



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS A BASE DE
BIOCOMBUSTIBLES VS. ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA**

Jonathan Yordahel Milian Boesche

Asesorado por Msc.Ing Nelson Cáceres Toledo

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS A BASE DE
BIOCOMBUSTIBLES VS. ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JONATHAN YORDAHEL MILIAN BOESCHE
ASESORADO POR MSC. ING. NELSON CÁCERES TOLEDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente |
| VOCAL V | Br. Fernando José Paz González |
| SECRETARIA | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---|
| DECANO | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADOR | Mtro. Ing. Carlos Alberto Navarro Fuentes |
| EXAMINADOR | Mtro. Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño |
| EXAMINADOR | Mtro. Ing. Edgar Yanuario Laj |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

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:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS A BASE DE BIOCOMBUSTIBLES VS. ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería mecánica eléctrica con fecha 15 de octubre de 2022.

Jonathan Yordahel Milian Boesche



EEFFI-PP-2128-2022
Guatemala, 17 de noviembre de 2022

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

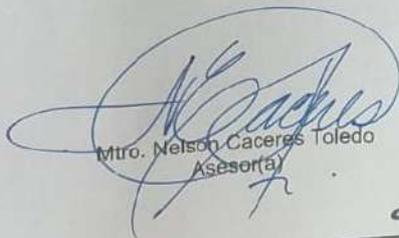
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACION PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS A BASE DE BIOCOMBUSTIBLES VS ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión y uso eficiente de la energía - Aspectos técnicos, económicos y ambientales en el uso y aprovechamiento de recursos energéticos**, presentado por el estudiante **Jonathan Yordahel Milian Boesche** carné número **201700788**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Energía Y Ambiente.

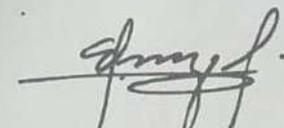
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

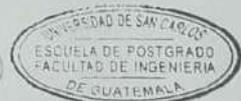
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Nelson Cáceres Toledo
Asesor(a)


Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador(a) de Maestría


Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-1738-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACION PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS A BASE DE BIOCOMBUSTIBLES VS ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jonathan Yordahel Milian Boesche**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

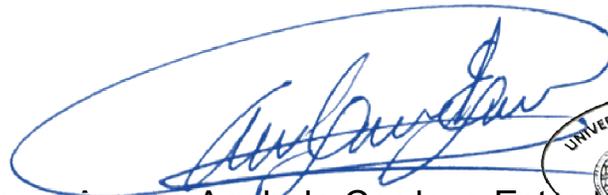
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, noviembre de 2022

LNG.DECANATO.OI.220.2023

La Decana 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 Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD COMO PARTE DEL SISTEMA DE SALUD Y SEGURIDAD PARA COVID 19 Y OTROS VIRUS RESPIRATORIOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Jonatán David De León Bravo**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por regalarme abundantes bendiciones y darme la fuerza e inteligencia necesaria para poder cumplir esta meta.
- Mis padres** Felino Milian Garcia y Zoila Esperanza Boesche Cahueque, por ser mi inspiración y ejemplo por su lucha diaria, para ayudarme a llegar tan lejos.
- Mi hermano** Jeremy Jose Boesche, por su apoyo y cariño a lo largo de estos años.
- Mi abuela** A mi abuela que siempre estará en mi mente y mi corazón que siempre estuvo alimentando mi cabeza de sueños y que podía realizar cualquier cosa que quisiese.
- Ingeniero** Ingeniero Nelson Cáceres, por el apoyo brindado a lo largo de la realización de esta tesis y su amabilidad y tiempo dedicado.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser mi alma mater, la casa de estudios que me abrió las puertas y permitió mi formación profesional. |
| Mis amigos | Porque, a lo largo de la carrera, fueron apoyo indispensable, para avanzar y poder culminar esta bella etapa. |
| Ingenieros | Por el tiempo y dedicación al compartir sus conocimientos. |
| Mi novia | Por su apoyo brindado a lo largo de mi carrera. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN..... | XI |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| 2. ANTECEDENTES | 3 |
| | |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 9 |
| 3.1. Descripción del problema | 9 |
| 3.2. Formulación del problema | 12 |
| 3.2.1. Pregunta Central:..... | 12 |
| 3.2.2. Preguntas auxiliares: | 12 |
| | |
| 4. JUSTIFICACIÓN | 13 |
| | |
| 5. OBJETIVOS | 15 |
| | |
| 6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN | 17 |
| | |
| 7. MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| 7.1. Energía Renovables | 19 |
| 7.1.1. Energía Hidráulica | 20 |
| 7.1.2. Energía solar | 20 |

| | | |
|----------|---|----|
| 7.1.3. | Energía eólica | 21 |
| 7.1.4. | Energía Geotérmica | 21 |
| 7.1.5. | Energía Biomasa..... | 22 |
| 7.1.6. | Biocarburantes | 22 |
| 7.2. | Qué son los biocombustibles | 23 |
| 7.2.1. | Qué tipo de energía son los biocombustibles..... | 24 |
| 7.2.2. | Clasificación y tipos de biocombustibles | 24 |
| 7.2.2.1. | Primera generación | 25 |
| 7.2.2.2. | Segunda generación | 26 |
| 7.2.2.3. | Tercera generación | 27 |
| 7.3. | Materia prima | 27 |
| 7.3.1. | Obtención de biocombustibles en Guatemala..... | 28 |
| 7.3.2. | Biocombustibles más utilizados en Guatemala | 29 |
| 7.3.3. | Los biocombustibles en América latina | 29 |
| 7.3.4. | Desventajas y desventajas del biocombustible | 32 |
| 7.4. | Tipos de vehículos eléctricos | 33 |
| 7.4.1. | Vehículo híbrido de eléctrico (HEV) | 33 |
| 7.4.2. | Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV)..... | 34 |
| 7.4.3. | Vehículo eléctrico de batería pura (BEV). | 35 |
| 7.4.4. | Impacto económico de los vehículos eléctricos..... | 36 |
| 7.4.5. | Ventajas e inconvenientes del vehículo eléctrico | 37 |
| 7.4.6. | Baterías de los vehículos eléctricos | 37 |
| 7.4.7. | Emisiones de gases contaminantes | 38 |
| 8. | PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS | 39 |
| 9. | METODOLOGÍA | 43 |
| 9.1. | Características del estudio | 43 |
| 9.2. | Variables | 45 |

| | | |
|--------|---|----|
| 9.3. | Fases de estudio | 46 |
| 9.3.1. | Fase 1: Exploración bibliográfica | 46 |
| 9.3.2. | Muestreo..... | 46 |
| 9.3.3. | Análisis de información | 47 |
| 9.4. | Resultados esperados | 47 |
| 10. | TÉCNICA DE ANÁLISIS..... | 49 |
| 11. | CRONOGRAMA..... | 53 |
| 12. | FACTIBILIDAD DE ESTUDIO | 55 |
| | REFERENCIAS | 57 |
| | APÉNDICES | 59 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1. Árbol del problema | 11 |
| 2. Vehículo híbrido eléctrico (HEV) | 33 |
| 3. Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV). | 34 |
| 4. Vehículo eléctrico de batería pura (BEV) | 35 |
| 5. Metodología..... | 48 |
| 6. Cronograma de actividades | 53 |

TABLAS

| | |
|--|----|
| I. Destilerías Etanol..... | 29 |
| II. Área cultivada actual y potencial de expansión en ALC..... | 31 |
| III. Ventajas y desventajas | 32 |
| IV. Ventajas y desventajas del VE..... | 37 |
| V. Peculiaridades de acuerdo de las baterías | 38 |
| VI. Emisiones de gases..... | 38 |
| VII. Variables..... | 45 |
| VIII. Tabla tabulación de información para países en vías de desarrollo..... | 50 |
| IX. Tabla de tabulación de información para países desarrollados | 50 |
| X. Tabulación de información acerca de Guatemala | 51 |
| XI. Recursos financieros necesarios para la investigación | 55 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| ABS | Sistema de frenos antibloqueo |
| Ampe | Amperios |
| AWD | Tracción en todas las ruedas |
| C | Carbono |
| CAA | Acta de aire limpio |
| CH₄ | Metano |
| CH₃CH₂OH | Alcohol Etilico |
| CH₃OH | Metanol |
| CH₃OCH₃ | Éter dimetilico |
| CO₂ | Dióxido de Carbono |
| H₂O | Agua |
| MCI | Motor de combustión interna |
| NiMh | Baterías recargables de Níquel |
| O₃ | Ozono |
| Q | Calor |
| V | Voltios |
| VA | Válvulas de admisión |
| VE | Válvula de escape |

GLOSARIO

| | |
|---------------------------|---|
| Aceite vegetal | Es un triglicérido extraído de una planta, son líquidos a temperatura ambiente. |
| Amperio | Es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. |
| Biocombustible | Son combustibles derivados de fuentes renovables que cuando se queman no liberan CO ₂ . |
| Biogás | Es un combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos por las reacciones de biodegradación. |
| Biomasa | Materia orgánica originada en un proceso biológico espontáneo o provocado. |
| Caracterización | Determinar los atributos peculiares de alguien o de algo. |
| Corriente alterna | Variación de las cargas eléctricas en dirección y tiempo con cambios periódicos de voltaje y corriente. |
| Corriente continua | Es una corriente constante, no varía el voltaje, se mantiene con respecto a la dirección y el tiempo. |

| | |
|----------------------------|--|
| Efecto invernadero | Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera terrestre, retienen parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación estelar. |
| Gas natural | Fuente de energía no renovable formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo o en depósitos de carbón. |
| Hidrólisis | Es una reacción química entre una molécula de agua y otra macromolécula. |
| Impacto ambiental | Efecto que produce una acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. |
| Indicador | Elemento o dispositivo que muestra cierto cambio según el medio en el cual se encuentra. |
| Matriz energética | Es la combinación de fuentes de energía primaria que se utiliza en una zona geográfica. |
| Transesterificación | Es la reacción de un triglicérido con un alcohol para formar ésteres y glicerol. |

RESUMEN

Los biocombustibles representan en la actualidad una fuente potencial de energía renovable, además de que podrían generar nuevos y grandes mercados para los productores agrícolas. No obstante, sólo algunos de los actuales programas de biocombustibles son viables, y la mayoría implica altos costos sociales e irónicamente ambientales. Los efectos económicos, ambientales y sociales de los biocombustibles deben debatirse ampliamente y es necesario evaluarlos cuidadosamente antes de extender el apoyo del sector público hacia programas de biocombustibles en gran escala.

Las estrategias de los países respecto a los biocombustibles deben basarse en una evaluación minuciosa de estas oportunidades y costos a mediano y largo plazo. Uno de los factores a tener en cuenta es que las reservas de petróleo se acabarán, según expertos, en cincuenta años. En este artículo se presenta el impacto social y económico en la producción de biocombustibles en los países industrializados, y en los países en desarrollo que son, o podrían llegar a ser, productores eficientes en mercados de exportación nuevos y rentables.

Los biocombustibles representan en la actualidad una fuente potencial de energía renovable, además de que podrían generar nuevos y grandes mercados para los productores agrícolas. No obstante, sólo algunos de los actuales programas de biocombustibles son viables, y la mayoría implica altos costos sociales e irónicamente ambientales.

Los efectos económicos, ambientales y sociales de los biocombustibles deben debatirse ampliamente y es necesario evaluarlos cuidadosamente antes de extender el apoyo del sector público hacia programas de biocombustibles en gran escala. Las estrategias de los países respecto a los biocombustibles deben basarse en una evaluación minuciosa de estas oportunidades y costos a mediano y largo plazo. Uno de los factores a tener en cuenta es que las reservas de petróleo se acabarán, según expertos, en cincuenta años.

En este artículo se presenta el impacto social y económico en la producción de biocombustibles en los países industrializados, y en los países en desarrollo que son, o podrían llegar a ser, productores eficientes en mercados de exportación nuevos y rentables. Se realiza un estudio a la matriz energética actual de la distribuidora y su curva de demanda, por medio de un cuadro de beneficios e inconvenientes. Con lo cual, se analiza de manera integral el impacto que la recarga de vehículos eléctricos representa a la red de distribución en estudio.

En esta investigación se presenta el análisis sobre el impacto ambiental y económico que tienen vehículos eléctricos, así como la implementación de los biocombustibles. Tanto desventajas y ventajas que estos presentan en la ciudad de Guatemala. Actualmente, por los avances tecnológicos que está teniendo a nivel mundial el vehículo eléctrico, se posiciona como una tecnología muy eficiente y limpia. Siendo una verdadera alternativa respecto a las que actualmente monopolizan el mercado, de igual forma el análisis de biocombustible determina la capacidad que tiene Guatemala para su implementación y analizando el debate que nace a base de este estudio, “combustible vs alimentos”.

1. INTRODUCCIÓN

Para nuestra movilidad hay diferentes tipos de transporte, en la actualidad para nuestro país el más cotidiano se da por medio de los vehículos a base de combustible, que es uno de los derivados del petróleo, por lo que a lo largo de los años que ha causado grandes impactos ambientales tanto para nuestro país Guatemala como para el mundo, y que en estos últimos años el uso y la dependencia del petróleo, ha tenido impacto económico a nivel mundial, por lo que se ha acelerado el estudio de otras alternativas para la movilidad del transporte.

Se conoce que a lo largo de los años la implementación con otro tipo de energías, pero el enfoque mundial es de poder utilizar las energías renovables, ya que estas tienen un impacto positivo al ambiente y en lo económico, por lo que se busca un sustituto o alternativa en base a dichas energías, se investiga, analiza y determina las cualidades de los vehículos a base de biocombustibles, y los vehículos eléctricos.

Nuestro país tiene grandes ventajas para la generación de energía eléctrica, ya que nuestro país para generación se da por medio de las hidroeléctricas que esta es energía limpia, ya que gracias al abastecimiento de grandes fuentes de agua se puede generar la energía eléctrica, cabe resaltar que nuestro país cuenta con un clima adecuado para la producción de energía por medio de la luz solar, que tiene en función los paneles solares, que es otra de las alternativas para generar energía eléctrica, por lo que la implementación de vehículos eléctricos, puede llegar a ser una alternativa, ya que el impacto ambiental, económico puede ser positivo, cabe resaltar para llevar a cabo este plan se debe

de realizar una reestructuración en todo el país, tener en cuenta el precio para la adquisición de estos vehículos, y del precio de cada KV/hora.

El biocombustible es el obtenido a base de la biomasa vegetal, es mucho menos contaminante que los combustibles de origen fósil, por lo que se plantea el análisis para la implementación de esta energía, ya que en Guatemala existe una asociación promotora de combustibles renovables, que estos dan a conocer los beneficios ambientales, energéticos, este biocombustible se puede utilizar tanto puro como mezclado, entre el biocombustible tenemos el biodiesel y el etanol que son utilizados en el área de transporte, por lo que se busca analizar el impacto ambiental y económico que este tiene para el país.

2. ANTECEDENTES

Actualmente En los últimos años se ha buscado una forma de sustituir el consumo del petróleo en el área de transporte vehicular se desarrolla sustitutos como lo son el biocombustible y uso de energía eléctrica, un primer trabajo corresponde a:

Romeo García (2009) quien ejecutó, *Análisis prospectivo de la producción de biocombustibles en Guatemala* se trata de la manufactura de biodiesel y etanol que se realiza a base de biomasa, se ha ido desarrollando un análisis para poder sustituir el petróleo y ha ido presentando un crecimiento los combustibles renovables que son más beneficiosos para la fauna y flora.

Durante la proyección de este trabajo se realizado de acuerdo a la metodología que fue propuesta por Michel Godet, basándose en su libro llamado *La caja de herramientas de prospectiva estratégica* se cuenta con la táctica y el comportamiento que tendrá en ocasiones futuras según el rendimiento, que ayudan a tener una visualización más clara en diferentes aspectos tecnológicos, económicos ambientales y sociales. El análisis parte desde la formulación de la matriz DAFO, Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, Que analiza las fortalezas, debilidades oportunidades y amenazas, hace una comparación en cada una de estas variables para determinar qué tan viable es la implementación de este sustituto.

Un segundo trabajo de tesis por Casasola Ramírez (2017) quien efectuó: *El Programa para la acreditación de un sello de diferenciación social y ambiental del biodiesel en la industria de biocombustibles de Guatemala* el objetivo es promover el uso de biocombustibles alternos en el área de movilidad vehicular, buscando la aprobación social y medioambiental obteniendo un sello que trata de proveer un sistema de calidad tanto para el productor como para el consumidor.

El análisis que se plantea trae normas internacionales que se deben seguir y cumplir ciertas especificaciones y requerimientos para implementar los sistemas de calidad, se desarrolla para las industrias que desean acreditarse este sello deben cumplir con un 80% de las normas especificadas, para que los biocombustibles tengan una acreditación aceptable para su comercialización.

Un tercer trabajo por el *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2010)*, que realizó *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: El Biodiésel* presenta un análisis de la situación que tienen los países de América, que en nuestro análisis se basa en nuestro país Guatemala,

Presenta información de cada país que busca como solución un combustible alternativo y dar información estadística de cómo está situado cada uno de los países participantes en esta investigación, para este año Guatemala no contaba con una comercialización abundante de este combustible así que el análisis se basa en la producción del biocombustible.

El transporte siempre ha estado involucrado en todas las actividades económicas de las naciones y sus relaciones con otras. Es fundamental para el ser humano puesto que por sí solo, sería una tarea muy complicada trasladarse grandes distancias y si a esto se le adiciona una carga, se complicaría más la tarea. Es por ello que siempre se han ido descubriendo, perfeccionando y llevando a la implementación todos los tipos de tecnologías que favorezcan y permitan la locomoción

Guatemala posee de acuerdo a la *Asociación Promotora de Combustibles Renovables de Guatemala (ACR)* 15 mil litros por día, para el año 2007 Guatemala solo contaba con 7 productores de biocombustible y entre los 7 solo lograban reunir la cantidad indicada y con eso no lograban tener una comercialización aceptable para las necesidades del consumidor.

Las principales fuentes de materia prima que se contaba era la palma africana, la soja, el higuierillo, el girasol, pero la principal fuente es la palma africana ya que según Mario Agreda en su sitio *web: agronomia.nireblog.com* se cultivaban 65 mil plantas de palma de aceite, lo que busca es obtener los datos estadísticos de la producción y el área geográfica donde se cultiva la materia prima para la realización del biocombustible, y prever el crecimiento del mismo.

Se han hecho análisis para determinar qué tan conveniente es el uso de los biocombustibles de acuerdo a la interpretación de los encargados de la comisión nacional de biocombustibles del MEM (2007), su interpretación nos dice que se debe ser cauto al explicar el peligro que conlleva una competencia en el combustible alternativo que se desea implementar, como el etanol, biodiesel, pero esto no supone un alto riesgo si va acompañado con estudios de impacto ambiental y que con ello se implemente ciertos planes de mitigación y contingencia.

Lo que se desea obtener es la comparación de la movilidad vehicular que va asociada a la energía eléctrica, que es el medio por el cual se genera movimiento en el sistema de transmisión, para la circulación del vehículo, tanto que los vehículos convencionales consumen 236,000 barriles al día, que representa uno de los consumidores más altos en Guatemala, exactamente el segundo lugar con un 26.7%

En Guatemala la demanda va ascendiendo, en el área energética del diésel y la gasolina, y debido a esto se analiza el provecho que tendrán los vehículos eléctricos, de acuerdo a los datos estadísticos estos arrojaban que, en el año 1990, en el país se tenía por cada 1000 habitantes se tiene 50 vehículos, para el año 2010 se obtuvo que había 139 vehículos por 1000 habitantes ya había un aumento, y por ende representa un aumento potencial, y cabe resaltar que los vehículos convencionales su porcentaje de consumo se extiende al 56% tanto en la gasolina superior y regular.

Conociendo estos datos, se busca alternativas para suplir el petróleo, esto puede ser por medio de los vehículos eléctricos, o bien los de biocombustible, el impacto que se busca tener con este nuevo ajuste, es reducir las Emisiones de CO₂, los datos arrojados nos indican que si se implementan estas soluciones, se lograría liberar 12 millones de toneladas de CO₂ para el año 2030, y esta cantidad irá en aumento conforme se obtengan vehículos eléctricos, que realizando la comparación respecto al 2016 se amplió en un 150%, y por si todo este análisis fuera muy negativo en el 2030 solo se reduciría 510,000 toneladas de CO₂, En general se reduciría para estos años 1.4 millones de TON o en el peor de las cuestiones 2.3 millones de TON.

Efectuando el análisis se basó en la metodología IPCC nivel 2, se contempló la huella de emisiones de las centrales de generación, tanto que para el 2010 se obtuvo 0.510 toneladas de CO₂/MWh, teniendo en cuenta que la generación eléctrica que se deba tener para los vehículos eléctricos se estima en 405 mil toneladas de CO₂, Para el 2030 se tendrá 1.1 y 1.8 millones de toneladas de CO₂. A pesar de estos datos, todavía es evitable, pero se tiene que atender basándose en la demanda de energías renovables

Referenciándonos en la sustentabilidad de la propuesta de vehículos automatizados eléctricamente, nos condiciona y para bien, ya que el ahorro en promedio es de \$2,360 por cada 5 años, que se toma como indicador el precio de Q1.46 kWh, tomando en cuenta que solo se fomenta el ahorro del combustible, falta agregar el mantenimiento. (Fernando A, 2017)

En el desarrollo de la investigación se busca cumplir con los objetivos planteados, en el cual se caracteriza la importancia de atender las variables de impacto ambiental y económico que tiene el análisis de nuevas alternativas para el uso de los vehículos motorizados, del cual se pretende recopilar información y detallar las ventajas y desventajas con base a la recolección de datos y muestreos realizados en distintos laboratorios teniendo en cuenta que se busca comprender la importancia que pueda llegar a tener el análisis alternativo como lo es el biocombustible como fuente de energía para la movilidad del transporte, así como los vehículos eléctricos, por lo que la finalidad de esta investigación, es atender y plantear estas dos alternativas y proponer si Guatemala tiene la capacidad de desarrollar e implementar estas nuevas fuentes de energía.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se plantea desarrollar el análisis del impacto ambiental y económico que pueda llegar a tener el impulso de una nueva tecnología para la movilidad motriz, siendo por los vehículos eléctricos, o bien por los de biomasa, tomando en cuenta cada una de sus ventajas y desventajas, que tenga para la economía guatemalteca, y reducir el uso excesivo del petróleo.

3.1. Descripción del problema

En los últimos años, se ha buscado una solución alternativa para dejar a un lado el consumo del petróleo y sus derivados en el área de transporte, teniendo en cuenta que estos últimos años, ha ido en aumento el combustible, y teniendo la necesidad de buscar otras alternativas, se pretende analizar dos alternativas pretendiendo que estas sean soluciones, se busca comparar los vehículos a base de biocombustibles que puede ser el biodiesel o etanol, y con los vehículos eléctricos.

En este caso analizamos estas dos alternativas que se pueden llegar a utilizar, y lo que se busca es contrastarlas, y así tomar una decisión de cual es más beneficiosa respecto a su impacto individual, que sus efectos se pueden ver en el impacto ambiental y económico como social.

Haciendo la comparativa de los vehículos que funcionan a base del biocombustible o bien los que funcionan a base de energía eléctrica, se plantea que cada una de estas alternativas tenga un mayor beneficio para el medio

ambiente, teniendo en cuenta que se debe de presentar cuál de los dos presenta mayores beneficios, cuál tiene más ventajas y desventajas respecto uno del otro.

Ejemplo si analizamos biocombustible que este tenga un impacto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que la adquisición de este producto sea más económico y sustentable, sabiendo que para producir la materia prima se usa grandes extensiones territoriales de nuestro país, saber si la cantidad de productores que hay en Guatemala, son suficientes para poder aportar, generar, producir la cantidad necesaria para que sea nuestra alternativa, adquiriendo datos necesarios e información para saber que tan ventajoso es, o si proporciona más desventajas que ventajas.

Se analiza la segunda alternativa, que es el transporte vehicular a base de energía eléctrica, hacemos la comparativa con la primera alternativa pero para eso debemos examinar qué tan sostenible es poder adquirir y poder realizar la reconversión vehicular en nuestro país, contemplando que el valor de los vehículos eléctricos es alto, en nuestro país no se cuenta con suficientes centros de carga, saber si se tiene la capacidad de generación, producción y transmisión de energía eléctrica si se logra adecuar los vehículos.

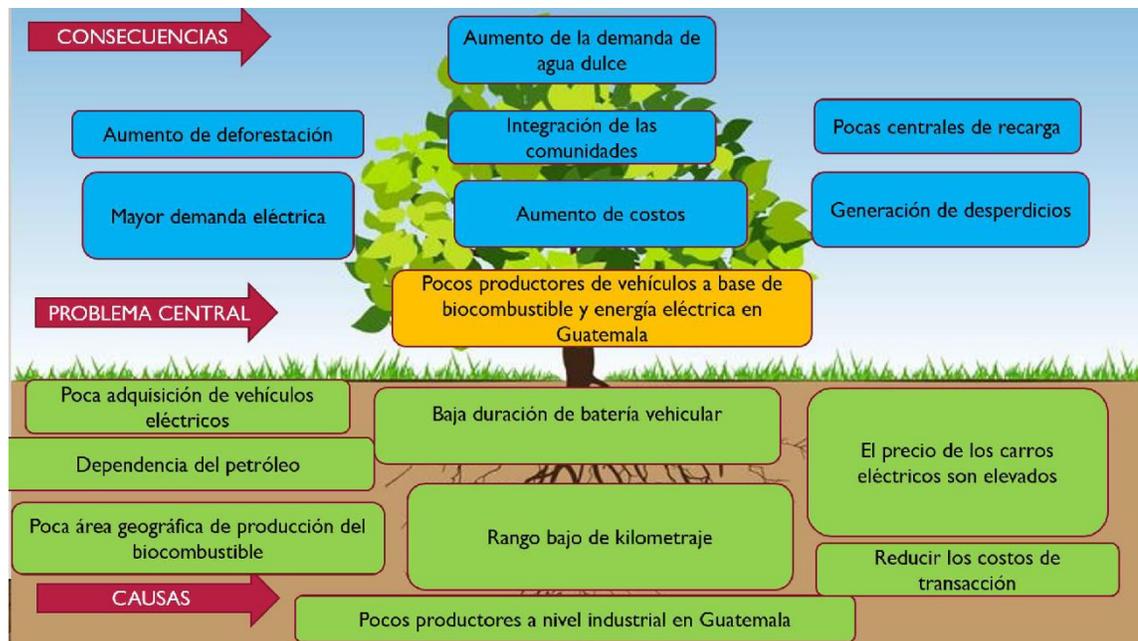
Se tiene mayor análisis, en la generación y adecuación del transporte, debido a que en Guatemala conforme lo que dio a conocer el Observatorio Nacional de Seguridad del Tránsito (ONSET) que, según el ONSET, hasta mayo de 2021, se contabilizan 4 millones 289 mil 712 vehículos en toda la república, mientras que a finales de 2020 había 4 millones 096 mil 800, lo que significa un aumento de 192 mil 912, un 4.50% más.

Las motocicletas conforman el 43.09% del total de automotores, con 1 millón 848 mil 623; le siguen los automóviles particulares que suman 832 mil 169, lo que hace el 19.40%; luego están los Pick-ups, 665 mil 271, 15.51%;

camionetas, camionetillas y tipo panel, 566 mil 201, 13.20%; camiones, cabezales y transporte de carga, 180 mil 550, 4.21%. dado estos datos se tiene una mayoría abrupta de vehículos de combustión, estos dominan el transporte en Guatemala, por lo que se busca adecuar los vehículos a base de energía eléctrica tomando en cuenta la capacidad que tiene nuestro sistema eléctrico para generar la energía necesaria para la demanda de los vehículos de la población guatemalteca.

Mediante estos análisis se busca identificar cuál de estas dos alternativas tiene mayores y mejores beneficios para el impacto ambiental, económico y social de acuerdo a la generación, producción, áreas agrícolas y demanda del biocombustible y energía eléctrica

Figura 1. **Árbol del problema**



Fuente: Elaboración propia, realizado con Powerpoint

3.2. Formulación del problema

Debido al aumento del precio del combustible fósil, se ha buscado la necesidad de tener nuevas alternativas para la movilidad motriz, por lo que se analiza el estudio de la implementación del uso del vehículo a base de electricidad, o bien a base de biomasa, partiendo del impacto ambiental y económico para la sociedad guatemalteca.

3.2.1. Pregunta Central:

Cuál es el impacto ambiental y económico de vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala

3.2.2. Preguntas auxiliares:

- Cuál es el impacto ambiental de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala
- Cuáles son los impactos económicos de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala
- Cuáles son las variables cualitativas y cuantitativas que deben de tomarse en cuenta para la implementación y/o readecuación de los vehículos existentes a la alternativa de menor impacto ambiental, económico al país

4. JUSTIFICACIÓN

Debido a lo que sucede en el mundo, y a los acontecimientos importantes, el precio del petróleo se ve afectado, se produce un aumento económico alrededor del mundo, que esto conlleva a tener un impacto económico en el bolsillo de la sociedad guatemalteca, además recordando que el uso constante del hidrocarburo afecta al medio ambiente en diferentes aspectos. De acuerdo al estudio de la maestría Energía y ambiente este análisis tiene relación con diferentes aspectos que van desde el uso eficiente de la energía en los sistemas de transporte, la implementación de energía renovable, conservación de la energía eléctrica y la planificación energética para el país.

Hoy más que nunca es necesario buscar y comparar nuevas alternativas, que sean una propuesta para la implementación de la movilidad motriz, que cumplan con características útiles para su desarrollo como, por ejemplo: amigables al ambiente, más económicas, fácil generación y acceso para la población.

El estudio de tesis, aporta la evaluación de alternativas para la sustitución del petróleo, que tiene en cuenta analizar alternativas diferentes que se puedan llevar a cabo en Guatemala, estas dependen de la evaluación del impacto ambiental y económico que se produzcan, por lo que conlleva un interés en el estudio de nuevas alternativas.

Se propone la evaluación de dos alternativas para los vehículos motorizados, la primera es a base de biocombustibles. En Guatemala los principales biocombustibles usados en el sector de transporte son el etanol y el biodiesel, estos son combustibles renovables, usan la biomasa como fuente de energía para los motores, se sabe que el biocombustible se puede utilizar ya sea puro o mezclado con otro tipo de combustible, lo que se busca es comparar el impacto ambiental y económico que este puede llegar a tener si se produjera la implementación de este recurso renovable para Guatemala en la movilidad de transporte, por lo que se compara con la segunda alternativa que son los vehículos motorizados impulsados por energía eléctrica.

Por lo que al reunir el conocimiento ya existente sobre el biocombustible y la energía eléctrica como métodos para la movilidad de transporte, lo usaremos como instrumento de evaluación, para determinar el impacto ambiental y económico producido por el biocombustible y la energía eléctrica, cuya evaluación podrá sistematizar cuál de las dos alternativas tendrá un mayor impacto ya sea positivo o negativo en el medio ambiente y en el aspecto económico para la población guatemalteca, y que puede llegar a ser una propuesta a futuro para implementarla en Guatemala.

5. OBJETIVOS

General

Evaluar el impacto ambiental y económico de vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala.

Específicos

1. Evaluar el impacto ambiental de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs. energía eléctrica en Guatemala.
2. Evaluar el impacto económico de los vehículos motorizados a base de biocombustible vs energía eléctrica en Guatemala.
3. Determinar las variables cualitativas y cuantitativas que deben de tomarse en cuenta para la implementación y/o readecuación de los vehículos existentes a la alternativa de menor impacto ambiental, económico al país.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En el desarrollo del trabajo se busca evaluar, investigar el impacto ambiental y económico que surge en el uso del biocombustible, como el etanol y el biodiesel que estos surgen de la biomasa; y la energía eléctrica es otra de las alternativas, que nos sirven para la movilidad del transporte.

La determinación del impacto ambiental y económico, que pueda surgir en el uso de estas alternativas, llegan a ser positivas o negativas, busca fomentar el uso adecuado y correcto para el estado a nivel nacional, ya que se desea tener otras opciones que ayuden a la economía guatemalteca, y a reducir el impacto ambiental debido a las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para identificar las problemáticas que pueden surgir al uso de estas energías, en la movilidad del transporte, es necesario recolectar, indagar, y concretizar la información obtenida por las investigaciones ya hechas por el MEM, o entidades gubernativas que hayan hecho estudios estadísticos del uso de biocombustible, y en el área de energía eléctrica, analizar si nuestra red eléctrica cuenta con la suficiente capacidad de hacerle frente a la readecuación de los vehículos de combustión a vehículos eléctricos.

Buscar nuevas alternativas, para la sustitución de los hidrocarburos, ha estado generando mucho más interés ahora, debido a las guerras que han surgido y al aumento para su adquisición, además que se busca que las nuevas energías sean más verdes y amigables al ambiente, debido al impacto ambiental que se ha tenido por el uso constante del petróleo, una de las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, y que en su transporte daña aguas y

acuíferos, por lo que se busca evaluar, y comparar cuál de las dos alternativas presentadas, tiene un mayor impacto ya sea positivo o negativo tanto para el ambiente como en lo económico para el consumidor y la generación de estas nuevas energías en el uso de transporte, porque lo que se busca Determinar las variables cualitativas y cuantitativas que deben de tomarse en cuenta para la implementación y/o readecuación de los vehículos existentes.

De acuerdo a la Maestría Energía y Ambiente, existe el estudio del uso eficiente de la energía en sistemas de transporte, como los aspectos económicos y ambientales en el aprovechamiento de los recursos energéticos, por lo que al determinar las variables cualitativas de la investigación se puede consensuar cuál es la mejor alternativa aprovechable para la sustitución y/o inserción de otra energía para el uso de los sistemas de transporte.

Al ser estudiante de la carrera de ingeniería con conocimiento en Mecánica – Eléctrica de la universidad de San Carlos de Guatemala, esta investigación proyecta la identificación de nuevas energías, para el uso en los sistemas de transporte como otras alternativas, con el fin de identificar las variables cualitativas y cuantitativas que deben de tomarse en cuenta para la implementación de estas energías.

7. MARCO TEÓRICO

Se contempla el estudio de la base principal que son las energías renovables partiendo desde la energía solar, eólica, e hidráulica, ya que estas nos ayudan a tener un claro ejemplo de las ventajas en la implementación de energías limpias, por lo que el análisis, se basa en la movilización vehicular a base de biocombustibles, o bien vehículos eléctricos.

7.1. Energía Renovables

La exploración, progreso de energías renovables, ha tenido impacto a nivel global, es lo moderno y el futuro de la sociedad, que tiene un gran impacto en la mejora para la vida moderna, se le denomina renovables ya que recurso ambiental es amplio, y su ventaja más grande es la capacidad de producción continua que esta posee, no es necesaria la intervención de los humanos, para que las energías efectúen su proceso de generación, en si estas fuentes de energía son de forma directa y es de cantidades inagotables, por eso naciones cada vez buscan sacarle provecho debido al desempeño que tienen en el desarrollo socioeconómico.

Esto simboliza utilizar fuentes de energía inagotables, las que están en este grupo selecto son, el sol que se traduce en energía solar, de igual forma el impulso del viento, como el nombre técnico que recibe energía eólica, la biomasa, Geotérmica, Hidráulica, estas energías están presentes en el ambiente de manera cuantiosa y su principal utilización es para la generación de energía eléctrica, uno de los mayores impactos a nivel ambiental es que si se comparan con las energías convencionales, estas son capaces de reducir a niveles altos

las emisiones de gases, y es por eso que su utilización cada vez es más común, y es lo que buscan los países generar energía limpia.

7.1.1. Energía Hidráulica

El posicionamiento que tiene la energía hidráulica en Guatemala, es tan alta que la mayor producción de electrificación es esta, se adecua al beneficio de los ríos, mares, cataratas, embalses, que hay alrededor de nuestro país, que depende de la energía potencial que tiene las corrientes de agua, esto se da por los niveles de altura que estos tengan, en Guatemala se tiene el embalse “Chixoy” que es donde se genera la mayor suma de energía y que se suministra a la población guatemalteca, las instalaciones que aprovechan las fuentes hídricas se le llaman centrales hidroeléctricas, El inicio de la hidráulica fue en el año 1884, Cuando se inició en El Zapote, fue la primera hidroeléctrica se encuentra del lado norte de la capital del país, y energiza 135 lámparas.

7.1.2. Energía solar

Se dice que esta energía es una de las ilimitadas ya que esta proviene de las emisiones de los rayos del sol, esta energía se usa muy a menudo no solo en la generación de energía eléctrica, sino también se aprovecha el poder calorífico para el secado de prendas. Su aprovechamiento se da por medio de paneles solar, que pueden ser instalados para altas cantidades de generación o bien para el suministro del hogar, ya que, por posición territorial, ya que Guatemala está en un área privilegiada, se aprovecha la radiación a lo largo del año, al tener esta ventaja se convierte en un aprovechamiento.

7.1.3. Energía eólica

Con esta energía se da el aprovechamiento del viento, de forma sencilla se dice que se basa en el impulso de las aspas, ya que esta es ocasionada debido al efecto, aumento calorífico y hay diferencia de masas de aire debido al sol, por lo que se dan cambios de temperaturas, y esto provoca corriente de masas (aire) donde las áreas de presión alta, tienden a tener un bajón y esto provoca que se origine el viento.

Durante abril de 2018, se instalaron tres generadoras eólicas, que están unidas al Sistema Nacional Interconectado, que tiene una potencia de 106.50 MW. Están ubicados en Villa Canales, en el área de Escuintla, San Vicente Pacaya, y otro en Agua Blanca, Jutiapa. (MEM, 2018)

7.1.4. Energía Geotérmica

La forma en que se da la energía geotérmica se basa en la explotación calorífica que está internamente en la tierra, Estos recursos se ubican donde se tienen actividades volcánicas o tendencia de placas tectónicas. En Guatemala hay diferentes fuentes de abastecimiento de energía limpia, pero esta sirve además como recreación como los baños termales, en los departamentos de Jalapa, Totonicapán y Quiché, Quetzaltenango, Santa Rosa, El Progreso, Chiquimula.

Se crean dos centrales geotérmicas, conectadas al Sistema Nacional Interconectado al unificarlas dan una potencia total de 35.23 MW, se ubican en Zunil y Escuintla. (MEN, 2018)

7.1.5. Energía Biomasa

La biomasa es la obtención de energía por medio de los residuos que se dan en la materia orgánica, que se divide en vegetal, animal o que también llega a ser proveniente de la evolución natural o artificial. Con esto se dice que la energía de biomasa es aquella que puede obtenerse de ella misma, ya sea quemada en forma directa o mediante un proceso de transformación que se hace para obtener otro tipo de combustible.

En nuestro país el ejemplo factible en el uso de la biomasa es en la industria azucarera que se da en la cogeneración, y esta se define como la fabricación de otras maneras de energía que son de una única fuente, la primera es la fuente de calor o bien energía eléctrica o mecánica. Las industrias que se enfocan en realizar caña de azúcar, producen calor y a base del bagazo de caña energía eléctrica.

7.1.6. Biocarburantes

Los biocarburantes o comúnmente conocidos como biocombustibles, es energía proveniente de biomasa, por su transformación es otra manera para reducir el impacto ambiental, que se da por las energías convencionales, esta energía se emplea en calderas para la manufactura de calor y electricidad, o bien en motores de combustión interna, que es el enfoque que se desea dar en la recolección de información, y es por eso que son conocidos como biocarburantes. Los biocarburantes son combustibles líquidos provenientes de la biomasa por lo que su origen es renovable, y su aprovechamiento se basa o es destinado.

7.2. Qué son los biocombustibles

Los biocombustibles son fuentes de energía que han ido estudiando conforme ha aumentado la necesidad humana de incentivar la utilización de energía renovables, esta alternativa es un combustible que su fin es para el transporte, que son provenientes como plantas y animales, estos biocombustibles se encuentran en los 3 estados de la materia, en estado líquido, sólido y gaseoso, que su estudio proviene a partir de la biomasa, ya que con las nuevas tecnologías que se han implementado a nivel mundial, esta energía renovable es un buen sustituto de los combustibles fósiles, ya que al usar el biocombustible como fuente de energía, cuando los motores queman esta sustancia, está al liberar CO₂ lo realiza sin emisiones de gases de carbono.

Los combustibles en su mayoría están hechos por plantas, pero estos los clasificados según el estado de materia en que se encuentren, como el combustible gaseoso, estos son hidrocarburos que se encuentran el metano, etano y butano, por otra parte, el combustible líquido, son los derivados del petróleo y los alcoholes, en este podemos mencionar el gasóleo, gasolina y el queroseno, o bien el metanol y etanol, y por último pero no menos importante el estado sólido, el carbón que puede ser tanto mineral como vegetal, coque y biomasa.

7.2.1. Qué tipo de energía son los biocombustibles

Como se describe a los biocombustibles estos se producen de dos formas, ya sea indirecta o directa, y son a partir de recursos naturales o de biomasa, por su parte en la especificación de biomasa, esta es una energía que proviene de materiales no fósiles, que entendemos con esto, que son de origen biológico, estos pueden llegar a ser los cultivos energéticos, como, por ejemplo, los desechos agrícolas, forestales, y los subproductos entre estos está el estiércol, o la biomasa microbiana.

Pero de forma que se ha ido implementando esta alternativa se han encontrado otro tipo de cultivos que ayudan a generar este biocombustible, y que son de uso diario para la población en general, estos se producen desde el azúcar, del maíz, trigo o de las semillas oleaginosas. Este tipo de energía tiene su cambio de acuerdo a los procesos termoquímicos, que al tener esos cambios se llega a las conclusiones que el nombre que recibe el biocombustible es Bioenergía.

7.2.2. Clasificación y tipos de biocombustibles

Los principales biocombustibles se clasifican en 3 tipos, la primera, segunda y tercera generación, aunque dependiendo de la materia prima es el grado que tienen, se sabe que los biocombustibles son fuentes de energía tan antigua como los vehículos, en el año 1900 el padre e inventor de los motores diésel Rudolf Diesel, tuvo el primer contacto y análisis para la adecuación de esta fuente de energía para los automóviles, y esta fue hecha a base de aceite de maní, y conforme se intensificó el estudio de esto, se unió en el año 1925 Henry Ford declarando el etanol como combustible del futuro. (Dinafem, 2011; Gualotuña y Moposita, 2006)

Existen biodiésel, bio-alcoholes (bio-etanol, bio-metanol, bio-butanol), biogás, gas de síntesis y biocombustibles sólidos (madera, carbón vegetal, aserrín). Se clasifican en los siguientes tres grupos. (Beta Analytic, 2012)

7.2.2.1. Primera generación

Los biocombustibles se producen por medio de la tecnología convencional, como los aceites o azúcares comestibles derivados de vegetaciones de maíz, girasol o caña de azúcar, aceite vegetal, o grasas de animales como fuentes, y estos entran en esta área debido a que la materia prima también son fuentes de alimento, y ya que son de vital importancia se abre el debate acerca de “Alimentos vs combustible” es argumento que se expande en los combustibles de primera generación.

Específicamente la materia prima que se utiliza etanol, viene siendo el maíz y la caña de azúcar, esto específicamente en países como EEUU, y en Brasil, que solo los mayores productores en el área de biocombustibles en el continente de América, por otra parte, en el área de Europa se utiliza el trigo, pero al usar recursos alimenticios como combustible puede amenazar el suministro de alimentos a gran parte de la localidad, mientras que, por otro lado, también podrían aumentar los precios de los alimentos.

Por lo que al tener esta complejidad acerca de los combustibles de primera generación se desarrollaron investigación y se dedicaron recursos económicos, para buscar una pronta solución, y no caer en el debate acerca de alimentos vs combustible, y así no afectar a la población y a la alimentación de los países donde se dé la producción de la misma, y ni afectar el costo de la vida y por eso es que existe la segunda generación de biocombustibles.

7.2.2.2. Segunda generación

se han desarrollado biocombustibles para que no exista una escasez de alimento, o que se tenga que decidir si tener combustible o bien el sustento diario, ya que la implementación de este análisis ha ayudado a tener una mayor diversidad, ya que el análisis de los científicos estos biocombustibles tienen ventajas sobre los de generación primera, ya que se dan por siembras no reservados a la nutrición o también fracciones de agriculturas no comestibles y considerados como desperdicios.

El estudio de los científicos arroja que esta división de los biocombustibles tiene ventaja respecto a la primera generación, ya que los análisis indican que no generan una cantidad alta de CO₂, que se traduce a un ahorro de estas emisiones de gases, pero si hay una ventaja también una desventaja ya que es más compleja la producción de estos, porque involucran la extracción de materia prima. (Beta Analytic, 2010).

Como se sabe lo reciclado es lo de hoy, y los aceites no se quedan atrás, y así es como se convierten en la mayor fuente de materia prima de biodiesel, la obtención de aceite se da en lugares conocidos, como lo es un restaurante, de la industria alimenticia, pero para esto tiene procesos que los simplificamos e, filtrado y tratado antes de la transformación a biodiesel.

7.2.2.3. Tercera generación

Este tercer análisis que se realizó y dio lugar a la tercera generación, fue a causa de buscar superar las desventajas de las dos generaciones anteriores, se dio a por medio de fermentación de carbohidratos de algas, y se le conoce tales biocombustibles avanzados, un ejemplo de esto es que todavía se encuentra en desarrollo el diésel renovable derivado de hidrogenación (HDRD), El HDRD diésel renovable derivado de hidrogenación se produce a partir de grasas animales o aceites vegetales que han sido refinados en refinerías de petróleo. Este combustible puede mezclarse con el petróleo. (Beta Analytic, 2012)

7.3. Materia prima

La melaza funciona como material en Guatemala, al tener la manufactura de azúcar, esta se convierte en un subproducto, y al realizar la destilación se obtiene el etanol.

El material que se utiliza en la manufactura del biodiésel es:

- Aceites reciclados
- Grasas animales
- *Jatropha Curcas* (piñón)
- Palma Africana

7.3.1. Obtención de biocombustibles en Guatemala

En nuestro país la producción de la biomasa se ve reflejada en el biodiesel y etanol, el avance científico de los combustibles, da a conocer la viabilidad a futuro, y así sustituir el petróleo fósil en el área de transporte vehicular, ya que en este nicho es difícil de reemplazar pero no imposible, y debido a esto el mercado ha ido en aumento tanto a nivel mundial como en el área de norte América, pero principalmente en el continente Europeo en general y en EEUU, pero a pesar que estos tienen ventaja, América latina no se queda atrás y esto es debido a sus condiciones de tierra ya que es fructífera, y es uno de los importantes mercados proveedores, a pesar del beneficio también tiene dudas, y esto es debido a la problemática de la manufactura máxima de combustibles ya que entra en un debate de alimentación vs biocombustibles.

Al tener esta ventaja productiva de biocombustible, sus ventajas económicas son inmediatas para las regiones, debido a las políticas neoliberales se tendrán desventajas y esto va tanto en lo ambiental como en lo social, y debido a esto se realizan estudios en cada país, y Guatemala no es la excepción que evalúan las dificultades tanto a largo plazo y que garantizan el progreso sostenible, con una moderación entre crecimiento económico, sustentabilidad ambiental y equidad social.

Por lo que, en Guatemala, se tienen las siguientes destilerías, y en la Tabla 1, nos indican la capacidad y los días de operación de cada planta.

Tabla I. **Destilerías Etanol**

| Nombre | Capacidad instalada (lt/día) | Factor planta | Días de operación | Producción anual estimada (Litros) |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|---|
| Palo gordo | 120,000 | 65% | 155 | 18,000,000 |
| Servicios | 120,000 | 95% | 330 | 38,000,000 |
| Manufactureros | | | | |
| DARSA | 250,000 | 95% | 330 | 79,000,000 |
| Bioetanol | 600,000 | 95% | 155 | 89,000,000 |
| Alcohol MAG | 300,000 | 95% | 155 | 45,000,000 |
| Total | 940,000 | | | 269,000,000 |

Fuente: Elaboración Propia con datos obtenidos de Ministerio de energía y minas, Biocombustibles Guatemala (2012)

7.3.2. Biocombustibles más utilizados en Guatemala

La implementación de los biocombustibles se basa de acuerdo al uso de biomasa, que se utiliza como fuente para los motores, es utilizado tanto puro o mezclado y con otro combustible, en Guatemala los más utilizados en la movilidad vehicular son el etanol y biodiesel.

7.3.3. Los biocombustibles en América latina

El aumento de la manufactura del biodiesel ha ido en aumento en un rango de tiempo, desde 2004 al 2008, tanto que la producción mundial ha crecido a pasos agigantados, y esto nos indica la futura tendencia que se tendrá, tanto que el porcentaje de producir llegó hasta el 61%, esto va relacionado con la producción y el destino del aceite en el mundo.

En nuestra patria, se adjudica de acuerdo a la (ACR) o bien Asociación Promotora de Combustibles Renovables de Guatemala, se produce 15,000 litros al día, en el año 2007 se tenía solamente 7 productores, y que lograban recolectar gracias a su esfuerzo esta cantidad y a pesar de esto aún no contaban con una comercialización estable y aceptable para el consumidor.

En la tabla 2, nos refleja cada país que tiene áreas cultivadas, y de acuerdo a los datos recolectados por FAOSTAT determinamos que el área de Sudamérica tiene una mayor área de producción de biocombustibles.

Tabla II. **Área cultivada actual y potencial de expansión en ALC**

| País | Área Total | Área cultivable (Millones de Ha) | | | |
|--------------------------|------------|----------------------------------|-----------|---------|-----------|
| | | Nominal | Corregida | Cultivo | Expansión |
| Chile | 74.9 | 3.3 | 2 | 3.2 | 0 |
| Rep. Dominicana | 4.7 | 2.2 | 1.4 | 1.4 | 0 |
| El salvador | 2.1 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0 |
| Haití | 2.7 | 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0 |
| Jamaica | 1.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0 |
| Honduras | 11.2 | 3.4 | 2.2 | 2 | 0.1 |
| Trinidad y Tobago | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| Costa Rica | 5.1 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.3 |
| Belice | 2.3 | 1 | 0.7 | 0.1 | 0.7 |
| Guatemala | 10.8 | 3.7 | 2.8 | 1.9 | 0.9 |
| Panamá | 7.8 | 2.4 | 10.6 | 0.7 | 0.9 |
| Cuba | 11.4 | 7.5 | 5.8 | 3.4 | 2.4 |
| Nicaragua | 14.4 | 5.5 | 3.7 | 1.3 | 2.4 |
| Guyana Francesa | 9.1 | 6.6 | 5.1 | 0 | 5.1 |
| Ecuador | 28.3 | 12.9 | 9.2 | 3 | 6.2 |
| Surinam | 16.4 | 9.3 | 6.7 | 0.1 | 6.7 |
| Guyana | 21.5 | 13.3 | 9.7 | 0.5 | 9.2 |
| Paraguay | 40.7 | 21.6 | 13.3 | 2.3 | 11 |
| Uruguay | 18.6 | 14.2 | 12.5 | 1.3 | 11.2 |
| México | 196.6 | 52.2 | 36.5 | 24.7 | 11.7 |
| Perú | 128.1 | 43.4 | 30.6 | 4.1 | 26.4 |
| Venezuela | 91 | 55.1 | 38.4 | 3.9 | 34.5 |
| Colombia | 113.6 | 65.5 | 47.7 | 5.5 | 42.2 |
| Bolivia | 109.6 | 61.9 | 46.1 | 2.4 | 43.7 |
| Argentina | 277.2 | 90.6 | 71.2 | 27.2 | 44 |
| Brasil | 847.9 | 549.4 | 393.8 | 50.7 | 343.1 |
| Total | 2049.8 | 1028.5 | 743.2 | 143.4 | 599.9 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAOSTAT 2008)

7.3.4. Desventajas y desventajas del biocombustible

Especificando con el tema del biodiesel esta es una técnica para iniciar con la descarbonización a nivel mundial, ya que se manufactura con materia prima renovable, como lo son las grasas. Teniendo como referencia a Colombia, este país lo manufactura a base con aceite de palma, ahora con Guatemala el biodiésel no se produce a nivel industrial, solo hay poco productores que lo hacen de aceite reciclado de frituras, pero a una pequeña escala, el uso de este biocombustible en el ámbito empresarial tiene ventajas y desventajas tanto económicas, ambientales como operacionales. (Manos verdes, 2013, 1)

Tabla III. **Ventajas y desventajas**

| Ventajas | Desventajas |
|---|--|
| No se requiere hacer mayores modificaciones en los motores diésel comunes | Se tiene problemas de fluidez por las bajas temperaturas. |
| Minimiza el desgaste de los motores porque tiene un gran poder de lubricación | No es aconseja su acaparamiento por más de 6 meses |
| Reduce las emisiones de gases contaminantes | La capacidad de disolver materiales como el caucho. A veces obliga a sustituir mangueras en el motor |
| Su rendimiento es similar al de diésel común, por lo que no implica un gasto extra | En países no agrícolas, la materia prima puede ser cara. |

Fuente: Elaboración propia

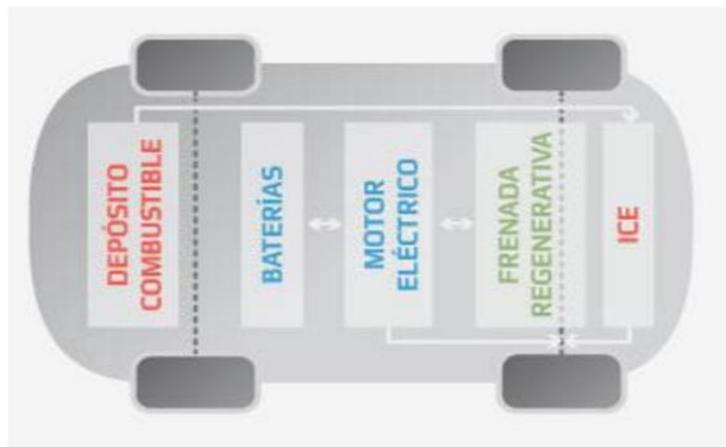
7.4. Tipos de vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos, son automotores que su principal fuente para generar movilidad, es la energía eléctrica, esta energía se puede obtener de la hidráulica, eólica, o solar, pero a su vez también existen tipos de vehículos eléctricos, como el híbrido eléctrico, híbrido eléctrico enchufable, y el de batería pura.

7.4.1. Vehículo híbrido de eléctrico (HEV)

En estos vehículos, para su funcionamiento, un motor de combustión interna se combina con el convencional (ICE-Internal Combustion Engine) y un sistema eléctrico conformado por una batería y el motor eléctrico. El de combustión interna y el motor eléctrico impulsan el vehículo.

Figura 2. Vehículo híbrido eléctrico (HEV)

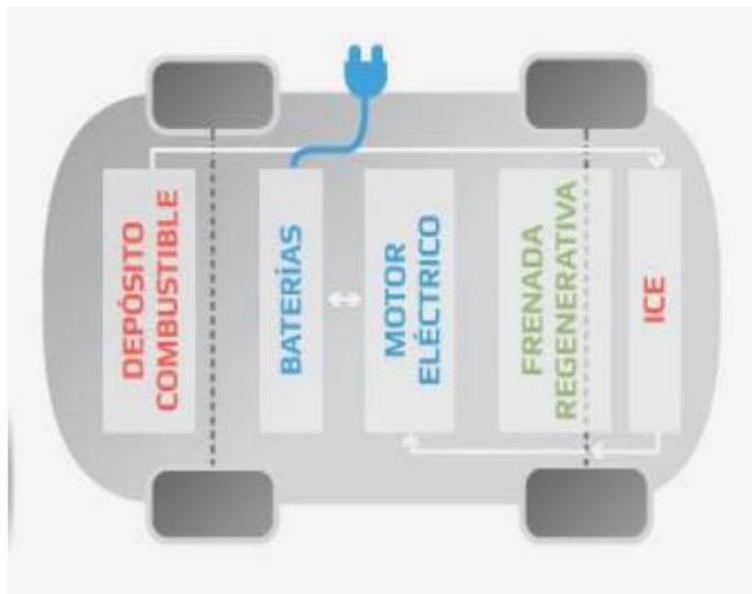


Fuente: Rubén Galeas, Los vehículos eléctricos hacia un transporte más sustentable en el Perú (2018)

7.4.2. Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV)

En estos vehículos son similares a los HEV, la diferencia radica en que la batería se recarga desde una toma de corriente del hogar o desde una estación de carga, en este caso el vehículo recorre únicamente con electricidad hasta que se consume toda la energía que entrega la batería, luego del cual empieza a funcionar el sistema híbrido con el ICE.

Figura 3. Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV).

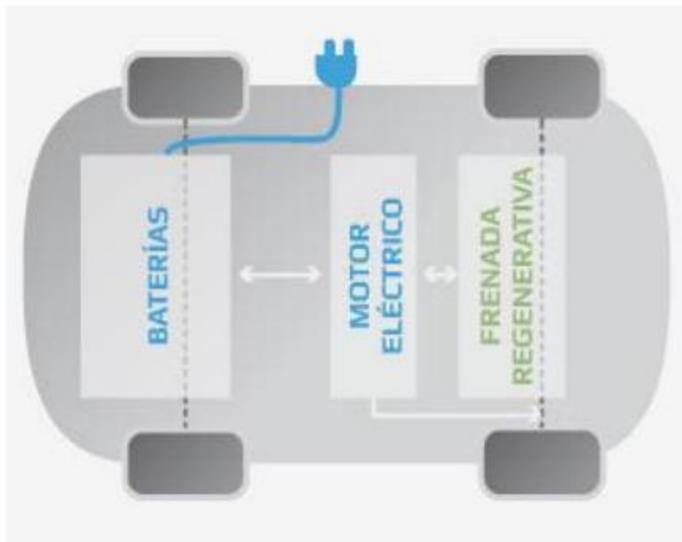


Fuente: Rubén Galeas, Los vehículos eléctricos hacia un transporte más sustentable en el Perú (2018)

7.4.3. Vehículo eléctrico de batería pura (BEV).

Estos vehículos no tienen motor de combustión interna, por lo tanto, su propulsión es únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía emana de la electricidad acumulada en la batería que se debe cargar a través de la red.

Figura 4. Vehículo eléctrico de batería pura (BEV)



Fuente: Rubén Galeas, Los vehículos eléctricos hacia un transporte más sustentable en el Perú (2018)

7.4.4. Impacto económico de los vehículos eléctricos

Si comparamos los vehículos convencionales y los vehículos eléctricos, se denota una mejora en el área de ahorro ya que en promedio se tiene \$2360 en cinco años, y si tomamos el valor de la energía es de Q1.46Kwh cabe resaltar que este dato contempla el ahorro de combustible, más no el mantenimiento.

El impacto en emisiones por centrales de generación de energía Para este cálculo se trabajó con la metodología de IPCC nivel 2 y el factor de emisión de CO₂ del país del año 2010, 0.518 tonCO₂/MWh. Las emisiones de las centrales para generar la energía eléctrica que satisfaga los autos eléctricos se estiman en 405,000 toneladas de CO₂, en el año 2030 para la escena atroz. se calculan entre 1.1 y 1.8 millones de toneladas de CO₂. A pesar de estos datos, todavía es evitable, pero se tiene que atender basándose en la demanda de energías renovables.

7.4.5. Ventajas e inconvenientes del vehículo eléctrico

La implementación de esta alternativa, nos da tantas desventajas (inconvenientes) y ventajas, lo describimos en la siguiente tabla.

Tabla IV. **Ventajas y desventajas del VE**

| Ventajas | Desventajas |
|--|--|
| Tiene menor impacto ambiental, el sistema de propulsión es más limpio. | Las baterías tienen limitaciones de acuerdo a su rendimiento y no tiene mayores prestaciones y autonomía. |
| Posibles privilegios fiscales, por medio de Reglamentos y normativos claros. | Se debe de ampliar la red y mejorarla y se traduce en un cambio en la distribución de la demanda energética. |
| El mantenimiento es menor. | la materia prima de las baterías, limita su manufactura tanto en el uso como el en el desecho |

Fuente: elaboración propia.

7.4.6. Baterías de los vehículos eléctricos

Las baterías que se encuentran con mayor normalidad en el mercado y la demanda son:

- Iones de litio
- Níquel-hidruro metálico (Ni-MH)
- Plomo ácido

Tabla V. Peculiaridades de acuerdo de las baterías

| Baterías (Tipo) | Energía (Wh/kg) | Energía/Vol (Wh/L) | Pot/Peso (W/kg) | Eficiencia (%) | Número de ciclos |
|------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Pb-ácido | 40 | 60-75 | 180 | 82.5 | 500 |
| Ni-MH | 70 | 140-300 | 250-1000 | 70.0 | 1350 |
| ión-Litio | 125 | 270 | 1800 | 90.0 | 1000 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Impacto del vehículo eléctrico 2015, consultado el 10 de octubre de 2022

7.4.7. Emisiones de gases contaminantes

Cuando se quema un litro de gasolina se expulsa aproximadamente 2.3 Kg de CO₂ a la atmósfera, entonces un galón de gasolina produce 8.72 Kg de CO₂, por lo tanto, tendríamos los siguientes datos:

Tabla VI. Emisiones de gases

| | RECORRIENDO 100 000 KM | RECORRIENDO 320 000 KM | CO ₂ PRODUCIDO EN 100 000 KM | CO ₂ PRODUCIDO EN 320 000 KM |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| Toyota Yaris | 1600 Gal. | 5120 Gal. | 13.95 Tn. | 44.64 Tn. |
| Toyota Prius C | 1120 Gal. | 3584 Gal. | 9.77 Tn | 31.26 Tn |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Universidad nacional Pedro Ruiz Galló 2018, consultado el 10 de octubre de 2022

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

1.1 Energías Renovables

1.1.1 Energía Hidráulica

1.1.2 Energía Solar

1.2.3 Energía eólica

1.2.4 Energía geotérmica

1.2.5 Energía biomasa

1.2.6 Biocarburante

1.2 Qué son los biocombustibles

1.2.1 Qué tipo de energía son los biocombustibles

1.2.2 Tipos de biocombustibles

1.2.3 De qué materias prima proviene

1.2.4 Qué es el biodiesel

1.2.5 Aplicaciones del biodiesel

- 1.2.6 Qué es el etanol
- 1.2.7 Aplicaciones del etanol
- 1.2.8 Razones por las cuales los países están usando el biocombustible
- 1.2.9 Cuáles son los biocombustibles más utilizados en Guatemala
- 1.2.10 Qué es lo malo de los biocombustibles
- 1.2.11 Qué diferencia existe entre un combustible y un biocombustible
- 1.2.12 Qué beneficios tiene el uso del biocombustible
- 1.2.13 Oportunidades del biocombustible en Guatemala
- 1.2.14 Por qué Guatemala debería de usar biocombustible
- 1.2.15. Ventajas y desventajas de que Guatemala use el biocombustible como medio para generar movilidad en el transporte.
- 1.2.16 Desafíos que tiene Guatemala para la implementación del biocombustible.
- 1.2.17 Qué impacto ambiental tienen los vehículos eléctricos o con biocombustibles en Guatemala.
- 1.2.18 Comparación en la utilización de la tierra para producir biocombustibles y alimentos.

2. VEHÍCULO ELÉCTRICO

- 2.1 Funcionamiento de vehículo eléctrico
- 2.2 Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos
- 2.3 Precio del vehículo eléctrico en Guatemala
- 2.4 Vehículo eléctrico más económico en Guatemala
- 2.5 Funcionamiento de los vehículos híbridos
- 2.6 Ahorro económico de un vehículo eléctrico
- 2.7 Talleres de mantenimiento de vehículos eléctricos en Guatemala
- 2.8 Costo de mantenimiento
- 2.9 Cómo es la recarga de los vehículos eléctricos
 - 2.10 Qué impacto ambiental o económico tienen los vehículos eléctricos.

2.11 Desechos de los vehículos eléctricos, en la fabricación de baterías y su desecho en el medio ambiente y la economía.

Eficiencia del transporte público eléctrico versus combustible fósil.

3. PRESENTACIÓN RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICE

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

A continuación, se presentan las características del estudio y la metodología que se aplicó en este proceso de investigación.

9.1. Características del estudio

En el desarrollo de la investigación se tiene el enfoque de tipo cualitativo y descriptivo, que de acuerdo con estas técnicas podemos cumplir con los objetivos y responder a las preguntas planteadas, analizando comportamiento de los biocombustibles como fuentes de energía para el transporte, en los vehículos motorizados, contemplando las variables y además conocer la rentabilidad que pueda llegar a tener en nuestro país, y por supuesto tener consideraciones como el área geográfica, los suficientes productores y generadores para esta energía e implementación, haciendo una comparación con los vehículos eléctricos, ya que se busca analizar estas dos alternativas desde el principio de contaminación ambiental y el impacto económico, que puede llegar a tener ya sea este favorable para los guatemaltecos.

El alcance será descriptivo, dado que la recolección de información y datos tendrá la finalidad esta investigación de enumerar las ventajas y desventajas que tendría la implementación de nuevas alternativas como el biocombustible como fuente de energía sustituyendo el petróleo fósil, o bien el uso de vehículos eléctricos, basándose en variables de impacto ambiental y económico.

Por lo que esta investigación el diseño adoptado será no experimental, debido a que se busca procesar la información recolectada de diferentes fuentes, obtener un panorama completo acerca de las variables respecto a las alternativas

comprendidas, responder y evaluar los resultados obtenidos, y anticipar las consecuencias o ventajas que estas puedan llegar a tener, comprende el proceso de buscar, reunir la información además de obtener una visualización completa sobre nuestra situación de interés, por lo que la recolección de datos se llevará a cabo por cuatro métodos de investigación.

Comenzando por el primer método analítico, al cual nos referimos al que revisa a profundidad y de forma ordenada la información de cada dato recolectado, que esta puede llegar a tener un alcance de forma general o bien llegar a lo particular para así obtener conclusiones que nos ayuden a determinar las ventajas y desventajas que se llegue a dar en la implementación de las nuevas alternativas que vehículos motorizados a base de biocombustible vs los vehículos eléctricos

Siguiendo con el segundo método sintético, es que, ya recolectado los datos de diferentes fuentes académicas, acerca de la implementación de la alternativa de los vehículos motorizados a base de biocombustible o bien vehículos eléctricos, se busca realizar un análisis y resumir la información ya obtenida, con el objetivo de realizar a través de estos datos razonamientos lógicos y llegar a consensuar las variables con respecto al impacto ambiental y económico en Guatemala.

Por lo que ayudándonos del método deductivo, que con esta técnica es una forma de razonar y explicar la realidad que tenemos de acuerdo a las variables analizadas, que partimos desde teorías generales a casos particulares, tanto que con este régimen se establece conclusiones a partir de las generalidades, y que con esta técnica las conclusiones que se desarrollan son rigurosas y válidas, ya que no genera por sí mismo conocimiento sino que con

esto partimos de verificar el conocimiento previo recolectado por la información obtenida.

Esta técnica al partir de generalidades e ir poco a poco a casos singulares, esto hace que este método sea útil para producir conocimiento de conocimientos anteriores, al obtener muestras de otras fuentes, análisis de datos, esquemas y demás, como ya se dijo se produce nuevas conclusiones por lo que al evaluar y determinar las ventajas y desventajas que se tenga en la implementación de nuevas alternativas como los vehículos motorizados a base de biocombustible y los vehículos eléctricos, esto dependerá aún más del impacto ambiental y económico que estos tengan en nuestro país, ya que se busca es determinar si se obtienen más ventajas que consecuencias, y así tener un respaldo acerca de estar alternativas y reducir el uso del combustible fósil.

9.2. Variables

A continuación, se describen las variables de este estudio:

Tabla VII. **Variables**

| Variable | Definición Teórica | Definición Operativa |
|--------------------------|--|--|
| Impacto Ambiental | El impacto ambiental, es el cambio o variación que causa la acción humana sobre el ambiente, debido a que las actividades que realiza el ser humano afectan ya sea en una menor o gran escala. | Se definirá de acuerdo a la recopilación de información y datos obtenidos, acerca de parámetros de estudios realizados por otras entidades. |
| Impacto Económico | Esta es una línea de investigación donde se tiene contemplado las aportaciones económicas e implementación de fuentes de energía alternativas para rediseñar los términos e impactos económicos de acuerdo a la energía implementada para el transporte en vehículos motorizados | El impacto económico si es positivo puede llegar a tener un auge y puede ocasionar el desarrollo de bioenergéticos, como el etanol el biodiésel, o bien la implementación de vehículos eléctricos, Fomentan el crecimiento económico en regiones agrícolas por la creación de demanda de cultivos locales. |

Fuente: elaboración propia

9.3. Fases de estudio

Durante el desarrollo de la investigación se han determinado el proceso en el cual se describe, por lo que se hará en 3 fases de estudio, esto se realizará por medio de la captación de datos científicos, teniendo en cuenta ciertos criterios base para la búsqueda como, vehículos eléctricos, biomasa, combustibles fósiles, energías renovables, eficiencia energética, demanda poblacional, demanda energética, etanol, diésel.

9.3.1. Fase 1: Exploración bibliográfica

En esta fase se tiene como objetivo indagar, corroborar, conceptualizar, reunir todas las fuentes bibliográficas relacionadas con nuestras variables y con los estudios que estén adecuados al enfoque de la evaluación de impacto ambiental y económico de vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala.

9.3.2. Muestreo

En la segunda fase, tomando en cuenta el tamaño de estudio a realizar se hará un muestreo aproximadamente de 35 temas de tesis o bien artículos leídos, y se llevará a cabo la selección exhaustiva de los documentos más relevantes y adecuada al tema que se desarrolla, en total detallando 20 artículos, en los cuales se deba encontrar en la bibliografía.

9.3.3. Análisis de información

La recopilación de información y datos, se analizó adecuadamente, siguiendo 4 variables principalmente:

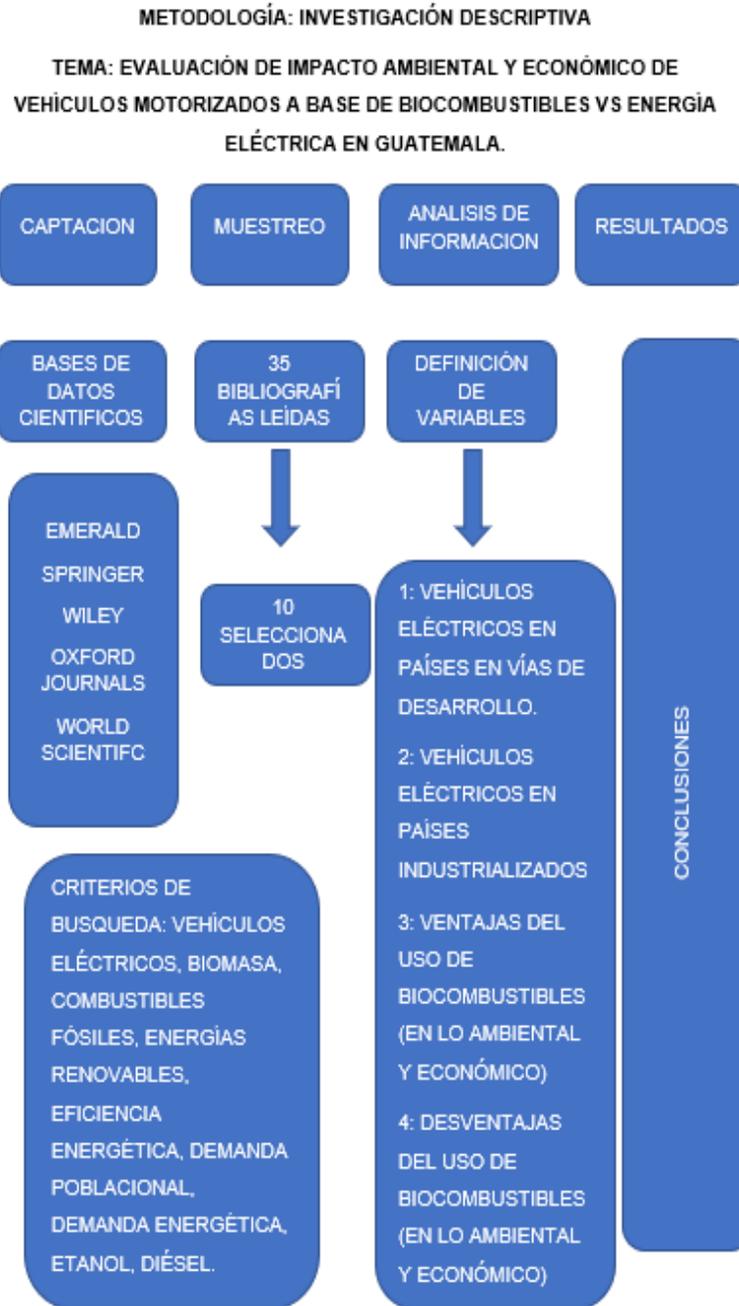
- Variable 1: Vehículos eléctricos en países en vías de desarrollo.
- Variable 2: Vehículos eléctricos en países industrializados
- Variable 3: Ventajas del uso de biocombustibles (En lo Ambiental y económico)
- Variable 4: Desventajas del uso de biocombustibles (En lo Ambiental y económico)

9.4. Resultados esperados

De acuerdo a la investigación descriptiva y las variables utilizadas para analizar la información (artículos de investigación), se proporcionan los resultados de la investigación; que son la base para obtener las conclusiones.

Los resultados obtenidos en la investigación sobre evaluación de impacto ambiental y económico de vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala se describen en el desarrollo del marco teórico.

Figura 5. Metodología



Fuente: Elaboración propia

10. TÉCNICA DE ANÁLISIS

De acuerdo al tipo de investigación, se usará el método descriptivo, ya que con esta técnica se recolectará información, por lo que los datos serán cualitativos, ya que consideramos datos de una serie de informaciones relativas. Estos datos son interacciones como encuestas o entrevistas, situaciones de acuerdo al uso de lo recolectado, fenómenos u objetos, que a lo largo de la investigación se irá recolectando por el investigador, ya que éstos poseen contenido útil para los objetivos planteados.

Se determinará los datos, información, encuestas y toda investigación recolectada, considerando como una elaboración de mayor a menor nivel, el efecto que tenga la implementación del estudio de las nuevas alternativas, que estarán siendo analizados bajo las variables de impacto ambiental y económico para Guatemala, por lo que esto implica una mayor o menor elaboración conceptual de la misma.

Debido a que la investigación es cualitativa, se utilizan técnicas como la entrevista, la observación, preguntas abiertas que son presentadas mediante cuestionarios, son datos que ayudan a mejorar la comprensión de los procesos y las situaciones de la evaluación del estudio.

El propósito de utilizar la técnica descriptiva es porque se recopilará los resultados obtenidos en la investigación sobre el impacto ambiental y económico que se tenga en el uso del biocombustible como fuente de energía para el transporte vehicular, o bien el uso de vehículos eléctricos, y a su vez sobre las ventajas y desventajas de la implementación de estas alternativas estudiadas.

Con esta metodología se pueden detectar diferencias en la implementación de estas alternativas, que indicará si se llegara a tener una mejora en el área ambiental para nuestro país y el mundo en general, o bien una mejora económica para la sociedad guatemalteca.

Tabla VIII. Tabla tabulación de información para países en vías de desarrollo

| Países en vías de desarrollo | Ventajas del uso de biocombustibles (En lo ambiental y económico) | Desventajas del uso de biocombustibles (En lo ambiental y económico) | Ventajas del uso de VE (En lo ambiental y económico) | Desventajas del uso de VE (En lo ambiental y económico) |
|------------------------------|---|--|--|---|
|------------------------------|---|--|--|---|

Fuente: Elaboración propia.

Tabla IX. Tabla de tabulación de información para países desarrollados

| Países desarrollados o industrializados | Ventajas del uso de biocombustibles (En lo ambiental y económico) | Desventajas del uso de biocombustibles (En lo ambiental y económico) | Ventajas del uso de VE (En lo ambiental y económico) | Desventajas del uso de VE (En lo ambiental y económico) |
|---|---|--|--|---|
|---|---|--|--|---|

Fuente: Elaboración propia.

Tabla X. **Tabulación de información acerca de Guatemala**

| | | | | |
|------------------|---|--|--|---|
| Guatemala | Ventajas del uso de biocombustibles (En lo ambiental y económico) | Desventajas del uso de biocombustibles (En lo ambiental y económico) | Ventajas del uso de VE (En lo ambiental y económico) | Desventajas del uso de VE (En lo ambiental y económico) |
|------------------|---|--|--|---|

Fuente: Elaboración propia.

11. CRONOGRAMA

Se presenta la planificación que se lleva a cabo en la realización del protocolo, que va desde el inicio del proyecto, teniendo recopilación de información, llegando a tener los resultados y por último la defensa de la tesis, e informe final.

Figura 6. Cronograma de actividades

| ACTIVIDADES | Tiempo de Duración | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| | Año 2022 | | | | | | | | Año 2023 | | | | | | | | |
| | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |
| Inicio de proyecto | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recopilación de información | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de anteproyecto | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobación de anteproyecto | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Búsqueda de asesor | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| Elaboración del protocolo de investigación | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| Revisión del protocolo por parte del asesor | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| Revisión del protocolo por parte de la Escuela de Estudios de Postgrado | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Realización de las correcciones correspondientes | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Aprobación del protocolo de investigación por la Escuela de Estudios de Postgrado | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Aplicación de encuesta | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| Tabulación de datos de las encuestas | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| Análisis de dicha información | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Realización de la discusión de resultados | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Elaboración de Informe Final | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Revisión de informe final por parte del asesor | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Entrega de Informe Final | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Fuente: Elaboración propia, Microsoft Excel.

12. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO

La factibilidad para este estudio, es necesario poder tener recursos, donde es necesario dar a detalle la cantidad y el financiamiento necesario para que se pueda llevar a cabo, se detalla a continuación.

Tabla XI. **Recursos financieros necesarios para la investigación**

| Recurso | Cantidad | Costo Unitario | Costo |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| Fotocopias | 200 | Q 0.25.00 | Q 50.00 |
| Laptop | 1 | Q 8,000.00 | Q 8,000.00 |
| Viáticos (Combustible) | 1 | Q 500.00 | Q 500.00 |
| Honorarios Asesor | 1 | Q 2500.00 | Q 2500.00 |
| Tóner de impresora | 2 | Q 200.00 | Q 400.00 |
| Internet | 3 (Meses) | Q100.00 | Q300.00 |
| Energía Eléctrica | 3 (Meses) | Q100.00 | Q300.00 |
| Total | | | Q12,050.00 |

Fuente: elaboración propia

REFERENCIAS

1. Fanny Evelyn Casasola Ramírez (2017) Programa para la acreditación de un sello de diferenciación social y ambiental del biodiesel en la industria de biocombustibles de Guatemala, Universidad del valle.
2. García Prado, R., López Bastida, E., & Pino Alonso, J. R. (2009). Análisis prospectivo de la producción de biocombustibles en Guatemala. Revista centro azúcar
3. Godet, M. (2000). La caja de herramientas de prospectiva estratégica (cuarta, Vol. 5).
4. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007). Cambio climático, Informe de síntesis.
5. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA,2010) Atlas de la agro energía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel.
6. International Energy Agency. (2010). World Energy Outlook.
7. Lorenzo, A. (2014, 12 febrero). Biocombustibles y Oportunidades para Guatemala. Asociación de combustibles renovables. Recuperado 20 de septiembre de 2022, de <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2014/02/03-ACR-Aida-Lorenzo.pdf>

8. MEM. (2015). China ensamblará vehículos eléctricos en Guatemala: Ministerio de Energía y Minas.

9. Ola a. (enero, 2014). A diario se suman 220 vehículos. Guatemala: siglo21. Sitio web:
<http://www.s21.com.gt/nacionales/2014/01/04/diario-se-suman220-vehiculos>

10. Vehículos híbridos enchufable. (sin fecha). Ecología verde. Sitio web:
<http://www.ecologiaverde.com/vehiculos-hibridos-enchufables>.

APÉNDICES

Información adicional, que es un adjunto necesario de la investigación, está continente información que ayuda a comprender el proceso de investigación, y es la que clasifica el material para complementar el conocimiento

Apéndice 1. Matriz de coherencia y conceptualización

| PROBLEMA | OBJETIVO GENERAL | MARCO TEÓRICO | HIPÓTESIS | VARIABLES | INDICADORES |
|---|--|--|--|--|--|
| Falta de conocimiento acerca de nuevas alternativas, como fuentes de energía para la movilidad de vehículos motorizados | Evaluar el impacto ambiental y económico de vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala | Tipos de biocombustibles Qué diferencia existe entre un combustible y un biocombustible | El presente trabajo de investigación no comprobará una hipótesis | Impacto Ambiental Impacto Económico | Emisiones de GEI Diversidad Biológica Uso del suelo Uso y eficiencia del agua |
| PREGUNTA PRINCIPAL | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | Desafíos que tiene Guatemala para la implementación del biocombustible | | | |
| ¿Cuál es el impacto ambiental y económico de vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala? | 1. Evaluar el impacto ambiental de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala. 2. Evaluar el impacto económico de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs | Cuáles son las ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos | | | |
| PREGUNTAS SECUNDARIAS | | | | | |

Continuación Apéndice 1.

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| <p>1. ¿Cuál es el impacto ambiental de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala?</p> <p>2. ¿Cuáles son los impactos económicos de los vehículos motorizados a base de biocombustibles vs energía eléctrica en Guatemala?</p> <p>3. ¿Cuáles son las variables cualitativas y cuantitativas que deben de tomarse en cuenta para la implementación y/o readecuación de los vehículos existentes a la alternativa de menor impacto ambiental, económico al país?</p> | <p>energía eléctrica en Guatemala</p> <p>3. Determinar las variables cualitativas y cuantitativas que deben de tomarse en cuenta para la implementación y/o readecuación de los vehículos existentes a la alternativa de menor impacto ambiental, económico al país.</p> | | | | |
|---|--|--|--|--|--|

Fuente: elaboración propia.