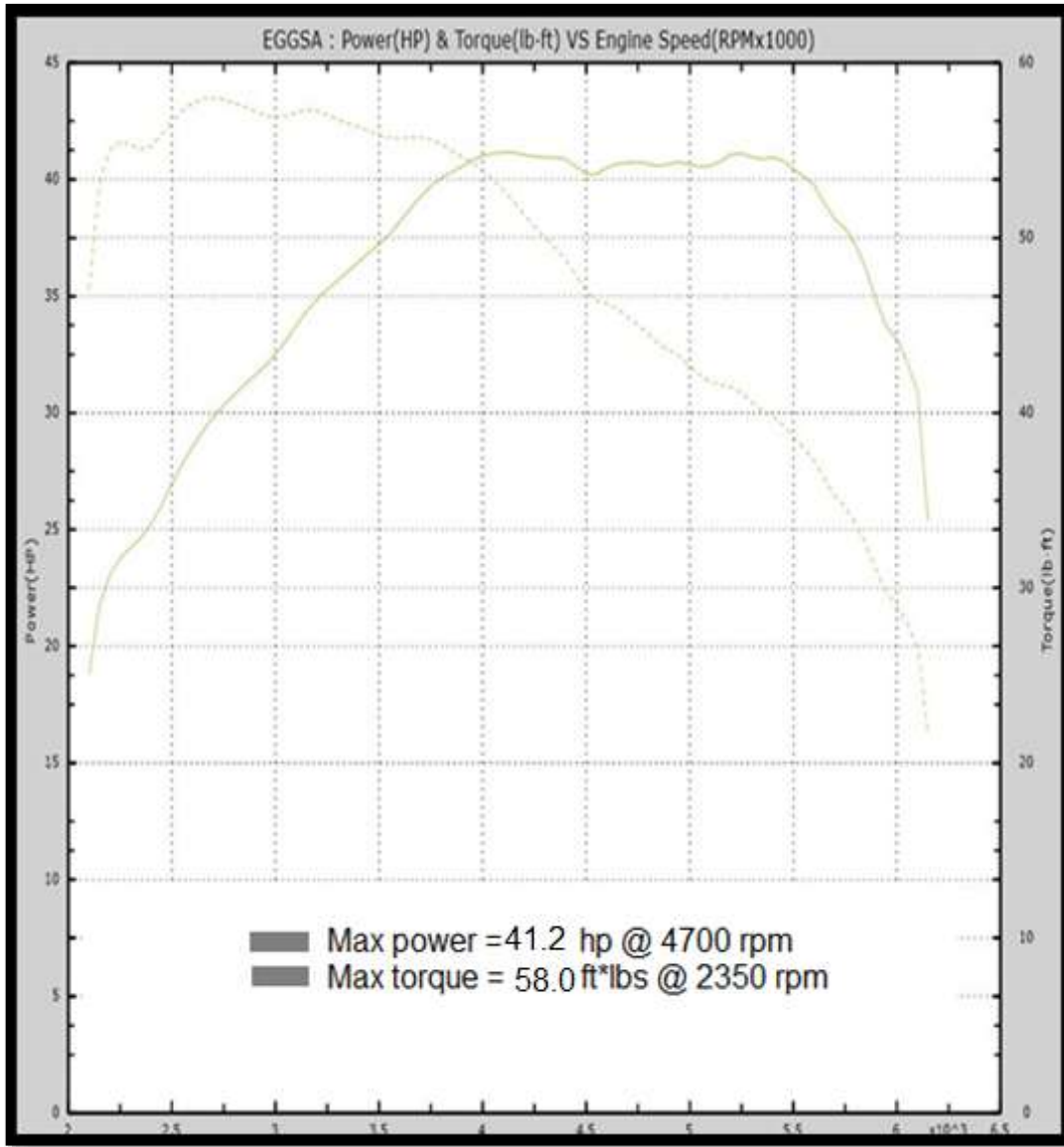
Fuente: RC Performance.

Figura 32. **Medición de potencia aplicación de biodiesel, Mitsubishi L300**



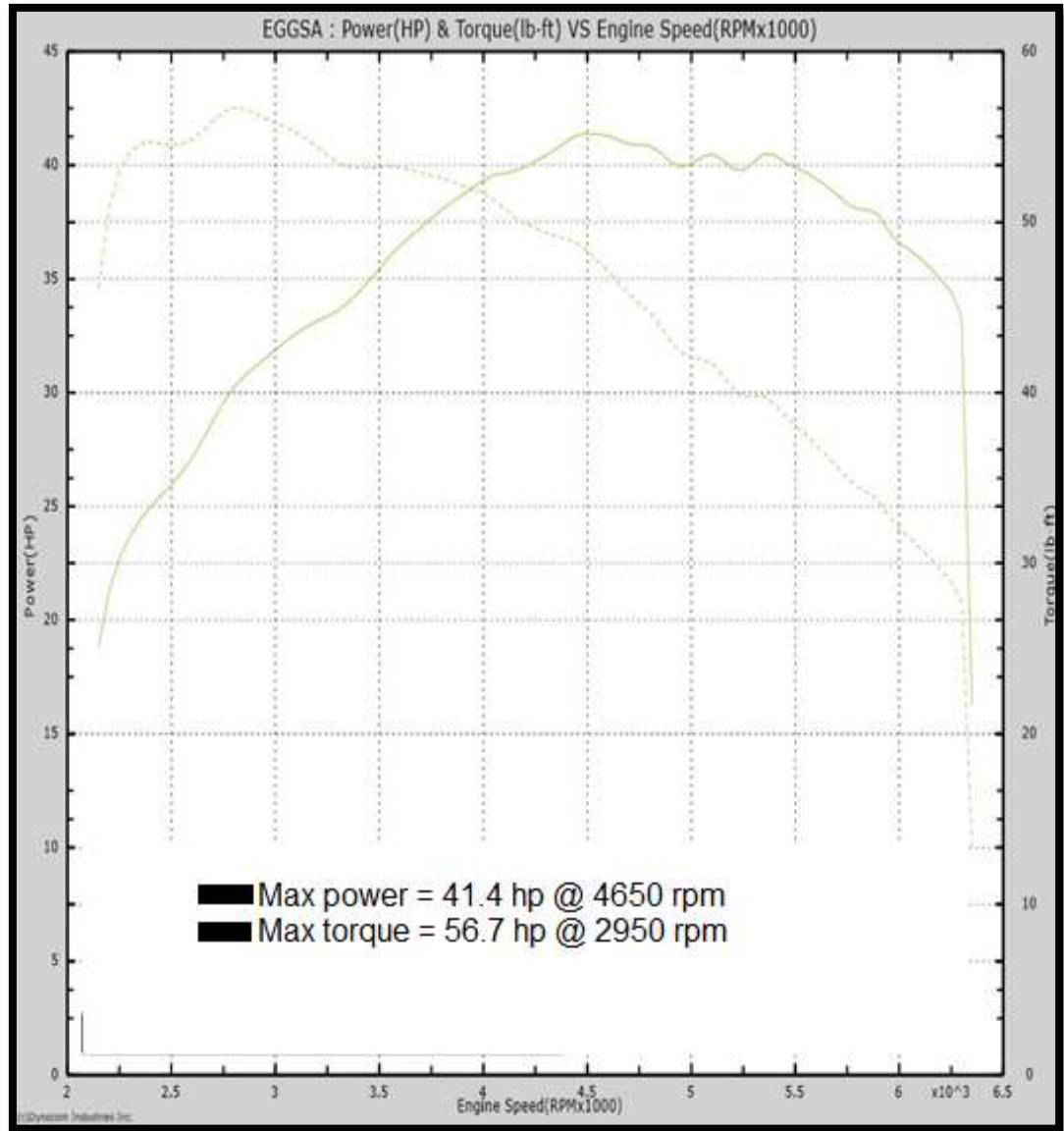
Fuente: RC Performance.

Figura 33. **Medición de potencia aplicación de diésel,
Mitsubishi L300**



Fuente: RC Performance.

Figura 34. **Medición de potencia aplicación de biodiesel, Nissan Frontier**



Fuente: RC Performance.

Figura 35. Toma de mediciones de potencia y torque Mitsubishi L300



Fuente: EEGSA, RC PERFORMANCE. Abril de 2016.

4.3.2.1. Resultados mediciones en el dinamómetro para los distintos vehículos en la mezcla de biodiesel

Tabla XXIII. Resultados mediciones en el dinamómetro para los distintos vehículos, proyecto biodiesel

Información Estadística Fase B25			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
NISSAN PICK-UP	41,4 (hp) @ 4 850 rpm	56,7 (libras/pie) @ 2 950 rpm	6 000 rpm
Prueba de Torque y Potencia			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
MITSUBISHI L300 PANEL	41,2 (hp) @ 5 250 rpm	58,0 (libras/pie) @ 3 250 rpm	6 000 rpm
Información Estadística Fase B0			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
NISSAN PICK-UP	46,3 (hp) @ 4 650 rpm	72,3 (libras/pie) @ 2 500 rpm	6 000 rpm
Prueba de Torque y Potencia			
Marca	Potencia Máxima	Torque Máximo	RPM Máxima
MITSUBISHI L300 PANEL	50,9 (hp) @ 5 700 rpm	58,0 (libras/pie) @ 2 350 rpm	6 000 rpm

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las gráficas anteriores y al comparar los resultados, la potencia y el torque tienen un descenso en los vehículos que utilizan biodiesel.

- Para el vehículo Mitsubishi L300 533: una reducción de 9 hp y 14 ft-lbs.
- Para el vehículo Nissan pick up 399: una reducción de 4,9 hp y 15,7 ft-lbs.

Los factores que pueden afectar el desempeño en los vehículos que utilizan biodiesel son: calidad de combustible, sistema de inyección, sistema de escape, y la falta de aditivos en el combustible.

Se aconseja retardar la inyección dos o tres grados para compensar que el biodiesel tiene mayor número de cetanos. El motor pierde un poco de la potencia extra del biodiesel, pero es más silencioso y se calienta menos, reduciendo emisiones de óxido de nitrógeno.

4.4. Análisis de rendimiento de combustible

La evaluación del consumo de gasolina y diésel se recabó del historial de los vehículos suministrados por la empresa, realizando el análisis únicamente de las diferentes mezclas de etanol y biodiesel. Comparando los resultados con el promedio de consumo del vehículo, tomando en cuenta que la información de consumo del vehículo fue documentada durante tres años.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de los consumos promedios de km/gal para cada vehículo que opera con etanol y biodiesel.

Se debe tomar en cuenta que los vehículos se ven afectados por otras variables como inclinación de la ruta, tránsito vehicular, velocidad de manejo entre otras.

4.4.1. Gasolina vs. gasolina / etanol

A continuación, se aprecia un análisis comparativo del rendimiento de las mezclas de etanol y el rendimiento con el combustible libre de etanol.

Tabla XXIV. Resultado de rendimiento por cada mezcla de etanol

Rendimiento Comparativo De los Km/ Gal Entre Las Mezclas Con Etanol y Gasolina					
No. Placa	Descripción	Consumo promedio Km/Gal Mezcla E0	Consumo promedio Km/Gal Mezcla E5	Consumo promedio Km/Gal Mezcla E7	Consumo promedio Km/Gal Mezcla E10
825DPQ	Suzuki Jimmy	41,1	40,94	34,22	36,36

Fuente: elaboración propia.

La información del rendimiento de combustible libre de etanol, fue proporcionada por la base de datos de la unidad de transportes de EEGSA, con un tiempo de análisis de tres años.

Tabla XXV. Evaluación de galones consumidos, etanol


Evaluación de galones consumidos a los 1000 kilómetros			
Características	Promedio Km/Gal	galones consumidos	% rendimiento
desempeño promedio del vehículo E0	41,1	24,39 galones	100 %
desempeño promedio del vehículo E5	40,94	24,42 galones	88 %
desempeño promedio del vehículo E7	34,22	39,0 galones	83 %
desempeño promedio del vehículo E10	36,36	27,05 galones	86 %

Fuente: elaboración propia.

Con la tabla anterior observamos el consumo de galones cada 1000 km, el cual muestra que la mezcla más eficiente es E5 debido que recorre más kilómetros por galón.

Ahora, si se enfocamos en la mezcla de etanol con mayor torque, potencia y baja producción de gases invernadero, sobresale la mezcla E10. Hipotéticamente hablando el valor agregado sería de Q53 cada 1 000 kilómetros, tomando un valor de Q20 por galón de gasolina súper; un valor que se ve respaldado por los beneficios de la mezcla al medio ambiente y al desempeño del vehículo.

Figura 36. Vale de abastecimiento para el proyecto de etanol



EEGSA
Grupo-epm

EMPRESA ELÉCTRICA DE
GUATEMALA
Unidad de Transportes

VALE PARA ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE **Nº 26751**

Vehículo No.	No. de Placa	Kilometraje	Fecha
442	P-825DPQ	150 001	28/4/15

Cantidad	Unidad de Medida	Descripción	Valor Q.
5.890	Galón	Gasolina Súper	}
	Galón	Gasolina Regular	
	Galón	Diesel	
	Litro	Aceite	
	Bote	Refrigerante	
		Otros	
TOTAL Q.			

Total en Letras:

1285
Trab. No.

Franklin Barillas
Nombre

[Firma]
Firma

Despachador: Solera Paraiso

Firma: [Firma]

Fuente: EEGSA.

Estos vales representan el método que se utilizó para registrar la cantidad de kilómetros recorridos por galón, del vehículo Zusuki Jimmy.

4.4.2. Diésel vs. biodiesel

A continuación se muestra una tabla con los resultados del consumo promedio de km/gal para cada vehículo que opera con diésel y biodiesel. Se debe tomar en cuenta que los vehículos se ven afectados por otras variables como inclinación de la ruta, tránsito vehicular, velocidad de manejo entre otras.

Tabla XXVI. Evaluación de galones consumidos, biodiesel

Rendimiento de los Km/Gal recorridos con Diésel						
No. Placa	Vehículo	Lectura Inicial	Lectura Final	Kilómetros Recorridos	Volumen Despachado	Consumo Promedio Km/Gal
P-030 FGK	Pick UP 399	116 840	169 443	52 603	1 264,36	41,60
No. Placa	Vehículo	Lectura Inicial	Lectura Final	Kilómetros Recorridos	Volumen Despachado	Consumo Promedio Km/Gal
C-540 BLC	PANEL 533	98 658	149 559	50 901	1 231,73	41,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Record de consumo promedio de combustible biodiesel

Rendimiento de los Km/Gal recorridos con Biodiesel						
No. Placa	Vehículo	Lectura Inicial	Lectura Final	Kilómetros Recorridos	Volumen Despachado	Consumo Promedio Km/Gal
P-030 FGK	Pick UP 399	178 841	187 172	8 331	194,21	43,91
No. Placa	Vehículo	Lectura Inicial	Lectura Final	Kilómetros Recorridos	Volumen Despachado	Consumo Promedio Km/Gal
C-540 BLC	PANEL 533	161 145	173 459	12 314	293,5	40,45

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Vale de abastecimiento para el proyecto de biodiesel, Nissan Frontier

EEGSA Grupo EPM

EEGSA Grupo EPM

VALE PARA ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE N° 28279

Vehículo No.	No. de Placa	Kilometraje	Fecha
399	P030 FGK	179870	19/10/15

Cantidad	Unidad de Medida	Descripción	Valor Q.
	Galón	Gasolina Súper	/
	Galón	Gasolina Regular	
12.8	Galón	Diesel	
	Litro	Aceite	
	Bote	Refrigerante	
		Otros	
TOTAL Q.			

Total en Letras:

Trab. No. 1106 Nombre William Roberto Sebaquian Firma

Despachador: Melisa Paredes I Firma:

M-5578-A

Universidad del Valle de Guatemala
UG
Centro de Procesos Industriales

Fuente: EEGSA.

Estos vales representan el método que se utilizó para registrar la cantidad de kilómetros recorridos por galón, del vehículo Nissan Frontier.

Figura 38. Vale de abastecimiento para el proyecto de biodiesel, Mitsubishi L300



Grupo-epm

VALE PARA ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE N° 28262

Vehículo No.	No. de Placa	Kilometraje	Fecha
533	C-540BUC	165370	01/12/15

Cantidad	Unidad de Medida	Descripción	Valor Q.
	Galón	Gasolina Súper	/
	Galón	Gasolina Regular	
10.8	Galón	Diesel	
	Litro	Aceite	
	Bote	Refrigerante	
		Otros	
		TOTAL Q.	

Total en Letras:

Trab. No. 216 Nombre Ramiro Elias Firma: 

Despachador: Melisa Paredes Firma: 

Universidad del Valle de Guatemala

 Centro de Procesos Industriales

M-5578-A

Fuente: EEGSA.

Estos vales representan el método que se utilizó para registrar la cantidad de kilómetros recorridos por galón, del vehículo Mitsubishi L300.

5. FASE DE DOCENCIA

5.1. Banner beneficios y resultados, energías renovables

A continuación se muestra una sugerencia del banner informativo de los proyectos de biodiesel y etanol para reducir la contaminación. Esta sugerencia plantea una distribución por medio de un correo a nivel de toda la empresa, el cual contiene los beneficios de utilizar energías renovables y ventajas que mostraron los proyectos ecológicos.

Figura 39. **Banner informativo beneficios de utilizar biocombustibles**

A continuación, se muestran los resultados satisfactorios de utilizar biodiésel y etanol en los combustibles fósiles para promover el uso de energías renovables y concientizar a la población de cuidar el medio ambiente y reducir todo aquello que contribuya al calentamiento global.

Energías Renovables

A priori, parece que todo son ventajas en lo relacionado a las energías renovables, energías que se obtienen a partir de fuentes naturales y que son virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.


Beneficios de Utilizar Etanol en el Combustible


- Aumento del 17% de potencia en los vehículos que utilizan etanol mezcla E10.
- Reducción en un 90% de los gases contaminantes como el monóxido de carbono, dióxido de azufre, hidrocarburos y óxido nítrico.
- El etanol funciona como aditivo al combustible y no afecta el mantenimiento de los vehículos.


Beneficios de Utilizar Biodiésel en el Combustible

- Reducción en un 80% del monóxido de carbono y un 40% en hidrocarburos y óxido nítrico a pesar que sus emisiones sean bajas.
- El biodiésel no afecta los mantenimientos en los vehículos y mejora la lubricidad.
- Es un combustible más limpio, reduciendo la suciedad en el sistema.
- Mantiene el rendimiento de combustible de los vehículos que lo utilizan.
- El proyecto pudo transformar más de 2,000 litros de biodiésel, siendo el 80% de lo recolectado y dejando de contaminar al menos 2.5 millones de litros de agua.

APAG
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES
DE ALCOHOL DE GUATEMALA

 Organización de los
Estados Americanos





Fuente: elaboración propia.

5.2. Guía de mantenimiento vehículos eléctricos, batería gel y batería litio

Esta guía de mantenimiento permite que el operador verifique las formas de manipular los vehículos, restricciones que hay, tipo de repuesto y medidas de seguridad.

Limpieza y Mantenimiento

Líquido de frenos

Para verificar el nivel de líquido de frenos seguir los siguientes pasos:

- Girar la llave a la posición ON.
- Si el indicador de líquido de frenos se enciende, verificar el nivel.
- Comprobar el nivel entre la marca más alta (MAX) y la marca más baja (MIN).
- AL reponer líquido, sólo utilizar DOT 4 sintético.

El líquido de frenos absorbe la humedad: si el vehículo se utiliza en zonas de alta humedad, la mayor parte del tiempo, la frecuencia de reposición del líquido de frenos debe ser más rápido de lo habitual, contactar a Jiangsu Xinri International Trading Co., Ltd. o su distribuidor de servicio técnico para inspeccionar y reponer el líquido de frenos.

Inspección de Lámparas

La inspección del ítem se efectúa al momento de ser reportado o cada 5 000 kilómetros en cada mantenimiento.

Encender el interruptor de la luz para comprobar el funcionamiento de todas las lámparas. Si la luz no está encendida, por lo general se debe a la falta de fusibles o el bulbo:

- Comprobar el funcionamiento del fusible
- Comprobar la bombilla

Características de los repuestos

- Luz de carretera / luz de cruce del faro ----- 55W * 2/55 * 2, blanco
- Lámpara del faro ----- 10W, ámbar
- Freno y posición de la lámpara de luz de la cola
- Luz de placa ----- * 3W 3, blanco

Reglas generales

- Revisar antes de reemplazar la bombilla, si el punto de contacto correspondiente está oxidado o no.
- Cambiar la bombilla rota por el mismo modelo y potencia de lámpara nueva.
- Inspeccionar el destello de alta y baja de los faros después de sustituir la bombilla.

- La superficie interna de los faros deja una fina capa de vapor de agua por la mañana, no es problema, es un fenómeno normal en condiciones de baja temperatura y la humedad del aire, desaparecerá rápidamente, después de encender la lámpara.
- No utilizar guantes sucios para sostener la bombilla. El aceite en la mano puede afectar el funcionamiento de la bombilla. Si la superficie del vidrio está sucia, utilizar alcohol o diluyente de pintura para limpiar. Secar e instalar de nuevo.

Limpieza

El servicio de limpieza se realiza por Servicios Maco y Servicios Yapan Colindres.

Utilizar la aspiradora o un cepillo suave para limpiar el polvo en piezas decorativas, de plástico y el asiento en el interior del vehículo. Para lavar el plástico de vinilo y la superficie de cuero utilizar un paño limpio, suave, agua y jabón.

Antes de aplicar cualquier protector de fibra, debe leer las instrucciones del fabricante. Algunos protectores de fibra que contiene agentes químicos, eliminarán las manchas de los asientos. Nunca utilizar gasolina, diluyentes u otros solventes.

En el proceso de limpieza de los vehículos, en la cabina se prohíbe utilizar agua a una alta presión para evitar los daños en los componentes eléctricos como:

- Controlador mojado
- Circuito eléctrico o motor
- Daños en los equipos eléctricos

Medidas anti – corrosivos

Causas comunes de corrosión

- Tierra húmeda, polvo o suciedad en la carrocería, hoyos y otras partes del vehículo.
- Golpe de arena o recubrimiento resultante de accidentes menores u otros daños en la capa protectora.

Humedad

- Arena acumulada, la suciedad y la humedad en la parte inferior del vehículo acelera la corrosión.

Humedad relativa

La corrosión podrá acelerarse en los siguientes casos: zona de alta humedad relativa, temperatura por encima del punto de congelación, área de la contaminación del aire.

Protección contra la corrosión

- Restregar y encerar el automóvil para mantener el vehículo limpio.

- Comprobar en la pintura si hay pequeños daños y reparar.
- Mantener el agujero de la parte inferior de la puerta y el escudo trasero secos.
- Limpiar suciedad y otras sales, no se lava el polvo u otros artículos diversos en el interior del automóvil, debe utilizar el aspirador o cepillo.
- No permitir que el agua u otros líquidos entren en contacto con los componentes electrónicos en el interior del vehículo.

Mantenimiento general

En el uso diario del vehículo, llevar a cabo periódicamente un mantenimiento general, al detectar sonidos anormales, vibración u olor, comprobar el motivo o llevar al centro de servicio e inspeccionar su vehículo rápidamente. Además, contactar al centro de servicio en el tiempo adecuado para revisión.

A continuación se muestra una lista de actividades de mantenimiento que siempre deben ser llevadas a cabo, salvo que existan disposiciones especiales:

Neumáticos

Comprobar la presión de los neumáticos con el calibrador, con regularidad, máxima presión en los neumáticos 44 psi.

Tuerca de la rueda

Comprobar los neumáticos, asegurar que las tuercas de las ruedas no estén flojas.

Alineación tren delantero

Comprobar desgaste uniforme en los neumáticos y la dirección del volante al percibir algún inconveniente es necesario alinear el tren delantero.

Limpia parabrisas

Si el limpia parabrisas no funciona correctamente, comprobar si hay grietas o desgaste.

Lámpara

Confirmar que las luces delanteras y traseras trabajen correctamente.

Lámpara de advertencia

Verificar lámparas y luces de advertencia.

Descongelador

Comprobar que la ventilación sea normal y suficiente.

Pedal del acelerador

Confirmar que el pedal de aceleración trabaje correctamente y controlar que la carrera es normal.

Freno

Comprobar si hay una desviación en el frenado. Verificar desgaste de discos y fricciones.

El mantenimiento regular

El mantenimiento regular debe llevarse a cabo en el intervalo de tiempo especificado; es requisito para asegurar que el sistema eléctrico del vehículo y sistema mecánico tenga un buen rendimiento.

Estas reparaciones deberán realizarse en Jiangsu Xinri International Trading Co., Ltd o los técnicos autorizados.

Si se ejecuta el mantenimiento fuera de tiempo, necesitará mantenimiento adicional.

A inicios de los quinientos y dos mil kilómetros el mantenimiento es obligatorio para mantener el vehículo en óptimas condiciones.

Mantenimiento de la batería

Los siguientes pasos a seguir son importantes en el cuidado de las baterías:

- Cargar la batería nueva completamente antes de utilizarla
- Proteger la batería de impactos y vibración
- Si ocurre algo inusual, no utilizar

Batería de plomo-ácido Gel (también conocida como una "célula de gel") es una batería VRLA con un electrolito gelificado; el ácido sulfúrico se mezcla con sílice de combustión, de la masa resultante de gel. A diferencia de una batería de celda húmeda plomo-ácido inundadas, estas baterías no deben mantenerse en posición vertical.

Las baterías de gel electrolito reducen la evaporación, el derrame (posteriores problemas de corrosión) común a la batería de tipo húmedo, cuentan con una mayor resistencia a golpes y vibraciones. Químicamente son similares a las baterías no selladas, excepto que el antimonio en las placas de plomo se sustituye por el calcio y la recombinación de gas puede tener lugar.

Libre de mantenimiento y a prueba de derrames, una batería de gel puede proporcionar muchos años de servicio fiable. Si no se utiliza un método de carga adaptado específicamente, acortará drásticamente su vida útil.

Uso de la batería

El uso de la batería es sencillo. La mayoría de baterías están equipados con conectores de polo de potencia, rojo y negro, asegurarse que no hay señales de derretimiento, corrosión de los contactos, que son fácil de remplazar cuando sea necesario.

Mantenga la superficie de la batería limpia y seca, evitar que el agua se acumule en la parte superior de la batería, para evitar la corrosión, para prevenir la corrosión en clima húmedo, usar revestimiento dieléctrico en los contactos para prolongar la vida útil.

Método de carga de la batería

Precauciones: cargar en ambiente ventilado y lugar seco, el gel de ácido de plomo es una batería fiable y estable que necesita ser cargada en un lugar sin materiales inflamables.

Vigilar el vehículo, si hay cualquier signo de problemas, desconectar de inmediato.

El método de carga de la batería:

Las siguientes preparaciones se deben realizar antes de la carga:

- Comprobar el equipo de carga, instrumentos y herramientas.
- Desactivar la tecla.
- Utilizar el cargador especificado para cargar y evitar dañar la batería.
- Abrir la cubierta protectora de carga.
- Comprobar ajuste de todos los elementos de conexión.
- Encender el interruptor de alimentación principal.
- Desconectar interruptor de encendido, cambiar a neutro, retirar la llave, tirar del freno de mano, el botón de alimentación principal deberá estar en el lugar de inicio.

Enchufar el conector luego de introducir en el puerto de carga y apretar (dejando el cargador desenchufado de la toma de corriente), asegurar que las estrías del conector de múltiples clavijas estén alineadas.

Enchufar el conector luego de introducir en el puerto de carga y apretar (dejando el cargador desenchufado de la toma de corriente), asegurar que las estrías del conector de múltiples clavijas estén alineadas.

- No utilizar herramientas de metal para enderezar pines dañados.
- Utilizar herramienta de plástico o madera, de lo contrario, puede causar un corto y posiblemente iniciar un incendio. Mantener las espigas de carga de la batería cubiertas cuando no estén en uso.

El conector debe tener una tensión de 220V, el LED "poder" debe de encender, de igual forma el LED rojo "carga". Es posible escuchar el ventilador que sopla para mantener el cargador fresco. Después de varias horas (dependiendo de la cantidad de carga que la batería necesita), la luz verde "cargando" se encenderá y luego de un rato, la carga se detendrá automáticamente.

Cuando la batería está cargada, primero debe desconectar el cargador de la toma de corriente, a continuación, desconectar el cargador del puerto de carga (la inversa del procedimiento de carga).

Cuidado y mantenimiento

Los conectores de carga y descarga deben mantenerse limpios y protegidos. Revisar todos los cables y conexiones antes y después de cada uso para detectar cualquier signo de daño o desgaste. Si hay cualquier signo de daño a cualquiera de los cables, dejar de utilizar inmediatamente y contactar a los técnicos autorizados.

Si necesita almacenar la batería durante largos periodos de tiempo, empezar por cargar al 100% la batería, luego cargarla al menos cada 3 a 6 meses para evitar que se dañe.

Mantenimiento de tracción del motor

Limpiar cobertor y otros accesorios, para facilitar la refrigeración y el mantenimiento del eje trasero:

- Retirar suciedad, el polvo en el enchufe de la ventilación del eje trasero.
- Comprobar el perno de aceite y el drenaje de aceite, deben de estar apretados o reemplazar la junta, una vez que se observa algo fuera de lo normal.
- Limpiar el tapón de ventilación cada 2 000km: comprobar el nivel de aceite en el cambio (tapón de nivel de aceite abierto para comprobar).
- El primer cambio de aceite es a los 800 km, luego se debe realizar el cambio cada 1 500 km.
- Asegurar que el centro de servicio está autorizado para el mantenimiento.



Recomendaciones para almacenar el vehículo eléctrico más de una semana

Para estacionar el vehículo por más de una semana seguir las siguientes instrucciones:

- Estacionar el vehículo en el lugar abierto, seco y ventilado.
- Asegurar que esté activado el freno de mano.
- Cargar la batería completamente y cortar el interruptor de alimentación principal.
- Limpiar y proteger el interior con cera.
- Limpiar y proteger las partes metálicas exteriores de la carrocería con productos especiales.
- Abrir las ventanas ligeramente.
- Cubrir el vehículo con lona de plástico o seda, no usar cobertor de plástico ajustado ya que impedirá la evaporación de la humedad.
- Mantener una inspección periódica de la presión de los neumáticos.
- Pulsar el botón de emergencia y desconectar la fuente de alimentación principal después de estacionar el vehículo.

CONCLUSIONES

1. El plan de mantenimiento desarrollado para los vehículos eléctricos permite que se asegure el funcionamiento correcto de la máquina y prolongue el tiempo de vida a través de las inspecciones programadas y sugerencias de la empresa, manteniéndose dentro de los límites de garantía del automóvil.
2. La autonomía de los automóviles eléctricos se determinó por medio de dos tipos de pruebas controladas, diferenciándolas por el consumo eléctrico requerido de cada una, a través del aire acondicionado, luces y radio, entre otras; registrando un descenso de 10 kilómetros entre cada prueba, para cada vehículo.
3. El análisis comparativo del consumo energético entre vehículos eléctricos y de combustión interna, muestra el beneficio económico reduciendo al menos 50 % en gastos de operación.
4. Las pruebas de campo realizadas a los vehículos eléctricos y de combustión interna para facilitar la comprensión en su desempeño involucró pruebas de potencia, lubricantes, emisiones de gases y consumo energético por medio de contadores de energía eléctrica.
5. El mayor beneficio identificado en las pruebas de campo realizadas en el proyecto de gasolina/etanol es la reducción de contaminantes, debido al porcentaje de reducción de emisiones reflejados en los siguientes

resultados: 80 % en monóxido de carbono, 95 % en hidrocarburos, 90 % en óxido nitroso y 90 % en dióxido de azufre en la mezcla E10.

6. Utilizar biodiesel como combustible muestra un resultado satisfactorio, según las pruebas de emisiones de gases realizadas; reflejando una reducción de gases contaminantes mostrados a continuación: 82 % en monóxido de carbono, 39,3 % en hidrocarburos, 34,95 % en óxido nitroso.
7. Las pruebas de potencia realizadas en los proyectos de etanol y biodiesel evidencian un descenso en la potencia y torque, para el pick-up Nissan (10,5 % potencia – 21 % torque), panel Mitsubishi (17,9 % potencia – 19,4 % torque) y para el Suzuki Jimmy (6,37 % potencia – 5,56 % torque). El cual está respaldado por las investigaciones realizadas en otros países y que pueden corregirse hasta cierto punto, modificando el sistema de inyección en los vehículos diésel.
8. Uno de los mayores beneficios registrados al finalizar los proyectos, es la transformación de más de 2 000 litros de biodiesel, siendo el 80 % de lo recolectado y dejando de contaminar al menos 2,5 millones de litros de agua.
9. El control de rendimiento de etanol/gasolina muestra el siguiente resultado: la mezcla de etanol más eficiente fue E10, de acuerdo a los registros que mostró; a pesar de esto el consumo de combustible incrementó un 13 %, el cual está respaldado por su beneficio.
10. Dentro de la evaluación del rendimiento de biodiesel, ambos vehículos mantuvieron los kilómetros por galón dentro del rango de operación con

diésel, siendo para el pick-up Nissan 43.9 km/gal y panel Mitsubishi 40.45 km/gal, promedio operando con biodiesel.

11. El resultado de utilizar biocombustibles dentro de los mantenimientos, muestra lo siguiente: las pruebas de lubricantes confirman que no existe deterioro anormal en ambos proyectos; la aplicación de etanol como carburantes funciona como aditivo incrementando el octanaje y limpiando el sistema de inyección; el biodiesel mejora la lubricación en el motor duplicando la vida útil de los motores.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el cambio de sistema de frenos de los vehículos eléctricos, a discos ventilados, por ser el único sistema de frenado.
2. Determinar un productor de biodiesel a base de aceite quemado que sea de mayor capacidad de producción y de tiempo prolongado para poder bajar costos de producción y promover el uso de biocombustibles.
3. Seleccionar distribuidoras de etanol que exportan y llegar a un acuerdo para utilizarlo como carburante en la gasolina, ayudando al medioambiente y utilizando el producto de Guatemala.
4. Luego de estar fuera del tiempo de garantía del vehículo eléctrico, utilizar repuestos genéricos debido a su precio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, *Energy Management Agency* Guía del Vehículo Parte II. M. 10.820-2015 28935 Móstoles (Madrid: 2012)
2. PRIMO YÚFERA, Eduardo, *Química orgánica básica y aplicada, de la molécula a la industria*, Universidad Politécnica de Valencia: Reverté, 2006. 799 p. ISBN-84-291-7952-4.
3. SACRISTÁN, Francisco *Mantenimiento total de la producción (TPM) proceso de implementación y desarrollo*, España, Fundación Confemetal EDITORIAL, 2011, 150 p. ISBN: 84-95428-0
4. SACRISTÁN, Francisco *Manual del mantenimiento integral en la empresa, Mantenimiento preventivo y su planificación*, España, FC EDITORIAL, 2010, 357 p. ISBN: 84-95428-18-0
5. SARDÓN JUANA, José María. *Energías Renovables para el Desarrollo*, Cooperación Internacional Editorial Paraninfo, Mexico: 2003. 311 p. ISBN 8428328641, 9788428328647

APÉNDICES

Datos Calculados

Apéndice 1. Resumen abastecimientos de mezcla de combustible, etanol y gasolina

resumen de abastecimiento de mezcla de combustible, etanol y gasolina		
fecha	cantidad GAL	Kilometraje
08/05/2015	8.15	150,491
13/05/2015	4.63	150,669
18/05/2015	8.5	150,924
21/05/2015	5.56	151,082
27/05/2015	9.14	151,413
29/05/2015	7.35	151,710
03/06/2015	9.39	152,069
08/06/2015	3.54	152,170
12/06/2015	9.78	152,547
18/06/2015	9.26	152,840
23/06/2015	8.97	153,201
30/06/2015	9.56	153,547
08/07/2015	9.63	153,860
15/07/2015	9.37	154,208
22/07/2015	8.13	154,549
27/07/2015	7.69	154,851
24/07/2015	8.53	155,257
31/07/2015	7.81	155,567
07/08/2015	9	155,898
19/08/2015	8.15	Sin Información
01/09/2015	3.53	156,307
29/09/2015	8.1	156,606
01/10/2015	8.72	156,950
06/10/2010	9.47	157,323
12/10/2015	6.16	157,549

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Resumen abastecimientos de mezcla de biocombustible, diésel y biodiesel vehículo #399**

<u>Vehículo</u>	<u>Fecha</u>	<u>Combustible</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Kilometraje</u>
399	02/10/2015	Biodiesel	8.20	178,841.00
399	08/10/2015	Biodiesel	12.70	179,377.00
399	19/10/2015	Biodiesel	12.80	179,870.00
399	29/10/2015	Biodiesel	11.80	180,308.00
399	04/11/2015	Biodiesel	8.30	180,659.00
399	11/11/2015	Biodiesel	12.00	181,180.00
399	17/11/2015	Biodiesel	11.00	181,633.00
399	30/11/2015	Biodiesel	9.00	181,975.00
399	08/12/2015	Biodiesel	13.20	182,500.00
399	14/12/2015	Biodiesel	7.70	182,847.00
399	08/01/2016	Biodiesel	4.00	183,052.00
399	14/01/2016	Biodiesel	8.90	183,367.00
399	27/01/2016	Biodiesel	11.70	184,283.00
399	02/02/2016	Biodiesel	12.00	184,825.00
399	15/02/2016	Biodiesel	10.50	185,231.00
399	16/02/2016	Biodiesel	2.50	185,299.00
399	16/02/2016	Biodiesel	1.70	185,319.00
399	24/02/2016	Biodiesel	11.00	185,787.00
399	01/03/2016	Biodiesel	9.90	186,224.00
399	08/03/2016	Biodiesel	11.00	186,650.00
399	15/03/2016	Biodiesel	12.50	187,172.00

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 3. Resumen abastecimientos de mezcla de
biocombustible, diésel y biodiesel vehículo #533**

Vehículo	Fecha	Combustible	Cantidad	Kilometraje
533	27/10/2015	Biodiesel	12.00	162,457.00
533	30/10/2015	Biodiesel	6.90	162,713.00
533	03/11/2015	Biodiesel	6.30	163,989.00
533	06/11/2015	Biodiesel	14.50	163,566.00
533	10/11/2015	Biodiesel	7.50	163,867.00
533	17/11/2015	Biodiesel	13.50	164,429.00
533	24/11/2015	Biodiesel	12.80	164,907.00
533	14/12/2015	Biodiesel	15.20	166,366.00
533	18/12/2015	Biodiesel	8.00	166,641.00
533	29/12/2015	Biodiesel	8.00	166,913.00
533	05/01/2016	Biodiesel	6.00	167,140.00
533	07/01/2016	Biodiesel	5.00	167,351.00
533	08/01/2016	Biodiesel	9.00	167,741.00
533	19/01/2016	Biodiesel	5.00	167,879.00
533	20/01/2016	Biodiesel	7.00	168,166.00
533	21/01/2016	Biodiesel	7.50	168,514.00
533	26/01/2016	Biodiesel	10.50	168,974.00
533	27/01/2016	Biodiesel	4.80	169,154.00
533	01/02/2016	Biodiesel	8.20	169,500.00
533	05/02/2016	Biodiesel	8.50	169,852.00
533	11/02/2016	Biodiesel	11.50	170,255.00
533	15/02/2016	Biodiesel	7.20	170,504.00
533	18/02/2016	Biodiesel	9.20	170,838.00
533	26/02/2016	Biodiesel	10.60	171,235.00
533	03/03/2016	Biodiesel	13.00	171,729.00
533	10/03/2016	Biodiesel	8.10	172,049.00
533	17/03/2016	Biodiesel	8.20	172,343.00

Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1. **Cuadro comparativo resultados, calidad de gasolina**

ANALISIS DE CALIDAD DE LA GASOLINA Y MEZCLA PLAN PILOTO						
No. Carga	Fecha Carga	Fecha Certificado Calidad Otorgado Proveedor	Resultados según Certificado Calidad - Proveedor E0	Resultados según Laboratorio Externo - OTI	Resultados según Laboratorio MEM	
1	23/02/2015	21/01/2015 / Intertek S-GT100-0006313	RON= 95.2 O.N. RVP = 9.4 psi	26/02/2015 Lab Ref: 0169-2015	29/04/2015 Lab Ref: 0866-15	
				E5 = Tanque	E5 = Tanque	
				RON= 97.2 O.N. RVP = 9.5 psi Etanol = 4.92 vol% E5	RON= 96.7 O.N. RVP = 64 kPa = 9.28 psi Etanol = 5.2 vol% E5	
2	14/05/2015	31/03/2015 / OTI Lab ref: 0255-2015	RON= 95.9 O.N. RVP = 9.5 psi	NO SE HIZO	14/05/2015 Lab Ref: 0932-15	
					E0 = Sistema	E0 = Sistema
					RON= 89.8 O.N. RVP = 60 kPa = 8.70 psi E5 = Surtidor Lab Ref: 0422-15 RON= 92.4 O.N. RVP = 63 kPa = 9.13 psi Etanol= 5.6 Vol %	
3	08/06/2015	22/05/2015 / Intertek Lab ref: GT15-003	RON= 95.0 O.N. RVP = 9.3 psi	NO SE HIZO	NO SE HIZO	
4	07/07/2015	13/05/2015 Intertek Lab ref: 0579-15	RON= 95.2 O.N. RVP= 9.26 psi	08/07/2015 / Lab Ref: 0716-2015	07/07/2015 Lab Ref: 1327-15	
				E0 = Sistema	E0 = Sistema	
				RON= 95.2 O.N. RVP = 9.2 psi Etanol= 0 Vol % Cooper Strip Corrosion = 1A	RON = 92.1 O.N. RVP = 56 kPa = 8.12 Etanol= 0 Vol % Cooper Strip Corrosion = 1	
				E5 = Surtidor / Lab Ref: 0715-2015	E5 = Surtidor Lab Ref: 1326-15	
				RON= 96.1 O.N. RVP = 10.2 Etanol= 5.9 Vol % Cooper Strip Corrosion = 1A	RON = 94.1 O.N. RVP = 59 kPa = 8.55 psi Etanol= 5.7 Vol % Cooper Strip Corrosion = 1	

Fuente: OTI-MEM.

Anexo 2. Cuadro comparativo resultados, calidad de gasolina

No. Carga	Fecha Carga	Fecha Certificado Calidad Otorgado Proveedor	Resultados según Certificado Calidad - Proveedor E0	Resultados según Laboratorio Externo - OTI	Resultados según Laboratorio MEM
5	07/08/2015	24/07/2015 OTI OTIGT5-0904	API Gravity = 53.4 degrees RVP = 9 PSI GOMAS = 1.9 mg/100ml RON = 95.3	07/08/2015 / Lab Ref: 0892-2015	07/08/2015 / Lab Ref: 1514-15
				E0 = Cistema	E0 = Cistema
				API Gravity = 52.9 degrees	API Gravity = 54 degrees
				RVP = 8.8 PSI	RVP = 62 Kpa = 8.99 psi
				GOMAS = 1.2 mg/100ml	GOMAS = ND
				RON = 96.1	RON = 95
				Contenido Etanol = 0 Vol%	Contenido Etanol = 0 Vol%
				Contenido MTBE = 0 Vol%	Contenido MTBE = ND
				Estabilidad de oxidación = > 240 minutos	Estabilidad de oxidación = ND
				E7 Surtidor / Lab Ref 0893-2015	E7 Surtidor Lab Ref: 1515-15
				API Gravity = 53.3 GRADOS	API Gravity = 53.3 degrees
				RVP = 9.2 PSI	RVP = 68 Kpa = 9.86 psi
				GOMAS = 0.8 mg/100ml	GOMAS = ND
				RON = 97.3	RON = 97.2
				Contenido Etanol = 8.5 Vol%	Contenido Etanol = 7.9 Vol%
				Contenido MTBE = 0 Vol%	Contenido MTBE = ND
Estabilidad de oxidación = > 240 minutos	Estabilidad de oxidación = ND				
6	03/09/2015	19/08/2015 Saybolt 1765.4/L15	API Gravity = 57.1 degrees RVP = 9.84 PSI GOMAS = ≤ 0.5 mg/100ml RON = 95.9 R.O.N.	04/09/2015 / Lab Ref: 1015-2015	03/09/2015 / Lab Ref: 1723-15
				E0 = Cistema	E0 = Cistema
				API Gravity = 56.6 GRADOS	API Gravity = 57 degrees
				RVP = 9.0 PSI	RVP = 62 Kpa = 8.99 psi
				GOMAS = 0.8 mg/100ml	GOMAS = ND
				RON = 95.1	RON = 94
				Contenido Etanol = 0 Vol%	Contenido Etanol = 0 Vol%
				Contenido MTBE = 0 Vol%	Contenido MTBE = 0 Vol%
				Estabilidad de oxidación = > 240 minutos	Estabilidad de oxidación = ND
				E10 Surtidor / Lab Ref 1016-2015	E10 Surtidor Lab Ref: 1724-15
				API Gravity = 55 degrees	API Gravity = 55.3 degrees
				RVP = 9.9 PSI	RVP = 68 Kpa = 9.86 psi
				GOMAS = 0.6 mg/100ml	GOMAS = ND
				RON = 98.1	RON = 97.1
				Contenido Etanol = 12.5 Vol%	Contenido Etanol = 12.2 Vol%
				Contenido MTBE = 0 Vol%	Contenido MTBE = 0 Vol%
Estabilidad de oxidación = > 240 minutos	Estabilidad de oxidación = ND				

Fuente: OTI-MEM.

Anexo 3. Análisis comparativo de octanaje



Client : FUNDACION SOLAR
Client Reference : TBC
Our Reference : OTIGT15-0251 **Lab. Reference:** 0168-2015
Terminal : CIUDAD DE GUATEMALA / REPGAS
Location : GUATEMALA
Product ⁽¹⁾ : GASOLINA 8% ETANOL
Sample Obtained by ⁽²⁾ : OTI GUATEMALA / OPERATIONS
Sample Obtained from : TANQUE SERVICIO REPGAS
Sample Date : FEBRUARY 24th, 2015
Sample Analyzed by : OTI GUATEMALA
Analysis Date : MARCH 02nd, 2015

Analysis Report				
		Analyzed	Witness ⁽¹⁾	
Test	Units	Method	Specifications	Results
BLEND 97.5% GASOLINE / 2.5% ETANOL RESEARCH OCTANE NUMBER	octane	ASTM D 2699	95 min	96.3
BLEND 95.0% GASOLINE / 5.0% ETANOL RESEARCH OCTANE NUMBER	octane	ASTM D 2699	95 min	97.0
BLEND 90.0% GASOLINE / 10.0% ETANOL RESEARCH OCTANE NUMBER	octane	ASTM D 2699	95 min	98.6

⁽¹⁾ As described by client.

Remarks


 JUAN BALLESTER
 LAB MANAGER

Oil Test Internacional

⁽²⁾ Our responsibility as the witness of analysis is solely to witness that the analysis is conducted on the correct sample and the standard method indicated by the client. Therefore the Client agrees that Oil Test Internacional is not responsible for the condition of apparatus, instrumentation and measuring devices, and that accepts ONLY OWN DATA, RESULTS, ETC., AS DESCRIBED.

⁽³⁾ Analysis report corresponds to the sample supplied to the laboratory by (see above "sample obtained by").

This Report of Analysis may not be reproduced partially without the written permission of Oil Test Internacional.



Fuente: OTI.

Anexo 4. Análisis de lubricante proyecto etanol

POLARIS Laboratories		Lubricant Analysis Report		<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>NORMAL</td> <td></td> <td>ABNORMAL</td> <td></td> <td>CRITICAL</td> </tr> </table>		0	1	2	3	4	NORMAL		ABNORMAL		CRITICAL								
0	1	2	3	4																			
NORMAL		ABNORMAL		CRITICAL																			
Account Information Account Number: 516088-0000-0000 Company Name: MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ SA Contact: DONALD GOMEZ Address: 10 AV 26-70 ZONA 13 COL SANTA FE COL SANTA FE GT 0000 GT Phone Number: 50222238000		Component Information Component ID: P-825DPQ E Secondary ID: Component Type: UNLEADED GASOLINE ENGINE Manufacturer: SUZUKI Model: JIMMY Application: OFF-HIGHWAY Sump Capacity: 0 L		Sample Information Tracking Number: 00006031875 Lab Number: G-131840 Lab Location: Guatemala City Data Analyst: RAM Sampled: 2015 Received: 23-Jul-2015 Completed: 27-Jul-2015																			
Filter Information Filter Type: Missing Information Micron Rating: 0		Miscellaneous Information		Product Information Product Manufacturer: Missing Information Product Name: Missing Information Viscosity Grade: Missing Information																			
Comments: Check for source of FUEL LEAK. Fuel is at a SIGNIFICANT LEVEL. Fuel dilution may be caused by component faults related to injectors, ignition/timing or excessive blow-by. Additional causes include heavy throttle application, engine lugging, frequent short trips, and excessive idling. LUBRICANT and FILTER CHANGE is suggested if not done at sampling time. Base Number is SLIGHTLY LOW. Silicon is at a MINOR LEVEL; SILICON sources can be abrasives (dirt, Alumina Silica), seals and gasket material, lube additive or lube supplement, and/or environmental contaminant; Infrared results indicate beginning lube oxidation; LUBRICANT TIME was not provided for this sample. Please provide missing lubricant information. Manufacturer, product name, and viscosity grade are needed to properly evaluate data. Resample at half interval;																							
Sample #	Wear Metals (ppm)										Contaminant Metals (ppm)		Multi-Source Metals (ppm)			Additive Metals (ppm)							
	Iron	Chromium	Nickel	Aluminum	Copper	Lead	Tin	Cadmium	Silver	Vanadium	Silicon	Sodium	Potassium	Titanium	Molybdenum	Antimony	Manganese	Lithium	Boron	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorous
1	7	0	0	0	27	0	0	0	0	0	26	4	0	0	77	0	12	0	442	2575	0	904	1037
Sample #	Sample Information							Contaminants			Fluid Properties												
	Date Sampled	Date Received	Lube Time	Unit Time	Lube Change	Lube Added	Filter Change	Fuel Dilution	Soot	Water	Viscosity 40°C	Viscosity 100°C	Acid Number	Base Number	Oxidation	Nitration							
1	N/A	23-Jul-2015	0	154154	Unk	0	Unk	4.8 - GC	<.1	<.1 - FTIR	12.9	cSt	4.42	mg KOH/g	21	abs/cm							
Sample #	Particle Count (particles/mL)								Additional Testing														
	ISO Code Based On 4/6/14	> 4 µm	> 6 µm	> 10 µm	> 14 µm	> 21 µm	> 38 µm	> 70 µm	> 100 µm	Test Method													
1	//																						
Comments are advisory only and are based on the assumption that the sample and data submitted are valid. Missing fluid or component information limits the evaluation. No warranty is expressed or implied.																							

Fuente: Laboratorio Polaris.

Anexo 5. Especificaciones del biodiesel elaborado

		Formato de resultados de pruebas rápidas para biodiesel					
Procedencia aceite:	Aceite reciclado		Fecha análisis:	Abril 15 del 2016			
Proveedor:	Municipalidad		Fecha producción:				
Número de lote:	BDAM1_01_16 al BDAM1_04_2016						
Encargado de Análisis:	Ing. Andrés Hernández						
		¿Cumple?			¿Cumple?		
pH	6.9	Si	No	Viscosidad (cSt)	4.797	Si	No
Número ácido	0.320	Si	No	Tiempo (s)	50.12		
Peso muestra	5.2000			Constanta viscosímetro (cSt)	0.09572		
Cantidad KOH (mL)	5.0			Prueba 3/27	-	Si	No
Normalidad KOH (N)	5.936E-03			Observaciones Prueba 3/27	Reacción completa		
Densidad (g/cm ³)	0.8791	Si	No	Agua y sedimentos (mL)	---	Si	No
Gravedad Especifica	0.8812			Resultados de la Prueba	No se formo capa		
W _{total} (g)	28.2815			Indice de Refracción (nD)	1.4477	Si	No
W _{Agua} (g)	54.398			% conversión	91.52		
M _{Agua} (g)	26.1165						
W _{sedimentos} (g)	28.2815						
W _{CO2-BIO} (g)	51.2959						
M _{BIO} (g)	23.0144						
V _{Agua} (cm ³)	26.1794						
ρ _{Agua} (g/cm ³)	0.997835456						
Observaciones (si aplica)							
Elaborado por	Ing. Andrés Hernández						
Revisado por	Ing. Andrés Hernández						
Aprobado por	Ing. Andrés Hernández						
						Revisión	1.0
						Página	1 de 1

Fuente: Laboratorio UVG.

Anexo 6. Especificaciones de los análisis de lubricantes proyecto de biodiesel vehículo #533

POLARIS Laboratories		Lubricant Analysis Report		0 1 2 3 4																																																																																																																									
North America: +1-877-808-3750				Overall report severity based on comments.																																																																																																																									
Account Information Account Number: 516088-0000-0000 Company Name: MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ SA Contact: DONALD GOMEZ Address: 10 AV 26-70 ZONA 13 COL SANTA FE COL SANTA FE GT 0000 GT Phone Number: 50222238000		Component Information Component ID: P-030P0K E Secondary ID: Component Type: DIESEL ENGINE Manufacturer: NISSAN Model: TD27 Application: OFF-HIGHWAY Sump Capacity: 0 L		Sample Information Tracking Number: 15338M02723 Lab Number: G-190471 Lab Location: Guatemala City Data Analyst: RAM Sampled: 04-May-2016 Received: 06-May-2016 Completed: 05-May-2016																																																																																																																									
Filter Information Filter Type: FULLFLOW Micron Rating: 0		Miscellaneous Information		Product Information Product Manufacturer: MOTUL Product Name: TEXMA MEDIA X Viscosity Grade: SAE 15W40																																																																																																																									
Comments Suggest checking compression (blow-by) or similar diagnostics and monitoring engine fault codes. Chrome is at a SIGNIFICANT LEVEL and is possibly coming from piston ring plating. Sealing metal is at a MODERATE LEVEL. Abrasives (silicon/dirt) are at a MODERATE LEVEL. Please provide COMPONENT MANUFACTURER and MODEL to compare data to the correct standards for this component. Unit hours/miles/kilometers not provided for this sample. Resample at half interval.																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sample #</th> <th colspan="10">Wear Metals (ppm)</th> <th colspan="3">Contaminant Metals (ppm)</th> <th colspan="3">Multi-Source Metals (ppm)</th> <th colspan="4">Additive Metals (ppm)</th> </tr> <tr> <th>Iron</th> <th>Chromium</th> <th>Nickel</th> <th>Aluminum</th> <th>Copper</th> <th>Lead</th> <th>In</th> <th>Cadmium</th> <th>Silver</th> <th>Vanadium</th> <th>Silicon</th> <th>Sodium</th> <th>Potassium</th> <th>Titanium</th> <th>Molybdenum</th> <th>Antimony</th> <th>Manganese</th> <th>Lithium</th> <th>Boron</th> <th>Magnesium</th> <th>Calcium</th> <th>Barium</th> <th>Phosphorous</th> <th>Zinc</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>47</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1325</td> <td>1367</td> <td>0</td> <td>1266</td> <td>1531</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>13</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>50</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1287</td> <td>1313</td> <td>0</td> <td>1221</td> <td>1437</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>51</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>405</td> <td>37</td> <td>3907</td> <td>0</td> <td>1216</td> <td>1270</td> </tr> </tbody> </table>						Sample #	Wear Metals (ppm)										Contaminant Metals (ppm)			Multi-Source Metals (ppm)			Additive Metals (ppm)				Iron	Chromium	Nickel	Aluminum	Copper	Lead	In	Cadmium	Silver	Vanadium	Silicon	Sodium	Potassium	Titanium	Molybdenum	Antimony	Manganese	Lithium	Boron	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorous	Zinc	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	47	0	0	0	1	1325	1367	0	1266	1531	2	13	3	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	1	1287	1313	0	1221	1437	3	10	6	0	4	4	1	0	0	0	10	4	3	0	0	51	1	0	0	405	37	3907	0	1216	1270
Sample #	Wear Metals (ppm)										Contaminant Metals (ppm)			Multi-Source Metals (ppm)			Additive Metals (ppm)																																																																																																												
	Iron	Chromium	Nickel	Aluminum	Copper	Lead	In	Cadmium	Silver	Vanadium	Silicon	Sodium	Potassium	Titanium	Molybdenum	Antimony	Manganese	Lithium	Boron	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorous	Zinc																																																																																																					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	47	0	0	0	1	1325	1367	0	1266	1531																																																																																																					
2	13	3	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	1	1287	1313	0	1221	1437																																																																																																					
3	10	6	0	4	4	1	0	0	0	10	4	3	0	0	51	1	0	0	405	37	3907	0	1216	1270																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sample #</th> <th colspan="4">Sample Information</th> <th colspan="3">Contaminants</th> <th colspan="5">Fluid Properties</th> </tr> <tr> <th>Date Sampled</th> <th>Date Received</th> <th>Lube Time</th> <th>Unit Time</th> <th>Lube Change</th> <th>Lube Added</th> <th>Filter Change</th> <th>Fuel Dilution</th> <th>Soot</th> <th>Water</th> <th>Viscosity 40°C</th> <th>Viscosity 100°C</th> <th>Acid Number</th> <th>Base Number</th> <th>Oxidation</th> <th>Titration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>N/A</td> <td>16-Jun-2015</td> <td>0</td> <td>169642</td> <td>Unk</td> <td>0</td> <td>Unk</td> <td><1 - Estimate</td> <td><1</td> <td><1 - FTIR</td> <td></td> <td>14.4</td> <td></td> <td>9.65</td> <td>7</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>N/A</td> <td>14-Aug-2015</td> <td>0</td> <td>174972</td> <td>Unk</td> <td>0</td> <td>Unk</td> <td><1 - Estimate</td> <td>0.5 - E2412</td> <td><1 - FTIR</td> <td></td> <td>14.5</td> <td></td> <td>8.41</td> <td>10</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>04-May-2016</td> <td>06-May-2016</td> <td>8403</td> <td>0</td> <td>Unk</td> <td>0</td> <td>Unk</td> <td><1 - Estimate</td> <td>0.8 - E2412</td> <td><1 - FTIR</td> <td></td> <td>15.1</td> <td></td> <td>8.29</td> <td>11</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>						Sample #	Sample Information				Contaminants			Fluid Properties					Date Sampled	Date Received	Lube Time	Unit Time	Lube Change	Lube Added	Filter Change	Fuel Dilution	Soot	Water	Viscosity 40°C	Viscosity 100°C	Acid Number	Base Number	Oxidation	Titration	1	N/A	16-Jun-2015	0	169642	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	<1	<1 - FTIR		14.4		9.65	7	6	2	N/A	14-Aug-2015	0	174972	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	0.5 - E2412	<1 - FTIR		14.5		8.41	10	9	3	04-May-2016	06-May-2016	8403	0	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	0.8 - E2412	<1 - FTIR		15.1		8.29	11	8																																								
Sample #	Sample Information				Contaminants			Fluid Properties																																																																																																																					
	Date Sampled	Date Received	Lube Time	Unit Time	Lube Change	Lube Added	Filter Change	Fuel Dilution	Soot	Water	Viscosity 40°C	Viscosity 100°C	Acid Number	Base Number	Oxidation	Titration																																																																																																													
1	N/A	16-Jun-2015	0	169642	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	<1	<1 - FTIR		14.4		9.65	7	6																																																																																																													
2	N/A	14-Aug-2015	0	174972	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	0.5 - E2412	<1 - FTIR		14.5		8.41	10	9																																																																																																													
3	04-May-2016	06-May-2016	8403	0	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	0.8 - E2412	<1 - FTIR		15.1		8.29	11	8																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sample #</th> <th colspan="8">Particle Count (particles/mL)</th> <th colspan="2">Additional Testing</th> </tr> <tr> <th>ISO Code Based On 48/74</th> <th>> 4 µm</th> <th>> 6 µm</th> <th>> 10 µm</th> <th>> 14 µm</th> <th>> 21 µm</th> <th>> 38 µm</th> <th>> 70 µm</th> <th>> 100 µm</th> <th>Test Method</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>if</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>if</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>if</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Sample #	Particle Count (particles/mL)								Additional Testing		ISO Code Based On 48/74	> 4 µm	> 6 µm	> 10 µm	> 14 µm	> 21 µm	> 38 µm	> 70 µm	> 100 µm	Test Method		1	if											2	if											3	if																																																																								
Sample #	Particle Count (particles/mL)								Additional Testing																																																																																																																				
	ISO Code Based On 48/74	> 4 µm	> 6 µm	> 10 µm	> 14 µm	> 21 µm	> 38 µm	> 70 µm	> 100 µm	Test Method																																																																																																																			
1	if																																																																																																																												
2	if																																																																																																																												
3	if																																																																																																																												
Comments are advisory only and are based on the assumption that the sample and data submitted are valid. Missing fluid or component information limits the evaluation. No warranty is expressed or implied.																																																																																																																													

Fuente: Laboratorio Polaris.

Anexo 7. Especificaciones de los análisis de lubricantes proyecto de biodiesel vehículo #399

POLARIS Laboratories		Lubricant Analysis Report		0 1 2 3 4																				
		North America: +1-877-808-3750		Overall report severity based on comments.																				
Account Information Account Number: 316088-0000-0000 Company Name: MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ SA Contact: DONALD GOMEZ Address: 10 AV 26-70 ZONA 13 COL SANTA FE COL SANTA FE GT 0000 GT Phone Number: 50222238000		Component Information Component ID: C-340BLC E Secondary ID: Component Type: DIESEL ENGINE Manufacturer: MITSUBISHI Model: L200 Application: OFF-HIGHWAY Sump Capacity: 0 L		Sample Information Tracking Number: 13338M02725 Lab Number: G-192475 Lab Location: Guatemala City Data Analyst: PLG Sampled: 04-May-2016 Received: 06-May-2016 Completed: 05-May-2016																				
Filter Information Filter Type: FULLFLOW Micron Rating: 0		Miscellaneous Information		Product Information Product Manufacturer: MOTUL Product Name: TEXMA MEGA X Viscosity Grade: SAE 15W40																				
Comments: Data indicates no abnormal findings. Resample at normal interval. Please provide COMPONENT MANUFACTURER and MODEL to compare data to the correct standards for this component. Unit hours/miles/kilometers not provided for this sample.																								
Sample #	Wear Metals (ppm)										Contaminant Metals (ppm)		Multi-Source Metals (ppm)			Additive Metals (ppm)								
	Iron	Chromium	Nickel	Aluminum	Copper	Lead	Tin	Cadmium	Silver	Vanadium	Silicon	Sodium	Potassium	Titanium	Molybdenum	Antimony	Manganese	Lithium	Boron	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc
1	40	3	0	4	1	7	0	0	0	0	17	3	2	0	47	0	0	0	439	63	3490	0	1171	1283
2	35	3	0	2	2	11	0	0	0	0	14	2	3	0	48	1	0	0	481	20	3840	0	1068	1271
3	11	1	0	1	0	4	0	0	0	0	18	3	4	0	25	1	0	0	439	9	3575	0	1170	1178
Sample #	Sample Information				Contaminants				Fluid Properties															
	Date Sampled	Date Received	Lube Time km	Unit Time h	Lube Change	Lube Added	Filter Change	Fuel Dilution % Vol	Soot % Vol	Water % Vol	Viscosity 40°C cSt	Viscosity 100°C cSt	Acid Number mg KOH/g	Base Number mg KOH/g	Oxidation	Neutralization								
1	N/A	26-Jan-2016	0	167762	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	1.0 - E2412	<1 - FTIR		15.0		5.17	10	7								
2	N/A	30-Mar-2016	0	172886	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	0.3 - E2412	<1 - FTIR		14.2		5.55	8	5								
3	24-May-2016	26-May-2016	1048	0	Unk	0	Unk	<1 - Estimate	<1	<1 - FTIR		14.2		9.72	9	4								
Sample #	Particle Count (particles/mL)										Additional Testing													
	ISO Code Based On 45/74	> 4 µm	> 6 µm	> 10 µm	> 14 µm	> 21 µm	> 38 µm	> 70 µm	> 100 µm	Test Method														
1	II																							
2	II																							
3	II																							
Comments are advisory only and are based on the assumption that the sample and data submitted are valid. Mixing fluid or component information limits the evaluation. No warranty is expressed or implied.																								

Fuente: Laboratorio Polaris.

