

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES**

CARRERA DE ECONOMÍA

TEMA:

**Análisis del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso
de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo
sostenible al 2021**

AUTOR(ES):

José Antonio Egas Vera

Patricio Fernando Recabarren Castillo

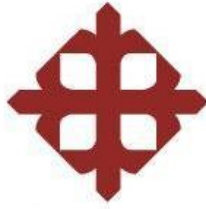
**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
ECONOMISTA**

TUTOR:

Econ. Marlene Mariluz Mendoza Macías, PhD.

Guayaquil, Ecuador

07 de febrero del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **José Antonio Egas Vera y Patricio Fernando Recabarren Castillo**, como requerimiento para la obtención del título de **Economista**.

TUTOR (A)

f. _____

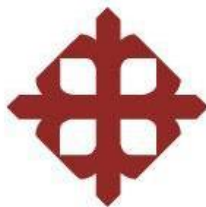
Econ. Marlene Mariluz Mendoza Macías, PhD.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Econ. Erwin Guillén Franco, Mgs.

Guayaquil, a los 07 días del mes febrero del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES**

CARRERA DE ECONOMÍA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **José Antonio Egas Vera;**
Patricio Fernando Recabarren Castillo

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021**, previo a la obtención del título de **Economista** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría. En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 07 días del mes de febrero del año 2022

LOS AUTORES:

f. _____
Egas Vera, José Antonio

f. _____
Recabarren Castillo, Patricio Fernando



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Egas Vera José Antonio** y **Recabarren Castillo Patricio Fernando**

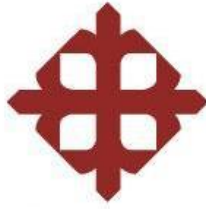
Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 07 días del mes de febrero del año 2022

LOS AUTORES:

f. _____
Egas Vera, José Antonio

f. _____
Recabarren Castillo, Patricio Fernando



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA

REPORTE URKUND



Document Information

Analyzed document	Final trabajo tesis 6 de febrero- Egas J. y Recabarren P..docx (D127209987)
Submitted	2022-02-07T03:15:00.0000000
Submitted by	MARLENE MENDOZA
Submitter email	edmaryluz@gmail.com
Similarity	0%
Analysis address	marlene.mendoza.ucsg@analysis.urkund.com

f. _____

ECON. MARLENE MARILUZ MENDOZA MACÍAS, PhD.
PROFESORA TUTORA-REVISORA TRABAJO DE TITULACIÓN

f. _____

JOSÉ ANTONIO EGAS VERA
AUTOR

f. _____

PATRICIO FERNANDO RECABARREN CASTILLO
AUTOR

AGRADECIMIENTO

Este agradecimiento va dirigido a mi madre Mirian Castillo, quien ha sido una pieza fundamental para poder concluir esta etapa de mi vida, la cual ha sido mi carrera universitaria. Gracias a su esfuerzo, sacrificio, sabiduría y consejos me han permitido llegar a lo más alto.

Agradezco a mi padre Patricio, quien a pesar de no está físicamente conmigo en este momento tan importante de mi vida, estoy completamente seguro de que me apoyo en cada etapa de mi vida y desde el cielo me está y estará guiando siempre por el buen camino. Además, agradezco el apoyo de mi familia me brindo en este proceso.

Agradezco a Ariana Defaz, quien dentro y fuera de mi vida universitaria siempre estuvo en los buenos y malos momentos. A José Egas, Fernando Mancero y Deriam Ladines quienes siempre me apoyaron a mejorar y me ayudaron cuando lo necesitaba.

A los docentes de la Universidad, quienes dentro de estos cuatro años me han transmitido los mejores valores y conocimientos. Agradezco a mi tutora Econ. Marlene Mendoza, quien me estuvo guiando desde los primeros semestres, hasta el final de esta gran carrera universitaria.

Infinitas gracias,

Patricio Fernando Recabarren Castillo

AGRADECIMIENTO

Quisiera empezar agradeciendo a Dios y a mis padres, sin ellos yo no hubiera podido llegar hasta el lugar donde estoy. Así mismo, a los que desde el principio estuvieron a mi lado acompañándome, motivándome y apoyándome para siempre llevar a cabo lo que me proponía, tanto a mis familiares, a mi novia y a mis amigos más cercanos.

Tengan por seguro que los guardo con eterna gratitud,

José Antonio Egas Vera

DEDICATORIA

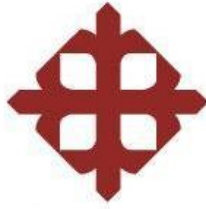
Quiero dedicar este trabajo y esfuerzo a mi madre Mirian Castillo porque gracias a ella y su apoyo he podido superar todas las barreras que se me han presentado en el transcurso de la carrera. En especial a mi padre que desde el cielo siempre me ha estado apoyando para lograr todas mis metas y ser un gran profesional.

Patricio Fernando Recabarren Castillo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Héctor Egas y Sara Vera, mis padres, quienes son mi fuente de
inspiración,
a mi familia en general por el apoyo incondicional,
a los hermanos que la vida me regalo, mis amigos de la universidad y de colegio,
a mis estimados maestros quienes con sus conocimientos me guiaron hasta este
nuevo comienzo en mi vida profesional.

José Antonio Egas Vera



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES**

CARRERA DE ECONOMÍA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Econ. Guillen Franco Erwin José, Mgs.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

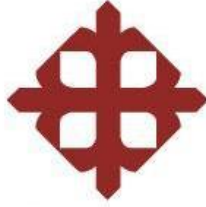
Econ. Pacheco Bruque Marlon Estuardo, Mgs.

DOCENTE COORDINADOR DE ÁREA

f. _____

Econ. Jorge Luis Delgado Salazar, Mgs.

OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRATIVAS Y EMPRESARIALES**

CARRERA DE ECONOMÍA

CALIFICACIÓN

Econ. Mendoza Macías Marlene Mariluz, PhD.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXII
CAPÍTULO I	2
1. Introducción	2
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo general.....	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 Justificación	11
1.4 Hipótesis	12
CAPÍTULO II	13
2. Marco Teórico.....	13
2.1 Sector transporte	13
2.1.1 Importancia del sector transporte	14
2.1.2 Economía del transporte.....	15
2.1.3 Beneficios del sector transporte	17
2.1.4 Costos del sector transporte	19
2.1.5 Grupos de interés del sector transporte	21
2.1.5 Clasificación del sector transporte	25
2.1.6 Transporte terrestre	25
2.1.7 Transporte aéreo.....	28
2.1.8 Transporte acuático	29
2.1.9 Indicadores de medición del sector transporte	30
2.2 Energía	33
2.2.1 Propiedades de la energía.....	34

2.2.2 Fuentes de energía: renovables y no renovables	35
2.2.3 Energías renovables	35
2.2.4 Tipos de energía renovable	36
2.2.5 Energías no renovables	40
2.2.6 Indicadores de medición de energía.....	41
2.3 Desarrollo sostenible.....	42
2.3.1 Enfoques del desarrollo sostenible.....	43
2.4 Relaciones entre transporte, energía y desarrollo sostenible	49
2.4.1 Uso de energías renovables y desarrollo sostenible	49
2.4.2 Uso de energías no renovables y desarrollo sostenible	53
2.4.3 El transporte y desarrollo sostenible	55
2.4.4 Transporte sostenible	57
2.4.5 Dependencia del automóvil.....	60
2.4.6 El transporte insostenible	61
2.4.7 Flujos de la energía en los vehículos.....	62
2.4.8 Vehículos impulsados con combustión fósil.....	63
2.4.8.1 Vehículos impulsados con gasolina	65
2.4.8.2 Vehículos impulsados con diésel	66
2.4.8.3 Contaminación por vehículos de combustión fósil	67
2.4.9 Vehículos impulsados con energías renovables.....	68
2.4.9.1 Vehículo eléctrico	68
2.4.9.2 Vehículos impulsados con energía solar	71
2.4.9.3 Vehículos impulsados con biodiésel	72
2.4.9.4 Vehículos impulsados con gas natural	73
2.4.9.5 Vehículos impulsados con energía bioetanol.....	74
2.4.9.6 Vehículos híbridos	75
2.4.10 Estrategias para el desarrollo sostenible del transporte terrestre.....	77
2.4.11 Políticas para incentivar el desarrollo sostenible en el sector transporte	78
2.5 Marco conceptual.....	83
2.6 Marco legal	85
CAPÍTULO III	89
3. Metodología de la investigación	89
3.1 Método	89
3.2 Tipo de investigación.....	89
3.3 Fuentes de recopilación de información	93

3.3.1 Fuentes secundarias.....	93
3.4 Población y muestra.....	93
3.5 Herramientas de análisis a utilizar	93
CAPÍTULO IV	95
4. Análisis de los resultados.....	95
4.1 Caracterización del sector transporte terrestre de Guayaquil.....	95
4.1.1 Análisis del PIB del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020	95
4.1.2 Análisis de los precios de los combustibles convencionales de Ecuador 2010-2020.....	97
4.1.3 Análisis por clase del total de vehículos motorizados del sector transporte terrestre de Guayaquil	98
4.1.4 Análisis del índice de motorización del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020	100
4.1.5 Análisis por tipo de combustible del total de vehículos motorizados en el sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020.....	102
4.1.6 Análisis del número de vehículos por tipo de energía utilizada del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020.....	103
4.1.7 Análisis del consumo de combustible del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020	105
4.2 Caracterización del desarrollo sostenible en Guayaquil	107
4.2.1 Análisis del enfoque económico del desarrollo sostenible de Guayaquil	107
4.2.2 Análisis del enfoque social del desarrollo sostenible en Guayaquil	109
4.2.3 Análisis del enfoque ambiental del desarrollo sostenible de Guayaquil.....	111
4.3 Políticas públicas con relación al sector transporte terrestre y desarrollo sostenible de Ecuador.....	114
4.4 Aplicación para el cálculo de las emisiones (método).....	119
4.4.1 Cálculo de las emisiones de CO ₂ e del sector transporte terrestre durante el periodo 2014-2020	122
4.4.2 Análisis de las emisiones totales de CO ₂ e producto del consumo de combustibles del parque automotor de Guayaquil 2014-2020.....	126
4.4.3 Morbilidad de enfermedades respiratorias por contaminación ambiental en Guayaquil 2013-2020.....	128
4.4.4 Estimación de las emisiones de tCO ₂ e ante el implemento de energías de combustión alternativas renovables en el parque automotor de Guayaquil 2010-2020	130
4.4.5 Análisis de las emisiones totales de CO ₂ e ante el implemento de energías de combustión alternativas renovables en el parque automotor de Guayaquil 2010-2020	133
4.4.6 Comparación de costos totales por sustitución de energías convencionales por energías alternativas y su beneficio ambiental.....	135

4.4.7 Análisis de las emisiones de CO ₂ e emitidas por uso de vehículos eléctricos y vehículo a hidrógeno.....	141
4.5 Acciones tendientes para mejorar el uso de energías alternativas en el sector transporte terrestre de Guayaquil.....	146
CAPÍTULO V.....	148
5. Conclusiones y recomendaciones	148
5.1 Conclusiones.....	148
5.2 Recomendaciones.....	150
Referencias bibliográficas	151
Anexos.....	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de los tipos de costos del transporte (variables)</i>	20
Tabla 2 <i>Impactos negativos del transporte y sus consecuencias</i>	21
Tabla 3 <i>Grupos de interés del sector transporte y sus definiciones</i>	22
Tabla 4 <i>Principales intereses económicos, sociales, ambientales de los grupos de sector transporte</i>	24
Tabla 5 <i>Clasificación del sector transporte</i>	25
Tabla 6 <i>Clasificación de la actividad económica del sector transporte terrestre</i>	28
Tabla 7 <i>Indicadores del sector transporte</i>	31
Tabla 8 <i>Formas de energía y sus definiciones</i>	33
Tabla 9 <i>Propiedades de la energía y sus definiciones</i>	34
Tabla 10 <i>Tipos de biomasa y sus definiciones</i>	39
Tabla 11 <i>Indicadores de medición de energía</i>	41
Tabla 12 <i>Indicadores para el enfoque económico del desarrollo sostenible</i>	44
Tabla 13 <i>Indicadores para el enfoque social del desarrollo sostenible</i>	46
Tabla 14 <i>Indicadores para el enfoque ambiental del desarrollo sostenible</i>	48
Tabla 15 <i>Relación de la energía renovable con las dimensiones del desarrollo sostenible</i>	50
Tabla 16 <i>Tipos de combustibles de energías alternativas</i>	52
Tabla 17 <i>Ventajas y desventajas de las energías alternativas</i>	53
Tabla 18 <i>Ventajas y desventajas de la energía no renovable</i>	54
Tabla 19 <i>Tipos de combustibles de energías no renovables y su definición</i>	55

Tabla 20 <i>Impactos del transporte en el desarrollo sostenible</i>	56
Tabla 21 <i>Principios de transporte sostenible</i>	59
Tabla 22 <i>DAFO de los combustibles fósiles</i>	65
Tabla 23 <i>Ventajas de los vehículos eléctricos sobre los vehículos tradicionales</i>	70
Tabla 24 <i>Ventajas de los vehículos híbridos sobre los vehículos tradicionales</i>	76
Tabla 25 <i>Estrategias para el desarrollo sostenible del transporte terrestre</i>	77
Tabla 26 <i>Impacto de las políticas para impulsar el desarrollo sostenible en el sector transporte</i>	80
Tabla 27 <i>Operalización de las variables</i>	91
Tabla 28 <i>Operalización de las variables para estimaciones y simulaciones</i>	92
Tabla 29 <i>Tipos de sustancias contaminantes por vehículos de gasolina y diésel</i> ..	120
Tabla 30 <i>Variables de la estimación de emisiones</i>	121
Tabla 31 <i>Factores de consumición de combustibles convencionales</i>	121
Tabla 32 <i>Fracción de carbono oxidado</i>	122
Tabla 33 <i>Consumo de gasolina anual por tipo de motor en Guayaquil 2020</i>	123
Tabla 34 <i>Emisiones de tCO_{2e} por motor en Guayaquil 2020</i>	124
Tabla 35 <i>Distribución porcentual de los gases directos e indirectos del sector transporte terrestre en Guayaquil 2020</i>	125
Tabla 36 <i>Emisiones de tCO_{2e} anual por tipo de vehículo en Guayaquil 2014-2020</i>	126
Tabla 37 <i>Factores de consumición de los combustibles alternativos</i>	130
Tabla 38 <i>Factores de consumición de los combustibles alternativos ajustados</i>	130

Tabla 39 <i>Emisiones de tCO₂e por tipo de motor bajo el uso de energías alternativas en Guayaquil 2020</i>	132
Tabla 40 <i>Emisiones de tCO₂e anual por tipo de vehículo bajo el uso de energías en Guayaquil 2014-2020</i>	133
Tabla 41 <i>Precios de las gasolinas en Ecuador y del gas natural comprimido de España 2014-2020 (USD por galón)</i>	136
Tabla 42 <i>Costos totales de sustitución de las gasolinas por el gas natural comprimido en Guayaquil 2014-2020 (USD)</i>	137
Tabla 43 <i>Precio del diésel en Ecuador y del diésel de palma en España 2014-2020 (USD por galón)</i>	139
Tabla 44 <i>Costos totales de sustitución de las gasolinas por el diésel de palma en Guayaquil 2014-2020 (USD)</i>	140

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Beneficios económicos del sector transporte.....	18
<i>Figura 2.</i> Partes interesadas del sector transporte.....	23
<i>Figura 3.</i> Pirámide del transporte sostenible.	60
<i>Figura 4.</i> Marco conceptual.....	92
<i>Figura 5.</i> PIB del sector transporte terrestre de Guayaquil 2010-2020 (Miles de Millones USD).....	96
<i>Figura 6.</i> Precios de los combustibles de Ecuador 2010-2021 (USD por galón).....	97
<i>Figura 7.</i> Número de vehículos motorizados por clase del sector transporte terrestre de Guayaquil 2010-2020.....	99
<i>Figura 8.</i> Índice de motorización en Guayaquil 2014-2020 (Número de vehículos por cada 100 habitantes).....	101
<i>Figura 9.</i> Número de vehículos por tipo de combustible del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020.....	102
<i>Figura 10.</i> Número de vehículos por tipo de energía utilizada del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020.....	104
<i>Figura 11.</i> Número de vehículos por tipo de energía alternativa utilizada del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020.....	104
<i>Figura 12.</i> Consumo combustible del sector transporte terrestre Guayaquil 2014-2020 (Millones de galones).....	105
<i>Figura 13.</i> Tasa de crecimiento promedio anual del PIB de Guayaquil 2014-2020 (Porcentaje).....	107
<i>Figura 14.</i> Producto Interno Bruto per Cápita en Guayaquil 2014-2020 (USD por habitante).....	108
<i>Figura 15.</i> Tasa de pobreza en Guayaquil 2014-2020.....	109

<i>Figura 16.</i> Tasa de Desempleo en Guayaquil 2014-2020.....	110
<i>Figura 17.</i> Temperatura Promedio Anual Máxima en Guayaquil 2014-2020. (Grados centígrados).....	112
<i>Figura 18.</i> Producción per cápita de residuos sólidos en Guayaquil 2014-2020 (Kg diarios por persona).....	113
<i>Figura 19.</i> Emisiones totales de tCO ₂ e del parque automotor de Guayaquil 2014-2020 (toneladas de CO ₂).....	127
<i>Figura 20.</i> Morbilidad de enfermedades respiratorias por contaminación en Guayaquil 2013-2020..	128
<i>Figura 21.</i> Emisiones totales de CO ₂ e bajo uso de energías alternativas del parque automotor de Guayaquil 2014-2020.....	134
<i>Figura 22.</i> Emisiones y Toneladas de CO ₂ generadas de los Vehículos eléctricos con batería de electricidad limpia en su vida útil (gCO ₂ e/km y Toneladas).....	141
<i>Figura 23.</i> Emisiones y Toneladas de CO ₂ generadas de los vehículos eléctricos con batería de electricidad limpia y energía renovable (gCO ₂ e/km y Toneladas).....	142
<i>Figura 24.</i> Emisiones de CO ₂ generadas por vehículos de hidrógeno con energía renovable (gCO ₂ e/km).....	143
<i>Figura 25.</i> Emisiones de CO ₂ por vehículos de hidrógeno reformado con gas natural (gCO ₂ e/km)	144
<i>Figura 26.</i> Emisiones de CO ₂ por vehículos de hidrógeno reformado con energía renovable (gCO ₂ e/km).....	145

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energía y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021.

Se desarrolla el marco teórico abarcando teorías del sector transporte, las principales diferencias entre las energías convencionales y alternativas aplicadas en el transporte, y el efecto de los tipos de energías sobre el desarrollo sostenible. También se menciona las principales políticas públicas en relación con el sector transporte terrestre para impulsar el desarrollo sostenible.

El método aplicado es de tipo deductivo y cuantitativo. El tipo de investigación es descriptiva y correlacional. Se aplicó un modelo de estimación de emisiones de CO_{2e} propuesto por el IPCC con la que se determinó el número de tCO_{2e} en el ambiente producto de la combustión de energías convencionales por tipo de energía utilizada. También, se aplicó esta misma metodología para una simulación de sustitución energética por energías alternativas en el sector transporte terrestre de Guayaquil y, por último, una comparación de los costos por consumo que podrían generarse por el reemplazo energético. Como principal conclusión se determina que el consumo de energías convencionales del sector transporte terrestre de Guayaquil incide negativamente en el desarrollo sostenible ya que el aumento de las emisiones de gases contaminantes afecta el ambiente y como consecuencia ha generado casos de morbilidad por contaminación atmosférica.

Palabras claves: sector transporte terrestre, energías alternativas, desarrollo sostenible, contaminación ambiental.

ABSTRACT

The objective of this research work is to analyze the situation of the Guayaquil land transport sector in terms of energy use and its impact on sustainable development by 2021.

The theoretical framework is developed making theories of the transport sector, the main differences between sustainable conventional energies and alternatives applied in transport, and the effect of the types of energies on development. The main public policies in relation to the land transport sector to promote sustainable development are also mentioned.

The applied method is deductive and quantitative. The type of research is descriptive and correlational. An estimation model of CO₂e emissions proposed by the IPCC was applied with which the number of tCO₂e in the environment resulting from the combustion of conventional energies by type of energy used will be prolonged. Also, this same methodology was applied for a simulation of energy substitution by alternative energies in the land transport sector of Guayaquil and, finally, a comparison of the costs for consumption that could be generated by energy replacement. As a main conclusion, it is determined that the consumption of conventional energies in the land transport sector of Guayaquil has a negative impact on sustainable development since the increase in emissions of polluting gases affects the environment and, as a consequence, has generated cases of morbidity due to atmospheric pollution.

Keywords: land transport sector, alternatives energies, sustainability development, environmental pollution.

CAPÍTULO I

1. Introducción

El principal problema de investigación de este trabajo evidencia la existencia de la creciente emisión de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) producto del uso de combustibles fósiles por parte del sector transporte en la ciudad de Guayaquil, la ausencia de medidas en este sentido y el crecimiento continuo del parque automotor ha generado problemas ambientales que afectan al desarrollo sostenible. De tal manera, se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál es la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energías y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021?

El objetivo de la investigación es analizar la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energía y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: En la primera sección se encuentra la introducción en la cual se detalla el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, objetivo general y objetivos específicos, la justificación y, por último, se cierra el capítulo precisando la proposición de la hipótesis.

En la sección dos se desarrolla el marco teórico, dividido en tres subsecciones puntuales: el sector transporte, energía, desarrollo sostenible y las relaciones entre las secciones expuestas.

En la primera subsección se abarcan las diferentes definiciones del transporte, el transporte y la economía, la clasificación del sector transporte y los indicadores de medición como: indicadores económicos, indicadores sociales, indicadores ambientales y demás. Posteriormente, en la segunda subsección se abarca las definiciones de energía, los tipos de energía, propiedades de la energía, fuentes de la energía, las energías renovables y las energías convencionales.

En la subsección tres, se abarcan las teorías en torno al desarrollo sostenible, los enfoques y las relaciones con las energías alternativas y las convencionales. Además, se presentan las relaciones entre el transporte y el desarrollo sostenible en

donde se menciona los vehículos y el uso de la energía. Por último, se mencionan estrategias a partir del uso del transporte para mejorar el desarrollo sostenible.

A partir del marco teórico se plantea la siguiente hipótesis “El sector transporte terrestre de Guayaquil posee una alta densidad vehicular, además hace uso mayoritario de energías convencionales derivadas de petróleo y poco uso de energías alternativas, lo cual incide negativamente en el desarrollo sostenible aumentando las emisiones de CO₂ y afectando a la salud humana”.

En la sección tres se presenta la metodología de la investigación utilizada en el estudio del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible, en donde se detalla la metodología utilizada, el tipo de investigación, las variables de análisis, las fuentes de información, las herramientas de estudio, la población utilizada y las etapas de desarrollo en la investigación.

En la sección cuatro se muestra el resultado de diagnóstico de la situación: la caracterización del sector transporte como: PIB del sector, precio de los combustibles, tipos de combustibles, número de vehículos que usan energías alternativas. Así mismo, se realiza el análisis de las variables utilizadas: consumo de combustible, emisiones de CO₂ de energías convencionales, emisiones de CO₂ de energías alternativas, costos totales de sustitución por implementación de energías alternativas, tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias causadas por la contaminación.

En la sección cinco se presenta una propuesta de políticas públicas que permita mejorar el sector transporte terrestre y consecuentemente el desarrollo sostenible.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación. La principal conclusión es que mediante el uso de energías convencionales del sector transporte terrestre de Guayaquil como la gasolina y el diésel comparadas con el uso de las energías alternativas, producen mayores emisiones de CO_{2e}, lo cual índice negativamente en el desarrollo sostenible puesto que afecta al medio ambiente y como consecuencia ha generado casos de morbilidad por contaminación atmosférica. Sin embargo, la implementación de las energías alternativas mejora la sostenibilidad del ambiente, pero termina afectando al aspecto económico por los costos de su uso.

1.1 Planteamiento del problema

En esta sección se detallan los problemas con relación al sector de transporte terrestre de Guayaquil y el uso de energías alternativas para el desarrollo de su actividad. Para empezar, se describe el problema del aumento de emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento de número de muertes por contaminación atmosférica; posteriormente se muestra la utilización excesiva de combustibles fósiles por parte del sector transporte. Esto se evidencia con el hecho de que la gran mayoría de medios de transporte son tradicionales e implica el poco uso de energías limpias.

Adicionalmente, en el país ha existido la política de subsidios en el precio del combustible contaminante, de los cuales hacen uso el sector transporte.

Por otra parte, ante la pandemia COVID 19 y movimientos de la política de subsidios se presenta la caída de los ingresos para los transportistas de Guayaquil.

Además, se hace hincapié en la eliminación del impuesto a la contaminación vehicular. Finalmente, ante los problemas expuestos se presenta una pregunta de investigación.

En esta sección se muestra el problema del continuo aumento de emisiones de gases de efecto invernadero producto de la combustión fósil. Esta situación se repite en todo el mundo, Ecuador no es la excepción. Y dada la gravedad del tema para la sociedad, requiere de profundización en el análisis de este.

Durante los últimos años en el mundo las emisiones GEI han mantenido un crecimiento constante, de acuerdo con el *Informe sobre brecha de emisiones 2021* (2021, p. 5) “Desde el 2010 las emisiones de GEI han registrado un crecimiento promedio anual de 1.3. Siendo el 2019 el de aumento más pronunciado con 2.6”. Dicha situación es preocupante, ya que es en la atmósfera donde se presentan las variaciones de concentración de los GEI. Así se evidencia en el reporte de *WMO Green Bulletin House* (2021, p.3) “En 2020, el CO₂ alcanzó una concentración equivalente a 413 ppm, el metano alcanzó 1889 ppb, y el óxido nitroso 333,2 ppb. Lo que equivale a un aumento de 149%, 262% y 123% respectivamente, durante el periodo 1750-2020”. Estos resultados evidencian una atmósfera más contaminada, en la que todos los seres vivos se encuentran expuestos.

Es importante resaltar que, gran parte de las emisiones de GEI provienen de países miembros del G20 que son economías desarrolladas. De acuerdo con el *Informe sobre brecha de emisiones 2021* (2021, p. 5) “En 2020, los miembros del G20 han generado el 78% del total de GEI”. Sin embargo, el problema no deja libre de responsabilidad a los demás países que también han contribuido de forma gradual en la generación de esta contaminación. Como es el caso de Ecuador, reflejando en el Balance energético Nacional Ecuador (2019, p. 4) que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han presentado una tendencia creciente. Durante el periodo 2009 y 2019 se incrementó de 32.734 kton CO₂ a un valor de 39.058 kton CO₂ lo que representaría un incremento de 19.3%”.

Por otra parte, el aumento de gases de efecto invernadero ocasiona un sin número de efectos negativos. Entre ellos se le atribuye el aumento de la temperatura, de acuerdo con Espinosa, Osorio & Diaz (2021, p. 2) “La temperatura de la tierra se ha elevado desde finales del siglo XIX debido a la actividad humana, que produjo el incremento en las emisiones de dióxido de carbono”. Obteniendo en el último año una temperatura récord, así lo afirma el *WMO Provisional Report* (2021, p. 2) “El 2021 fue $1,08 \pm 0,13$ ° C convirtiéndolo en el 5to año más caluroso registrado desde el 2000”.

Es importante referir que el aumento de la temperatura normalmente provoca alteraciones en la superficie terrestre, entre las cuales se puede destacar las expuestas por Villanueva & Pradel (2021, p. 2) “Un aumento del nivel del mar, acidificación de los océanos, una reducción de la biodiversidad, cambios en los ciclos del agua o pérdida de fertilidad de los suelos, así como fenómenos meteorológicos extremos”. Dicha situación, amenaza la vida en la tierra y con ella pone en riesgo el equilibrio ambiental.

Otro de los efectos negativos de las emisiones de GEI, es el aumento del número de muertes por contaminación atmosférica. La presencia de pequeñas partículas en la atmósfera afecta a la salud de las personas, así lo indica Vargas, Hinojosa & Mendieta (2021, p. 15) “Los efectos en la salud humana, por la contaminación atmosférica, van desde cuestiones subclínicas y/o con cierta sintomatología, hasta una mayor morbilidad y mortalidad”.

En la salud humana la exposición a la contaminación atmosférica son las causantes de algunas enfermedades, entre ellas muchas relacionadas al sistema respiratorio. De acuerdo con Nieto, Grisales, Montealegre & Piñeros (2020, p. 3) “La contaminación atmosférica está relacionada con infecciones respiratorias agudas, enfermedades crónicas de vías respiratorias enfermedades cerebrovasculares, enfermedades hipertensivas y enfermedades isquémicas del corazón”. Estas enfermedades en función del nivel de afectación y gravedad pueden ocasionar la muerte a las personas. De hecho, la cifra de muertes ha venido en aumento. Esto se evidencia en el estudio realizado por Vohra, Vodonos, Schwartz, Marais, Sulprizo & Mickley (2021, p.6) “En 2015 La exposición a partículas contaminantes provocó 4.2 millones de muertes mientras que en 2020 se estimaron más de 8,7 millones”.

Así mismo, no tan alejado de la realidad, en Ecuador se presenta una situación semejante. De acuerdo con el *Diagnóstico de la salud del Distrito Metropolitano de Quito* (2016, p. 4) “En 1997, 15 de cada 100.000 habitantes en Ecuador morían por contaminación atmosférica. En 2016, este número aumentó a 22”. Sin duda la contaminación atmosférica se ha convertido en un problema, que con el pasar del tiempo ha cobrado un mayor número de vidas por las afectaciones en la calidad del aire.

Pero cabe preguntarse ¿Qué ocasiona un mayor nivel de contaminación atmosférica? Varias son las respuestas, una de ellas es la utilización de combustibles fósiles en los diversos medios de transportes. De hecho, en el mundo la mayor parte de energía empleada proviene de combustibles fósiles. De acuerdo con Romero y Vera (2018, p. 138) “El petróleo y sus derivados representan casi la tercera parte de la demanda de energía con 32,94% del total mundial”. Por lo que son altamente demandados por la sociedad, y en particular por el sector transporte. Según Rivera, Bolino, Mazidego, Naranjo & Escobar (2020, p. 2) “En 2020 el sector transporte comprendió el 27.8% de la demanda total de energía en el mundo donde el combustible es el principal recurso con un 96%”.

Esta demanda es provocada por la dependencia de energía fósil para el funcionamiento de ciertos vehículos, así lo afirma Martínez (2018, p. 9) “La demanda de energía en el sector se ha dado por el crecimiento acelerado en los vehículos ligeros y pesados”, siendo estos los medios de transporte que mayormente circulan a diario.

Respecto a Sudamérica, el consumo de combustibles en la región se ha incrementado. De acuerdo con *Statistical Review World Energy* (2021, p. 22) “Desde 2010 a 2019 se ha consumido un 6% más, pasando de 6294 a 6682 miles de barriles por día”. Así mismo, en Ecuador según *Balance energético Nacional* (2019, p. 91) “Durante el 2019 se demandaron 46 millones de barriles para el sector transporte, con un crecimiento promedio anual de 1.5% durante los últimos cinco años”. De esta manera, se evidencia que el uso de combustibles se ha intensificado y que la mayor demanda es para abastecer al sector transporte.

A raíz de este aumento del consumo de combustibles fósiles, el uso de los diferentes medios de transportes que requieren de esta fuente de energía contaminante para su funcionamiento es representativo. Es por esto, que los vehículos automotores se han convertido en el medio tradicional de traslado de los ciudadanos.

Esto se evidencia en los medios de transporte que circulan diariamente en la región latinoamericana en la cual gran parte de estos, utilizan combustión fósil. De acuerdo con Viscidi (2017, p. 6) “En 2016 el 91% de los medios de transporte terrestre en Latinoamérica usaron gasolina y diésel, mientras que el 8% restante representa el uso de otras fuentes de energía”. De este 91% total, el transporte particular es el que más consume energía contaminante en América Latina. Así lo afirma Vasconcellos (2019, p. 14) “El transporte particular consume el 66% del combustible fósil total destinado al sector y el transporte colectivo el 34%”.

En el caso de Ecuador, el uso de medios de transporte contaminantes ocupa una exuberante participación. De acuerdo con el *Plan Nacional de Eficiencia Energética* (2017, p.36) “En 2017 el 98,3% de los medios de transporte utilizan gasolina y diésel, mientras que el 1.7% utilizan otro tipo de fuente de energía”. Mostrando, la ausencia de medios de transporte que funcionen en base a una fuente de energía que no use la combustión fósil.

Por otra parte, en el parque automotor la diferencia del uso de energía contaminante es más notoria. De acuerdo con Vargas, Guamán, Ríos & Otorongo (2020, p. 50) “En 2020 el transporte terrestre del Ecuador el 99,74% corresponde a los vehículos a diésel y gasolina. El restante 0,26% corresponde a vehículos híbridos y autos eléctricos”. De esta forma se demuestra la poca participación de vehículos de

energía alternativa ya que la mayoría de los vehículos automotores que se usan a diario para la transportación ciudadana utilizan gasolina y diésel como principal fuente de energía.

Finalmente, el uso de energías poco sostenibles representa un problema a escala mundial. Tanto en Ecuador como en gran parte de la región latinoamericana el uso de medios de transporte funciona en base a la combustión. Dicho funcionamiento actualmente ha ocasionado graves consecuencias sociales y ambientales, debido a que se ha mantenido la misma fuente de energía contaminante en lugar de impulsar el uso de energías alternativas.

Por otra parte, en esta sección se aborda el tema de los subsidios a los combustibles. Bien es sabido que el subsidio a los combustibles permite que el precio final de este sea mucho más barato, promoviendo su consumo. Ante tal hecho, más allá de lograr un precio más barato indirectamente se está subsidiando al consumo de una energía que resulta ser contaminante.

En el caso de Ecuador, destina gran parte del subsidio a los combustibles fósiles. Esto se demuestra en el nivel de precios de los combustibles. De acuerdo con Cobos (2021) “En 2021 la gasolina sin subsidio tiene un precio de USD 1,99 por galón, mientras que con subsidio USD 1,69 por galón. Por otro lado, el diésel sin subsidio tiene un valor de USD 1,86 por galón, mientras que con subsidio USD 1,36.” Lo que representaría para el Estado De acuerdo con Torres (2021) “13,92 USD por cada barril de las gasolinas y 26,49 USD por cada barril de diésel”. Evidenciándose una reducción del precio inicial de estos combustibles.

De acuerdo con Puig, Martínez, Vicuña, Córdova & Álvarez (2018):

Si no se subsidiarán los combustibles, el uso de vehículos se viera limitado por los mayores costos del combustible, y al mismo tiempo fuese desmotivado por estrategias de eficiencia en la movilidad pública (mejor atención, tarifas preferenciales, etc.) y educación ambiental que provoque la concienciación ciudadana en este tema, se podría conseguir minimizar las externalidades generadas por el uso de hidrocarburos (p.92).

Sin embargo, dado que en Ecuador la política de subsidios a combustibles se mantiene, favoreciendo al uso de vehículos a combustión, pues a un precio menor

como es el caso de la gasolina y el diésel, es más sencillo de adquirir. De esta manera, se incentiva al consumo y se producen efectos negativos al medio ambiente.

No obstante, en los últimos años los subsidios a los combustibles se redujeron. Lo que produjo descontento en la sociedad debido a que durante años no se había modificado este rubro. Ante dicha situación, son varios los grupos afectados, y entre ellos se encuentran los del sector transporte.

Es así como, el sector transporte terrestre ha sido el principal afectado por dos grandes problemas que han reducido su nivel de ingresos. Una de estas es, la situación de la política de subsidios en Ecuador en donde se modificó el nivel del precio de los combustibles. Mientras que la otra, es por la pandemia COVID-19 la cual redujo el margen de movilidad de transporte público urbano.

Partiendo de esto, los tipos de combustibles han dejado de ser subsidiados en gran parte por el Estado, son la gasolina y el diésel, produciéndose un aumento en los precios. Así se evidencia en Diario El Comercio (2021, 11 de octubre, sección negocios, párrafo 6) “Desde mayo del 2020 a octubre del 2021 las gasolinas extra y eco país pasaron de USD 1,75 a USD 2,50, esto representa un incremento del 47% por galón. El diésel pasó de USD 1 a USD 1,69, el incremento ha sido del 60%”. Convirtiéndose en un problema para el sector transporte debido a que deberán asumir un costo que antes era asumido por el Estado.

Aunque este no es el único problema, pues producto de la pandemia el sector decreció y aún no se ha recuperado totalmente, de acuerdo con el Boletín del Banco Central del Ecuador (2020, p. 18) “El sector transporte decreció en un 29,7% en el segundo trimestre de 2020”. Como consecuencia ha provocado una menor captación de pasajeros diarios. Según Diario El Comercio (2021, 15 de octubre, sección actualidad, párrafo 6) “En Guayaquil cada unidad está trasladando un máximo de 400 pasajeros al día, cuando antes de la pandemia trasladaba un promedio diario de 700 a 750 usuarios”.

Esto ha provocado que el nivel de ingreso de los transportistas de Guayaquil disminuya. Así lo establece Diario El Universo (2020, 23 de agosto, sección comunidad, párrafo 10) “Antes de la pandemia, el ingreso promedio por unidad era de

190 dólares, ahora el ingreso es de 90”. Mostrándose una afectación considerable que amenaza a la economía de los transportistas de Guayaquil.

Finalmente hacemos hincapié, en una de las pocas políticas que gravaba los efectos de la combustión en el ambiente generado por los automotores, y que se implementaron en Ecuador fue la del impuesto ambiental a la contaminación vehicular, que después de un largo periodo de vigencia de 8 años terminó siendo derogada.

De acuerdo con Reinoso (2020, p. 99) “A partir del 15 de agosto del 2019, la Asamblea Nacional aprobó la derogación de la ley del Impuesto Verde”. Este impuesto buscaba promover una conducta social responsable con el ambiente. Así lo afirma Cueva (2019, p. 19) “El impuesto ambiental, debe ser un instrumento para reducir el impacto negativo sobre el ambiente”. Obteniendo resultados positivos en el parque automotor porque decreció la compra de vehículos de alto cilindraje. De acuerdo con Mantilla & Reinoso (2020, p. 21) “En Ecuador desde 2011 a 2018 producto del impuesto a la contaminación vehicular disminuyó el porcentaje de adquisición de autos de alto cilindraje, en un 15%”.

Sin embargo, una vez eliminado el impuesto queda en duda, si realmente se promovió una cultura o no de cuidado al ambiente. Así lo explica Cueva (2019, p. 34) “Los ciudadanos llegan a pensar que, por el hecho de pagar su contaminación, tienen mayor derecho de hacerlo”. Convirtiéndose en una de las principales causas por la que este impuesto haya servido solo para recaudación fiscal, en vez de cumplir el propósito de culturización ambiental.

Ante todos los problemas expuestos que surgen en torno al sector transporte, el uso de energías y su incidencia en el desarrollo sostenible, surge el interés de analizar esta problemática en una de las principales ciudades de Ecuador, Guayaquil que se ha visto afectada en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Por eso se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energías y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energía y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021.

1.2.2 Objetivos específicos

Establecer los aspectos teóricos relacionados a la actividad del sector transporte terrestre, el uso de energías alternativas y su relación con el desarrollo sostenible.

- Caracterizar el sector transporte terrestre de Guayaquil.
- Detallar el uso de energías tanto fósiles como alternativas en el sector transporte
- Describir el desarrollo sostenible en Guayaquil.
- Demostrar la incidencia de la actividad del sector transporte terrestre Guayaquil y el uso de energías en el desarrollo sostenible.
- Detallar las políticas públicas en relación con el sector transporte terrestre y el desarrollo sostenible.
- Proponer acciones tendientes a mejorar el uso de energías alternativas en el sector transporte terrestre Guayaquil y el desarrollo sostenible.

1.3 Justificación

El presente trabajo de investigación surge como respuesta a la problemática principal, el uso de energías al sector transporte y los daños que este genera en el ecosistema ecuatoriano. Se busca analizar el sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021. Este estudio, se lo puede considerar de interés general, ya que presenta un tema que ha generado mucha controversia en la actualidad y que ha tenido importancia en el periodo de tiempo en que se realiza el análisis. Este estudio favorecerá en el desarrollo del ámbito económico, social, académico y profesional.

A nivel económico el estudio presenta la aportación del sector transporte a la economía nacional, también se presenta una propuesta que busca aportar al desarrollo sostenible.

A nivel social la investigación proporciona un estado actualizado del funcionamiento del sector transporte y su relación con el uso de la energía desde combustibles fósiles hasta las no contaminantes. Por otro lado, se muestra una propuesta de política pública tendiente a minimizar el uso de energías contaminantes, que de ser considerada podría generar bienestar a la sociedad en cuanto a la disminución de daños ambientales.

A nivel académico ofrece información actualizada del sector transporte que podría motivar a la creación de nuevas investigaciones. Asimismo, se facilita conocimiento sobre el uso de energías en la actividad del transporte terrestre de Guayaquil.

Por último, a nivel profesional la investigación generó desarrollo de habilidades en metodología de la investigación. También, a los autores generó conocimiento y especialización en el uso de energías renovables y su relación con el sector transporte. A la vez, facilita oportunidades en el mercado laboral relacionado a temas de desarrollo sostenible y política pública.

1.4 Hipótesis

¿Cuál es la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energías y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021?

En esta investigación se presenta la siguiente hipótesis:

El sector transporte terrestre de Guayaquil posee una alta densidad vehicular, además hace uso mayoritario de energías convencionales derivadas de petróleo y poco uso de energías alternativas, lo cual incide negativamente en el desarrollo sostenible aumentando las emisiones de CO₂ y afectando a la salud humana.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

En esta sección se presenta el marco teórico en la cual se exponen los diversos enfoques teóricos en relación con el sector transporte, el uso de energías alternativas y el desarrollo sostenible, luego se presenta el marco conceptual y finalmente el marco legal.

Primero se describen las principales definiciones de la actividad económica del sector transporte, la estructura del sector transporte, la importancia, los indicadores respectivos. Posteriormente, se presenta la conceptualización de energía, los tipos de energía. En el siguiente apartado se define el desarrollo sostenible, y los respectivos indicadores. Se procede a mostrar la relación existente entre el sector transporte y el uso de energías, su afectación al desarrollo sostenible. Finalmente, se detallan diversas políticas públicas en relación con el sector transporte terrestre y el desarrollo sostenible

En el marco conceptual se detalla el enfoque teórico elegido para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

En el marco legal se presentan los aspectos legales locales vigentes en Guayaquil en relación con el sector transporte y el uso de energía.

2.1 Sector transporte

En esta sección se aborda el concepto del sector transporte, la importancia del sector, economía del transporte, beneficios del transporte, costo del transporte y parte involucradas en el sector transporte. Posteriormente se hace mención a los tipos de transporte, la clasificación del transporte terrestre y a los indicadores de medición del sector transporte.

El sector transporte es una actividad económica conocida por su alto dinamismo y aporte a las economías, diversos autores presentan su definición al respecto. Por ejemplo, para Portales (2001, p. 20) el sector transporte “Es el movimiento de personas, materiales o productos desde el punto donde se producen, cultivan o elaboran, a otro donde se consumen, transforman, manufacturan, distribuyen o almacenan”. Por otra parte, de acuerdo a Madruga (2018, p. 8) “El sector de

transporte es un sistema que engloba todo el conjunto de trabajo, servicios y recursos humanos que componen la capacidad de movimiento, tanto de personas como productos en una economía”. Como se puede notar, para ambos autores el sector transporte es un sistema que implica el traslado de bienes y/o individuos.

Otra definición del sector transporte se refiere al hecho de que es parte de la actividad económica. De acuerdo con Correa (2018):

El sector transporte es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas de un lugar definido como punto de origen a otro punto de destino en un vehículo (medio o sistema de transporte) que utiliza una determinada infraestructura (red de transporte) (p. 17).

Otra definición se refiere diferenciar al sector transporte como actividad económica y objeto de consumo, así lo menciona Paz (1973):

Además del transporte como actividad económica, productiva y de renta, debemos considerar el transporte individual como actividad económica y objeto de consumo, por ejemplo, para el transporte entre lugares de residencia y de trabajo o para el consumo de ocio (descanso, esparcimiento o deporte) (p. 10).

Por lo que se considera que el transporte, a pesar de no utilizarse como una actividad productiva también forma parte del sector.

De esta manera, se concluye que el sector transporte es una actividad económica o un objeto de consumo que por medio de la capacidad de movimiento que utiliza lleva a cabo determinadas actividades que involucra al traslado de bienes o de las personas, con el objetivo de cumplir algún requerimiento.

2.1.1 Importancia del sector transporte

El sector transporte es importante para llevar a cabo el desarrollo de otros sectores económicos, especialmente en aquellos que requieren de un medio de traslado de la producción, es decir es importante para el comercio. También es importante para aquellos que requieren de un servicio para trasladarse de un lugar a otro a cambio del pago de una tarifa.

Para el comercio el sector transporte, es importante porque cumple el rol fundamental de traslado de la mercancía. Así lo expone Sanabria (2008):

El sector transporte juega un papel determinante en el desarrollo de la actividad económica ya que posibilita el intercambio de mercancías, lo cual permite crear mercados más amplios con capacidad de absorber los excedentes de producción de los mercados locales (p. 3).

Es así, que por medio del sector mencionado se posibilita el dinamismo del intercambio comercial.

En este sentido, el sector transporte es importante ya que impulsa al desarrollo económico, debido a que su capacidad de integración con las empresas de los otros sectores. De acuerdo con Sarmiento (1996, p. 3) “La importancia del transporte en el desarrollo económico está en su capacidad de integración. Las empresas industriales y comerciales están expuestas a externalidades que dan lugar a que los avances de una de ellas se trasladen a las otras”. De esta manera, el sector transporte interviene conforme se desarrollan las empresas.

Por otra parte, respecto al traslado de personas, el sector transporte brinda contribuye al traslado para la realización de actividades. De acuerdo con Rodríguez (2007):

El sector transporte puede ser considerado como un sistema integral de medios de transporte que brinda atención a las necesidades de desplazamiento de las personas. Este surge debido a los requerimientos de trasladarse de un lugar a otro por parte de los individuos ya sea por motivos laborales, de estudio, comerciales, de distracción o de descanso (p. 7).

Por lo tanto, este sector cumple un rol esencial e importante debido a las diferentes necesidades de transportación de las personas se presentan a diario.

Se concluye que el sector transporte es importante por dos razones fundamentales: posibilita el intercambio comercial y posibilita el traslado de las personas. De esta manera el sector contribuye al desarrollo económico pues sin su aporte no se podría realizar con la misma facilidad las actividades mencionadas.

2.1.2 Economía del transporte

Una vez definida la importancia del sector transporte, queda en manifiesto que el sector enmarca una amplia gama de aspectos de relevancia que giran en torno a la economía. Razón por la cual existe una rama de la economía dedicada al estudio, medición y distribución de la actividad.

La economía del transporte, como se mencionó, implica la aplicación teórica de la economía sobre los procesos de administración de los recursos provenientes del sistema de transporte. Esto, es expuesto por Duque (2006):

La Economía del Transporte es la rama de la teoría económica que se ocupa del sector transporte, y que estudia el conjunto de elementos y principios que rigen el transporte de personas y bienes, y que contribuyen a la vida económica y social de los pueblos (p. 2).

Es de suma importancia que el transporte sea analizado desde el enfoque económico, debido a que la actividad influye de diferentes maneras sobre la mayoría de sus agentes. Algunos ejemplos de su influencia son mencionados por Ruiz (2015):

Efectivamente, el transporte afecta a los agentes económicos de diferentes maneras. En el caso de las empresas, por ejemplo, influye en su productividad, en los costes de producción, en el acceso a los mercados, en el flujo de información y en el número de proveedores disponibles. En relación con los hogares, puede influir en la cantidad, variedad y precios de los bienes y servicios disponibles en el mercado, así como, en sus oportunidades y opciones laborales (p. 5).

De esta forma, son varios los temas de afectación que implican el estudio de la actividad y que ameritan la toma de decisiones para llegar a un bienestar económico en donde diversos agentes se encuentran involucrados.

Para concretar esto, y a la vez lograr un correcto funcionamiento del sector y solucionar algunos de los problemas que acontecen comúnmente en esta actividad se requiere del objetivo principal de la economía del transporte la cual consiste en la asignación óptima de los recursos. Así lo menciona Sanz (2010):

La Economía del Transporte se marca entonces el objetivo genérico de hallar el modo de hacer máxima la producción de valor «transporte» con la menor aplicación posible de recursos o de lo que se denominan factores de producción. Es decir, trata de asignar los recursos o factores productivos disponibles en el sector con la finalidad de producir la mayor cantidad posible de transporte con la mayor calidad o valor unitario posible, lo que en la práctica supone, esencialmente, con la mayor velocidad posible (p. 157).

En este contexto, la economía del transporte se encarga del uso correcto de los factores productivos disponibles del sector para así mejorar la calidad, administración y ejecución de la transportación.

Se concluye, entonces que, la relación existente entre el transporte y la economía nace la economía del transporte que contribuye de forma significativa al

estudio de los problemas que se presentan en el sector para que mediante la asignación de los recursos de forma óptima se pueda lograr el bienestar colectivo de los agentes.

2.1.3 Beneficios del sector transporte

El desarrollo del sector transporte es promotor de grandes beneficios, que permiten el desarrollo dinámico de la economía. Entre los principales beneficios se menciona: el desarrollo del comercio, mejoramiento de la mano de obra, reestructuración de la economía y los efectos de aglomeración.

Estos beneficios no son únicos, sino que vienen acompañados de un mecanismo de procesos subyacentes. Por ejemplo, una mejora en el transporte genera menores costos para los agentes económicos, y de esta manera se desencadenan una serie de ganancias para la economía. De acuerdo con Lakshmanan (2007):

Los menores costos y la mayor accesibilidad debido a las mejoras del transporte modifican los costos marginales de los productores de transporte, la movilidad de los hogares y la demanda de bienes y servicios. Dichos cambios repercuten en los mecanismos del mercado que endogenizan el empleo, la producción y los ingresos a corto plazo. Extraordinario a esto, los efectos de desarrollo dinámico derivan de los mecanismos que se ponen en marcha cuando las mejoras en los servicios de transporte activan una variedad de procesos interconectados en toda la economía y producen una variedad de efectos sectoriales, espaciales y regionales que aumentan la productividad general (p. 10).

De esta manera gracias a la inversión en infraestructura de transporte, mediante el proceso de interconexión de la economía se producen los principales beneficios como el aumento del empleo, los ingresos y la producción que desembocan en el aumento de la productividad en general.

La interacción producida por el sector transportes es explicada de mejor forma mediante una ilustración en la que se explica el proceso de interacción desde la inversión hasta el crecimiento de los factores productivos:

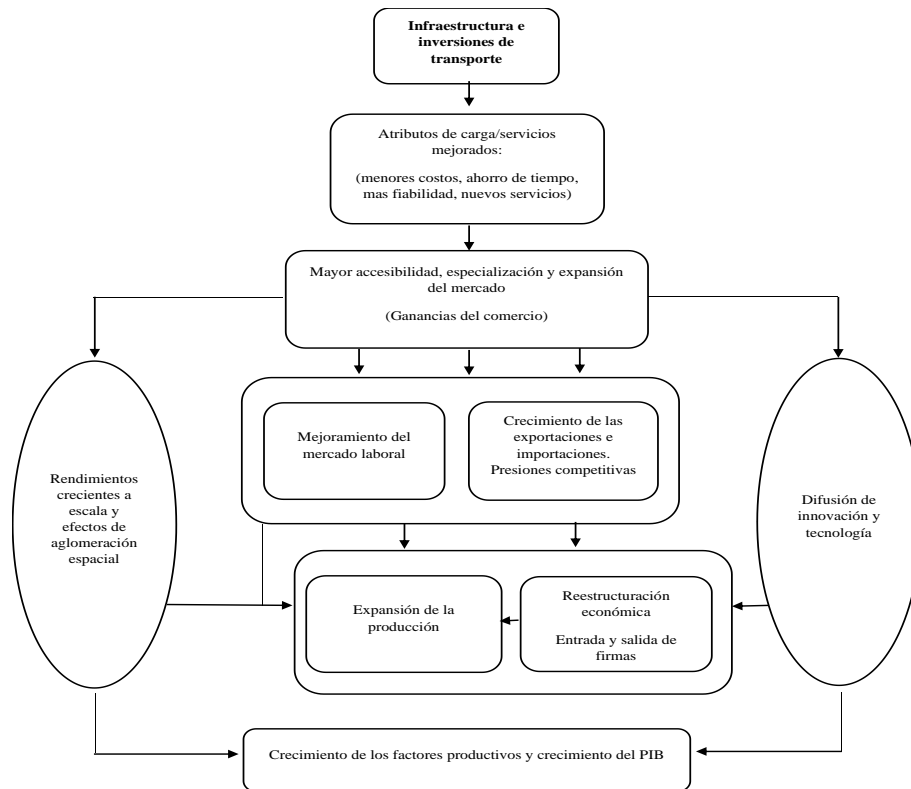


Figura 1. Beneficios económicos del sector transporte.

Nota. Adaptado de Lakshmanan (2007). *The wider economic benefits of transportations an overview* Instituto Boston University, 1-15; p. 11.

Desde el proceso de inversión en infraestructura de transporte produce unos costos más bajos, ahorro de tiempo, y se crean nuevos servicios. Esto involucra un mayor desarrollo del comercio frente a la necesidad de expansión de las ganancias de las empresas. De acuerdo, con Vickerman (2008):

Primero, la expansión de las exportaciones conducirá a niveles más altos de producción, lo que permitirá mayores ventas para cubrir los costos fijos de operación, generando eficiencias; En segundo lugar, el aumento de las importaciones ejerció presiones competitivas sobre los precios locales. Entran en juego las dinámicas: entrada, salida, expansión y contracción firmas debido a la constante mejora de las eficiencias (p. 63).

De esta forma, el comercio se efectúa y las exigencias del mercado se hacen notar, pues, así como se desarrollan las líneas de exportación, las de importación también. Por lo que se generan presiones para las empresas, en donde la mejora constante será el determinante para la entrada o salida de firmas.

En torno a esto, las empresas requerirán una mano de obra mucho más eficiente. Esto es mencionado por Lakshmanan (2007):

A medida que las empresas promueven procesos de producción más eficientes, que reducen los costos de producción y aumentan la productividad, se produce una mayor reestructuración de la economía. A la vez que, los menores costos de transporte y la mayor accesibilidad amplían los mercados de mano de obra y otros insumos de factores. Es probable que las empresas obtengan mano de obra de un área más amplia y con una mayor variedad de atributos que mejoran la oferta de mano de obra con menores costos (p. 12).

Es así cómo se produce la reestructuración de la economía con procesos más eficientes, a la vez que se modifica y mejora la mano de obra con mayores atributos de los empleados para continuar en el proceso de crecimiento.

Por último, se mencionan los efectos de aglomeración espacial. Esto es mencionado por Hage y Alter (1997):

Con la caída de los costos de transporte, una empresa en una ubicación gana un área de mercado más grande y un dominio, lo que a su vez promueve la concentración de otras empresas en la misma ubicación. Esta idea de una ubicación con buen acceso a los mercados y proveedores para una empresa mejora el acceso al mercado y la oferta para otros productores allí, y el proceso de causalidad acumulativa (donde una ubicación se vuelve más atractiva para las empresas sucesivas a medida que se ubican más empresas) (p. 97).

Esto se refiere a que, el desarrollo de las empresas gracias a la implementación de una red de transporte resulta atractiva para los nuevos emprendimientos ya que se convierte en una zona con acceso a los mercados y los proveedores. De esta forma, mediante la acumulación de empresas como consecuencia se produce el crecimiento de los factores productivos y del crecimiento económico.

De esta manera se concluye que, los beneficios producidos por el sector transporte contribuyen al desarrollo de diferentes áreas de la economía: en el crecimiento del mercado productivo, el mejoramiento del mercado laboral, la innovación, la reestructuración económica, el efecto de aglomeración y demás. Ante todos estos beneficios el sector, en aspectos generales mejora la productividad total de los factores y contribuye al crecimiento del PIB.

2.1.4 Costos del sector transporte

El sector transporte también presenta costos que se generan por el desarrollo de la actividad los cuales se clasifican en costos internos y costos externos. Entre los costos internos se encuentran: Costos directos y costos indirectos del vehículo, el tiempo del usuario, y costos por parquin. Mientras que los costos externos

comprenden: costos de mantenimiento de las carreteras, congestión vehicular, accidentes vehiculares, impactos ambientales, entre otros.

En los costos internos y externos diferentes los usuarios lo asumen involucrados o no. De acuerdo con Litman (2009):

Los costos internos (también llamados de usuario o privados) corren a cargo del consumidor de un bien. Mientras que, los costos externos corren a cargo de otros. Sin embargo, algunos costos como la congestión del tráfico y los daños por accidentes son impuestos en gran medida por automovilistas sobre otros automovilistas, por lo que son externos a los individuos, pero internos dentro de un grupo(sector) (p. 6).

Por lo que en este caso los costos pueden considerarse externos o internos dependiendo del tipo de problema que se esté abordando. Estos tipos de costos se muestran en la siguiente tabla. Según Litman (2009, p. 11):

Tabla 1

Clasificación de los tipos de costos del transporte (variables)

Tipos de costo	Variables
Costos internos	Costos fijos del vehículo
	Costos variables del vehículo
	Tarifa de parking
	Tiempo de usuario
	Riesgo de choque del usuario
Costos externos	Mantenimiento de las vías
	Control del tránsito
	Impactos ambientales
	Costos por accidentes de tránsito
	Congestión vehicular y retrasos comerciales

Nota. Adaptado de Litman (2009). *Transportation cost and benefits analysis: Techniques, Estimate & Implications Revista Victoria Transport Policy Institute (2)*, 1-19; p. 11.

Es importante mencionar otros efectos externos producidos por el sector de transporte, y que no son asumidos por los usuarios de transporte dentro de los costos externos e internos. De acuerdo con Bickel & Friedrich (2005, p. 13) “Se refiere a varios costos no soportados directamente por los usuarios derivados de la producción, importación y distribución de recursos (principalmente petróleo), utilizados en la construcción y operación de instalaciones de transporte y vehículos”. De esta forma se

agregan otras afectaciones que son asumidas por otros actores distintos al usuario de transporte final.

Es así como los principales impactos externos derivados a causa del desarrollo del sector transporte son los siguientes. De acuerdo con Bickel & Friedrich (2005, p. 13):

Tabla 2

Impactos negativos del transporte y sus consecuencias

Impactos negativos del transporte	Consecuencias
Costos económicos	Impactos macroeconómicos derivados de la importación de los recursos
Riesgos de seguridad	Costos militares y políticos para mantener el acceso a los recursos
Riesgos de salud	Lesiones y enfermedades derivadas de la producción y distribución de los recursos
Daños ambientales	Daños ambientales de la extracción, procesamiento y transporte de los recursos
Agotamiento de los recursos no renovables	Privan de recursos a las generaciones futuras
Subsidios financieros	Beneficios para las industrias que acceden a exenciones fiscales o subvenciones

Nota. Adaptado de Bickel & Friedrich (2005). *Externalities of Energy* Revista Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (1), 1-270; p. 13.

2.1.5 Grupos de interés del sector transporte

En el sector transporte, existen grupos de interés o actores que tienen la capacidad de afectar directa o indirectamente al desarrollo del sector. Varios son los autores que mencionan diferentes grupos de interés que interactúan en la red del sector transporte.

El primero de estos corresponde a una red imaginaria que conecta las partes o grupos interesados. Esto lo menciona DeLaurentis, Lewe & Scharge (2003):

Se puede imaginar una red invisible que define la conexión entre las partes interesadas. Esta conexión se presenta de dos formas. Primero, una parte interesada en particular puede interactuar con otra directamente. En segundo lugar, una parte

interesada influye en un recurso particular que, después de penetrar a través de la red de recursos, modifica el estado de toda la red (p. 4).

Es decir, la interacción entre dos o más grupos involucrados modifica los intereses no solo a las partes involucradas, sino que influye sobre toda la red del sector transporte.

Dichos grupos son definidos de mejor manera mediante una tabla propuesta por Laurentis, Lewe & Schrage (2003, p. 4) en la cual se incluye la definición de estos:

Tabla 3
Grupos de interés del sector transporte y sus definiciones

Grupo de interés	Definición
Consumidores	Los consumidores son viajeros individuales o transportistas (de bienes comerciales) que son el usuario final del sistema de transporte
Proveedores de servicio	Los proveedores de servicios son propietarios de recursos que venden servicios de transporte a cambio de una tarifa
Proveedores de infraestructura	Los proveedores de infraestructura planifican y aprueban el empleo de recursos de infraestructura de transporte
Fabricantes	Los fabricantes son empresas que diseñan y produce los recursos de transporte
Agencias regulatorias	Las agencias regulatorias son las que imponen reglas en el sistema que restringen la actividad de las partes interesadas y las características de los recursos
Sociedad	La sociedad representa los intereses agregados de los ciudadanos usuarios de transporte, desde las comunidades hasta el nivel nacional
Agencias de investigación	Desarrollan tecnologías para el transporte

Nota. Adaptado de: De Laurentis, Lewis & Schrage (2003). *Abstraction and Modeling Hypothesis for future Transportation Architectures*. Instituto Georgia Institute of Technology 1-12; p.4.

Es así como los grupos de interés mencionados se involucran dentro de la red del sistema de transporte y en la cual cada uno cumple distintas funciones y desarrollan sus propios intereses en base a sus necesidades o recursos, para así lograr una movilidad adecuada dentro de un espacio determinado.

Otro autor menciona hace mención a la clasificación de los grupos de interés de transporte por la importancia de su participación y su relevancia en los aspectos económicos, sociales, ecológicos y políticos. De acuerdo con Tretyak, Rekun, Andreieva & Bielai (2019):

Los grupos de interés de este mercado incluyen el estado (principal regulador), empresas de transporte (empresas de transporte y pequeñas empresas de transporte), estados con enlaces de transporte (socios principales durante el transporte), empleados de empresas de transporte, proveedores (vehículos, componentes, energía transportistas, combustibles, productos relacionados) y consumidores de servicios de transporte. La interacción efectiva entre ellos y la gestión de sus intereses son claves para el desarrollo del sector transporte (p. 2).

Es así como, los involucrados mencionados son importantes para el desarrollo del sector y sus intereses deben ser atendidos.

De una mejor manera la clasificación de grupos de interés del sector transporte es explicada por medio de una ilustración:

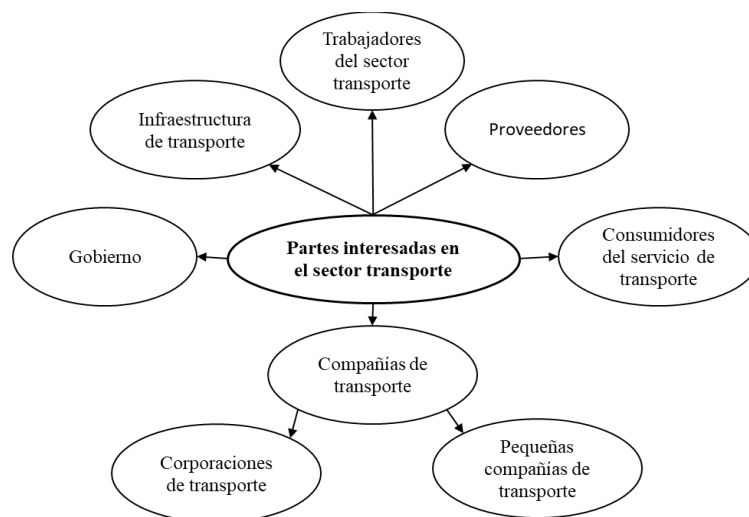


Figura 2. Partes interesadas del sector transporte.

Nota. Tomado de Tretyak, Rekun, Andreieva, Bielai, Panchenko, Vartulia & Dykan (2019, p.2). *The role of stakeholder's interests' management mechanism in the transport services market development.* Instituto Karazin Kharkiv National University 1-12; p.3.

También sus intereses se plantean por medio de los 3 temas en la que sus actores se encuentran involucrados. Así lo menciona Tretyak, Rekun, Andreieva, Bielai, Panchenko, Vartulia & Dykan (2019, p. 4):

Tabla 4

Principales intereses económicos, sociales, ambientales de los grupos de sector transporte

Grupo	Económico	Social	Ambiental
Gobierno	Reacondicionamiento y reducción de costos del sector transporte	Cumplir con los estándares de seguro social	Normas de aseguramiento ambiental, protección ambiental y reducir las emisiones de CO2
Infraestructura de transporte	Reducir el costo de los sistemas de transporte integrado	Protección de los ciudadanos mientras usan la red de transporte	
Corporaciones de transporte	Proporcionar ganancias y desarrollo de la compañía, reduciendo costos	Cumplimiento de legislación y estándares de la sociedad	No muestran interés
Pequeñas compañías de transporte			No muestran interés
Trabajadores del sector transporte	Salarios más altos	Buenas condiciones de trabajo, estándares sociales.	Seguridad de la vida y la salud mientras desempeñen sus funciones
Proveedores	Mayor precio de sus productos	No muestran interés	No muestran interés
Consumidores	Reducir el precio de los servicios de transporte	Alta calidad del servicio	Seguridad de la vida y la salud durante el uso de transporte

Nota. Adaptado de: Tretyak, Rekun, Andreieva, Bielai, Panchenko, Vartulia & Dykan (2019, p.2). *The role of stakeholders interests management mechanism in the transport services market development.* Institute Karazin Kharkiv National University 1-12; p. 4.

De esta forma, se muestran los principales intereses que giran en torno a las partes involucradas dentro del sector, en la que se denotan que algunos de los actores prefieren direccionar sus intereses más a los aspectos económicos a diferencia de los

aspectos ambientales, por ejemplo. Por lo que, al centralizar sus necesidades, se crean conflictos o disparidades con otros actores.

2.1.5 Clasificación del sector transporte

Por otra parte, este sector está compuesto por diferentes modos de transporte en general que contribuyen al desplazamiento conforme al medio de utilización (automóvil, aviones, barcos, tren, telecabina, etc.). Es así como de acuerdo con Quintero & Quintero (2015):

Una clasificación de modos de transporte que se desarrollan en las ciudades, discriminándolos en tres grupos; terrestre, aéreo y acuático. Los cuales a la vez están compuestos por los denominados “medios” que permiten obtener una mejor clasificación de las diferentes formas en que se desarrolla el transporte (p. 90).

De esta manera estos tres grupos, constituyen la base de la transportación del sector transporte porque a través de ellos se desarrollan los modos de movilización. Es importante especificar por medio de una tabla la clasificación del sector:

Tabla 5
Clasificación del sector transporte
(en modos, medios y unidades de transporte)

Modos	Medios	Unidades de transporte
Terrestre	Carretero	Automóvil, bus, bus metropolitano, camión, motocicleta y peatonal
	Ferroviario	Tren, metro, tranvía, tren de alta velocidad
	Cables	Teleférico, funicular, ferrocarril funicular, telecabina
Aéreo	Aéreo	Aviones y helicópteros
	Aerostatos	Globo aerostáticos y dirigibles
Acuático	Fluvial	Transbordador o Ferry

Nota. Adaptado de Quintero & Quintero (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. Revista Ingeniería y Región, 14(2), 87-97; p. 90.

2.1.6 Transporte terrestre

Uno de los primeros modos de transporte mencionados en la clasificación es el transporte terrestre. En la cual se especifican 3 grandes subgrupos: por carretera, ferroviario y por cables, en la que circulan los medios de transporte aptos para este tipo de modo.

El transporte terrestre, es aquel que necesita de la superficie terrestre para la infraestructura de sus redes. Esto lo expone Díaz (2012):

El transporte terrestre es aquel cuyas redes se extienden por la superficie de la tierra. Sus ejes son visibles, debido a que están formados por una infraestructura construida previamente por la que discurren las mercancías y las personas. Así pues, existen redes de carreteras, caminos, ferrocarriles y otras redes especiales (p. 20).

De esta forma, la mayoría de los medios de transporte terrestre requieren del uso de la superficie de la tierra porque la infraestructura de esta debe ser la adecuada para su funcionamiento.

Es importante en el transporte terrestre, la distribución de las redes de transporte pues la distribución de las redes facilita o no el transporte por el territorio. Las redes de transporte pueden ser tres: ejes aislados, redes poco estructuradas, redes estructuradas. Así lo menciona Díaz (2012):

Estas redes de transporte terrestre las podemos clasificar en función de su densidad en tres tipos: ejes aislados, que serían aquellos que unen exclusivamente dos puntos en el territorio, lugar de producción y de consumo ; redes poco estructuradas, en la que existen varios ejes, conectados o no entre sí, sin que exista una jerarquización entre ellos ; redes estructuradas, son aquellas en las que existe un elevado número de ejes, conectados entre sí y organizados de una manera jerárquica, lo que facilita el transporte por todo el territorio (p. 20).

Pues en el caso de que existan ejes aislados o pocos estructurados será más complicado el traslado, a diferencia de una red estructurada donde los caminos se encuentran interconectados el traslado es más sencillo.

Dentro del transporte terrestre existe una clasificación a partir del medio utilizado para el traslado. El primero de estos, corresponde al transporte de carretera. De acuerdo con García (2020, p. 3) "El transporte terrestre por carretera (también denominado rodoviario) requiere infraestructuras (caminos o carreteras) sobre las que se mueven los medios (carros, camiones) uniendo centros de producción y centros de consumo". Es así como el transporte terrestre por carretera es uno de los medios que requiere necesariamente de una red de caminos para el traslado de los medios que comúnmente se movilizan como es el automóvil o los camiones.

El segundo de la subclasificación corresponde al transporte ferroviario. De acuerdo con Colomer (1993, p. 46) "El transporte ferroviario se caracteriza, por otra parte, por su rigidez. La red ferroviaria une únicamente determinados puntos" Es así

como el transporte ferroviario conecta determinamos ejes debido a que la infraestructura sobre la superficie es estática.

Este transporte ferroviario, refiere al uso de una fuerza de arrastre que circula sobre una estructura. Así lo expone Leiton (2007, p. 3) “Una operación de transporte ferroviario implica el arrastre de un convoy que se compone de vagones de carga, los mismos que pueden ser tipo plataforma, jaulas, bodegas, tanques, tolvas, coches de pasajeros u otros por medio de una locomotora”. Especificando de esta manera qué tipo de cargas pueden ser trasladadas por el transporte ferroviario.

El último de la subclasificación de los medios de transporte terrestre corresponde al transporte por cable. De acuerdo con Ramos (2021):

El transporte por cable se define como aquel en el que se emplean cables metálicos, situados a lo largo del recorrido para constituir la vía de circulación de los vehículos o bien para transmitir a los mismos un esfuerzo motor o frenante (p. 1).

De esta manera, mediante el uso de los cables metálicos y la fuerza generada para el trasladado de las cabinas se puede llevar a cabo este modo de transporte que, a pesar de mantenerse en el aire, su infraestructura está sujeta en la tierra.

El tipo de transporte por cable puede ser de dos tipos. De acuerdo con Ramos (2021, p. 1) “Este tipo de transporte engloba los siguientes tipos: teleférico (vehículo que se sustenta y es movido por uno o más cables) y telesquí (instalación que mediante cable tira de los usuarios, mediante un equipo especial)”. Siendo estos los principales medios de transporte utilizados por este sistema de cables.

En conclusión, este modo de transporte en gran parte requiere de una infraestructura previa ya sea carreteras, rieles, o cables metálicos, para que se pueda llevar a cabo el traslado de las personas o de la mercadería. El modo de transporte terrestre también requiere de una red óptima para que sus medios puedan circular con mayor facilidad.

Por otra parte, Los medios de transporte terrestre, también se pueden clasificar de acuerdo con la actividad que realicen en tres tipos: transporte privado, transporte por alquiler, y transporte público. Así lo explica Molineros & Sánchez (2005, p. 8):

Tabla 6*Clasificación de la actividad económica del sector transporte terrestre*

Clasificación del transporte terrestre	Definición
Transporte privado	Son los vehículos operados por el dueño de la unidad, circulando en la vialidad proporcionada, operada y mantenida por el Estado. Entre estos medios de transporte están la bicicleta, la motocicleta y el peatón
Transporte por alquiler (comercial)	Puede ser utilizado por cualquier persona que pague una tarifa en vehículos proporcionados por un operador, chofer o empleado ajustándose a los deseos de movilidad del usuario. Entre estos servicios se encuentran los taxis, los servicios de respuesta a la demanda y en algunos casos los servicios de colectivos
Transporte público	El Transporte Público comprende los medios de transporte en que los usuarios o pasajeros son servidos por terceros, la prestación puede ser por parte de empresas públicas, privadas o mixtas, operan con rutas fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida.

Nota. Adaptado de Molinero & Sánchez (2005). Transporte Público: Planeación, Diseño, operación y administración. Instituto Universidad Autónoma del Estado de México 1-757; p. 8.

Es así como dentro de la circulación de los medios de transporte, pueden existir el transporte como objeto de consumo propio, que es el privado utilizado por los dueños de vehículo, el transporte por alquiler que corresponde a los servicios temporales del vehículo usado con fines de rentabilidad y por último el transporte público que representan un sistema más formal como empresa dedicada a la prestación del servicio.

2.1.7 Transporte aéreo

El segundo de los modos de transporte es el transporte aéreo. El cual, posee características bastante particulares, como el traslado rápido de mercancías y el aporte que implica para el turismo en los vuelos que realiza.

El sector transporte aéreo es uno de los modos de transporte más reglamentado a nivel mundial. De acuerdo con Tovar (2008, p. 40) “Se considera transporte aéreo a

toda actividad cuyo fin sea el traslado de pasajeros o carga mediante una aeronave de un lugar a otro. El transporte aéreo es la modalidad más regulada en el mundo”. Destacando este último punto debido a que la reglamentación para el uso de este modo de transporte es exigente.

Respecto al transporte aéreo de carga se diferencia de los demás debido a que su forma de traslado es la más rápida y posee grandes ventajas. Así lo afirma, Gonzáles (2016, p. 39) “El transporte de carga aérea ofrece beneficios como: rapidez, un menor riesgo en la transportación de mercancía, una mejor manipulación, primas de seguros más económicos, y en general cumple los horarios de salida y llegada de la mercancía”. Así es como el transporte aéreo para el traslado de bienes es el más eficiente respecto al tiempo en que una mercancía se transporta desde el lugar de origen al lugar destino.

También, el transporte aéreo de pasajeros, como servicio, es uno de los grandes contribuyentes en el crecimiento del turismo. De acuerdo con Vasco (2018, p. 122) “El transporte aéreo es un factor determinante para el desarrollo turístico tanto a nivel nacional como internacional. Su importancia no radica únicamente en el hecho de la disminución de tiempos y distancias sino también en la calidad del servicio”. De esta manera, el sector transporte aéreo ha contribuido en la satisfacción de las personas que requieren de un servicio de traslado tiempo-distancia menor.

En conclusión, este modo de transporte usa el espacio aéreo no congestionado para en recorrido de grandes distancias mediante el uso de una aeronave. Este medio de transporte ha sido de gran ayuda para la reducción del tiempo en el traslado de mercaderías y a la vez de gran contribución para el turismo.

2.1.8 Transporte acuático

Otro modo de transporte utilizado es el transporte acuático. El transporte acuático o marítimo, realiza el traslado por medio de embarcaciones. De acuerdo con Quintero, Cortázar & Ramírez (2017, p. 19) “traslado de carga o pasajeros a través del mar de un lugar a otro, utilizando medios de transporte como barcos u otra clase de embarcaciones”.

El transporte marítimo en gran parte se desarrolla en el transporte de mercancías, convirtiéndose en un pilar fundamental para el traslado de bienes de alto volumen. Así se evidencia en lo mencionado por Franco (1998):

El transporte marítimo en comparación con la utilización de otros diferentes como el aéreo y además, porque permite el traslado de grandes volúmenes de bienes de muy variada naturaleza a través de distintas rutas y con capacidad de tránsito simultáneo a lugares muy alejados y diversos. (p. 4).

Demostrando que este medio a diferencias de los otros posee una capacidad de almacenamiento de los bienes mucho más amplia que la de los otros modos de transporte, en cuanto a volumen de mercancías se refiere.

Este modo de transporte requiere del uso de la superficie marina, para que mediante el uso de las embarcaciones se puedan llevar a cabo los traslados. En este modo de transporte la característica fundamental es que para el comercio ha sido gran contribuyente por el volumen de objetos que se puede transportar en los viajes periódicos que se realizan.

Finalmente, los modos de transporte necesitan de los elementos fundamentales proporcionados por el planeta: la superficie terrestre, la superficie marina y el espacio aéreo. Sin embargo, cada uno de estos posee limitaciones, y es por esto que unos resultan ser más eficientes que otros dependiendo del enfoque o de la actividad que se quiere realizar.

2.1.9 Indicadores de medición del sector transporte

El sector transporte terrestre, puede ser evaluado por medio de los indicadores de transporte. En primer lugar se destacan los indicadores económicos entre los cuales se destacan el PIB del sector, precios e impuestos de combustibles para los vehículos automotores; en segundo lugar se encuentran los indicadores sociales en donde se hace los casos desarrollados por enfermedades de tipo respiratoria especialmente; y, en tercer lugar encontramos los indicadores ambientales, en este se menciona a las emisiones de CO₂, consumo de energía por vehículo, número de vehículos con combustibles alternativos; y por último encontramos los de técnica y operacional.

Tabla 7*Indicadores del sector transporte*

Indicadores del sector transporte	
Económico	Gastos totales de transporte per cápita Precios e impuestos del combustible para vehículos automotores Porcentaje del PIB aportado por el transporte Costes externos de la actividad del transporte (congestión, costes de emisión, costes de seguridad) Inversión en infraestructura del transporte
Social	Población expuesta y molesta por el ruido del tráfico, por categoría de ruido y por modo asociado a la salud y otros efectos Casos de enfermedades respiratorias crónicas, cáncer, dolores de cabeza. Días de actividad respiratoria restringida y muertes prematuras por contaminación vehicular Propiedad de un automóvil privado
Ambiental	Emisiones de NOx Emisiones de CO2 Emisiones de CH4 Consumo de energía por vehículo Consumo de combustible Accidentes contaminantes
Técnica y Operacional	Uso de fuentes de energía renovable-Numero de vehículos con combustibles alternativos Edad media de la flota de vehículos Tamaño de la flota de vehículos

Nota. Tomados de Niskota, Perujo, Jesinghaus & Jensen (2009). *Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities*. Joint Research Centre: Institute for Environmental and Sustainability. 2-88; p. 15.

Dentro del aspecto económico, el PIB sectorial es un indicador que trata de aproximarse en valores monetarios a los bienes y servicios producidos dentro del sector como producto de la actividad económica. Esto, lo plantea Pavón (2013, p.10) “Es el indicador más amplio de la producción total de bienes y servicios. Es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos dentro de una economía durante un periodo determinado (año o trimestre)”. Lo cual implica que, si la actividad

económica es productiva durante el periodo determinado el PIB será mayor o si la actividad económica disminuye el PIB será menor.

También dentro del aspecto económico, los precios de los combustibles funcionan como valor de referencia para el sector por su nivel de influencia debido a que los vehículos esencialmente necesitan adquirirlos. Así lo menciona Martino, Casamassiman & Fiorello (2006, p. 17) “Los impactos de los precios de los combustibles en los modos de transporte específicos, tienen implicaciones evidentes y críticas para el sector del transporte y su conjunta competitividad”. Por lo que el precio de esto es determinante para el funcionamiento del sector debido a la competitividad ejercida, más que todo cuando se desarrolla como actividad de servicio.

En el ambiente social, se hace referencia a los casos de enfermedades respiratorias. Y es que la combustión de energías fósiles generada a partir del sector transporte es causante de distintas enfermedades que van desde leves hasta muy graves. De acuerdo con Ferrís (2005):

Las enfermedades asociadas a los contaminantes medioambientales generados por los combustibles fósiles abarcan un amplio abanico de patologías que oscilan desde banales (conjuntivitis, sinusitis, faringitis, cefaleas, etc.) hasta graves y potencialmente mortales (bronquitis asmática severa, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca, renal o hepática e incremento del riesgo de cáncer) (p. 223).

En el aspecto ambiental se menciona el indicador de emisiones de CO₂, este indicador es el principal contribuyente del cambio climático y pueden provenir de distintas fuentes de emisión, pero los vehículos son considerados la mayor fuente de esta. Así, lo menciona Rojas, Romero & Pancha (2019, p. 24) “Los vehículos han sido son una fuente importante de emisiones contaminantes hacia el ambiente debido al uso de motores de combustión interna”. Por lo que, a partir, de este indicador se puede determinar la afectación producida por la flota vehicular del sector al ambiente. Ya que de acuerdo con Ferris (2005, p. 18) “Las emisiones de dióxido de carbono contribuyen a aumentar el efecto invernadero con un incremento de la temperatura que ocasiona el calentamiento global”.

Por lo tanto, mediante estos indicadores se puede medir al sector transporte terrestre y su contribución, bajo los distintos enfoques: económico, social, ambiental y operacional.

2.2 Energía

En esta sección se abordan las diferentes definiciones de energía. Posteriormente, se mencionan las propiedades de la energía. También se presentan las fuentes de energía: renovables y no renovables. Luego se hace mención a los tipos de energía tanto las alternativas como las no renovables.

En primer lugar, se presentan las diferentes definiciones de energía. Algunos autores la presentan de acuerdo a una teoría física que radica en las formas en las que se presenta la energía, estas son: causa o fuente, movimiento y sustancia. Esto se demuestra en los conceptos propuestos por Lopes & Ferreira (2004, p. 160) en la que exponen tres ideas fundamentales asociadas a la energía:

Tabla 8

Formas de energía y sus definiciones

Formas de energía	Definiciones
Causa/Fuente	Energía como un agente causal, es algo que los cuerpos poseen que los capacita para realizar alguna acción, producir cambios, transformaciones en el ambiente. Así, el carbón, el sol, la electricidad tienen energía, pues, por sí mismos, provocan la acción de iluminar, calentar, mover, etc..
Movimiento o acción	La energía se concreta en la actividad explícita de un objeto en movimiento. Así, por ejemplo, los cuerpos que se mueven tienen energía
Sustancia	La energía es algo que tiene existencia casi material y puede almacenarse dentro de los objetos. Así, por ejemplo, cuando se habla de que la comida y el carbón tienen energía almacenada, se sugiere muchas veces la idea de una sustancia activa. El propio lenguaje frecuentemente usado con relación a la energía –gastar energía, producir energía, la energía desaparece– sugiere la idea de algo concreto, con existencia real como un objeto.

Nota. Adaptado de Lopes & Ferreira (2000). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. Primera parte. Revista Enseñanza De Las Ciencias, 22(1), 159-166; p. 160.

De igual manera, otros autores presentan definición de energía asociados a la clasificación antes detallada. Así se tiene a Alomá & Marlave (2007, p. 481) quien indica que “La energía es propiedad o atributo de todo cuerpo o sistema material en

virtud de la cual éste puede transformarse, modificando su situación o estado, así como actuar sobre otros originando en ellos procesos de transformación”. Es así como en esta definición se le atribuye el concepto de energía asociado como una causa o fuente, debido a que hace mención a la energía como fuente para producir cambios o transformaciones en el ambiente.

Otra definición propuesta por Marroyo & García (2015, p. 159) definen a la energía como “La capacidad que tienen los objetos de generar trabajo por estar en movimiento se conoce como energía”. A esta definición, en cambio, se la asocia a la energía con el movimiento.

Por último, respecto a la energía como sustancia, se hace mención a lo expuesto por Alomá & Marlave (2007, p. 392) quienes indican que “La energía tiene existencia casi material y puede almacenarse dentro de los objetos”. Por lo tanto, se puede concluir que los diferentes significados de la energía están relacionados por una misma teoría que radica esencialmente en la transformación de la materia, en el movimiento de los cuerpos y el almacenamiento de sustancias.

2.2.1 Propiedades de la energía

La energía en todas sus formas posee características intrínsecas que se definen como propiedades de la energía. Estas son cuatro: se transforma, se conserva, se transfiere y se degrada. Así lo menciona Cardona (2018, p.2):

Tabla 9

Propiedades de la energía y sus definiciones

Propiedades de la energía	Definición
Se transforma	No se crea, si no que se transforma, en la transformación se manifiestan las diferentes formas de energía
Se conserva	Se concreta en la actividad explícita de un objeto en movimiento.
Se transfiere	La energía pasa de un cuerpo a otro en forma de calor
Se degrada	Solo una parte de la energía la transformada es capaz de producir trabajo y la otra se pierde en forma de calor o ruido

Nota. Adaptado de Cardona, J. P. (2018). Uso racional y eficiente de la energía. Revista Espacios, 10(1), 1-8; p. 2.

2.2.2 Fuentes de energía: renovables y no renovables

En esta sección se presentan las diferentes fuentes de la energía, estas pueden ser: renovables y no renovables, en la cual también se especifican los tipos de energía provenientes de las fuentes mencionadas.

Alrededor del planeta, las fuentes de energía están a disposición de la humanidad. De esta manera se convierte en la única encargada de desarrollarlas. Las fuentes que pueden ser inagotables o no, para que mediante los procesos de transformación de la energía sean utilizadas en las actividades que comúnmente realizamos como sociedad.

De acuerdo con Vivanco (2020, p.2) “Las fuentes naturales de energía pueden clasificarse en energías renovables y energías no renovables”. Siendo estas las dos clasificaciones que se le atribuye a la energía dependiendo de la fuente de donde provengan, en donde ambas presentan características muy distintas.

2.2.3 Energías renovables

Diferentes autores presentan definiciones similares respecto a las energías renovables. Westreicher (2018, p. 4) define a las energías renovables como “Es aquella cuya fuente puede reponerse de forma artificial o natural, como parte de un ciclo. Su impacto en el ambiente suele ser bajo”. También, Moreno (2011) define:

En tanto, las energías renovables comprenden todas aquellas que se extraen de fuentes que se regeneran de manera natural, lo que garantiza que no se agoten y que se consideren en principio limpias o verdes, porque contaminan muy poco, y no emiten los gases que producen el efecto de invernadero (p. 3).

Ambos autores mantienen la teoría de que la fuente de energías renovables es inagotable y que a su vez es poco o muy poco contaminante comparado con el uso de otros tipos de energías.

Otro autor utiliza el término de energías alternativas para referirse a las energías renovables. De acuerdo a Ruiz (2006, p. 48) “El término de energía renovable o alternativa, se refiere a los recursos que podemos utilizar de forma ilimitada, es decir, la cantidad disponible en la tierra y que en la escala de tiempo humana no desaparecerá al ser aprovechada”. Por lo que constituye una gran fuente proveedora de energía y su utilización servirá de gran apoyo para la sostenibilidad energética.

No cabe duda de que el uso de las energías renovables a diferencia de las energías comunes, promueven un ambiente más limpio. Sino que crea el efecto sustituto hacia las energías contaminantes. De acuerdo con Pereira (2015):

El principal beneficio que producen las energías renovables frente a las energías tradicionales es que disminuyen la dependencia de estas, las van sustituyendo de forma progresiva y contribuyen a mantener la calidad de vida de las personas actuales, garantizando un ambiente ecológicamente más equilibrado, lo que permite preservar el ambiente sano de las generaciones futuras (p. 238).

De esta forma, se logra un ambiente con menos contaminación y una nueva forma de utilización de la energía como ejemplo para otras generaciones.

Finalmente, las energías renovables de acuerdo a lo mencionado cuentan con tres características fundamentales, ser una fuente proveedora de manera interminable de la energía, generar un muy bajo o nulo impacto de contaminación en el ambiente y promotoras para la sustitución de energías tradicionales. Por esto las energías renovables, a pesar no de ser utilizadas comúnmente son generadoras de grandes beneficios.

2.2.4 Tipos de energía renovable

Como se conoce, de las fuentes naturales renovables del planeta se pueden realizar transformaciones de la materia para la obtención de la energía. Es así que dependiendo del recurso que se utilice para la obtención de esta, nacen los diferentes tipos de energía, entre las cuales podemos destacar las más reconocidas: energía solar que proviene de los rayos del sol, energía eólica que proviene del viento, energía de biomasa que proviene de los desechos de origen biológico y energía hidroeléctrica proveniente de la fuerza de los ríos, y por último la energía geotérmica proveniente de la temperatura de la tierra. Todas estas cuentan con una particularidad que es provenir de la naturaleza.

La primera de estas es la energía solar, de la cual se desprenden dos formas de energía mayormente utilizadas, la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica. De acuerdo con Flores, Gonzales & Barragán (2011):

La energía solar es la energía producida por el sol y que es convertida a energía útil por el ser humano. Esta energía renovable se usa principalmente para dos cosas, aunque no son las únicas, la primera como energía solar térmica (para cocinar

alimentos), y la segunda para generar electricidad, conocida como energía solar fotovoltaica (p. 77).

De esta manera se aprovecha la radiación producida por el sol que por medio de transformaciones es de gran utilidad.

La primera de estas, refiriéndose a la energía solar fotovoltaica. De acuerdo con Alonso (2013):

La energía solar fotovoltaica, consiste en la conversión directa de la radiación del Sol en electricidad. Esta conversión se realiza a través de la célula solar. Esta energía está indicada para un amplio abanico de aplicaciones donde se necesite generar electricidad, bien sea para satisfacer las necesidades energéticas de aquellos que no disponen de la red eléctrica o bien para generar energía en la red eléctrica (p. 3).

De esta forma, cuando exista la ausencia de una red eléctrica, se aplica el uso de este tipo de energía que a diferencia de la energía térmica produce directamente electricidad gracias al sistema celular solar.

Por otra parte, la energía solar térmica constituye la segunda forma de energía solar. Esta se refiere a la obtención de energía solar para el calentamiento de fluidos. Así lo explica Díaz (2006):

La energía solar térmica funciona mediante el aprovechamiento energético de la radiación solar para calentar fluidos (agua con anticongelante) y transportarlos posteriormente para el almacenaje o consumo directo previo al intercambio térmico. Esta modalidad de aprovechamiento energético es una forma de energía solar activa. Gracias a los mecanismos de transmisión de calor y a un conjunto de dispositivos activados por el hombre (p. 20).

Es así que esta segunda fuente de energía necesita de la ayuda de mecanismos o dispositivos realizados por el hombre, debido a que no capta la energía térmica de forma pasiva, sino que necesita el empleo de un sistema más sofisticado.

Otra fuente de energía renovable conocida es la energía eólica. De acuerdo con Van de Wyngard (2010):

La energía eólica se origina del movimiento de las masas de aire, es decir, el viento. Al igual que la mayoría de las fuentes de energía renovables, proviene del sol, ya que son las diferencias de temperatura entre las distintas zonas geográficas de la tierra las que producen la circulación de aire. Desde el punto de vista de la energía eólica, la característica más importante del viento es su variabilidad, tanto desde el punto de vista geográfico como temporal (p.83).

Esta energía, a pesar de ser generada por medio del sol está directamente relacionada con ella. Sin embargo, la circulación del aire es variable lo que la limita a causa de que necesita las condiciones óptimas para su correcto funcionamiento.

De la misma manera, otra fuente renovable es la energía de biomasa. Es importante primero definir el concepto de Biomasa. De acuerdo a Herguedas & Taranco (2012):

“Es la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biológica degradable de los residuos industriales y municipales (p. 4)

A partir de esta fuente de residuos biológicos se crea la energía. Según (Herguedas & Taranco, 2012):

“La energía que acumula la biomasa tiene su origen en el sol: a partir del proceso denominado fotosíntesis, las plantas absorben energía lumínica del sol, agua del suelo y el CO₂ de la atmósfera, almacenando en ellas sustancias orgánicas (energía) y liberando oxígeno durante el proceso (p. 4).

Evidenciándose una vez más al sol como principal proveedor de energía para los procesos de los organismos que una vez cumplido su ciclo de vida, pueden ser reutilizados para la generación de energía.

Sin embargo, la generación de biomasa comprende algunas formas entre las cuales podemos destacar cuatro: biomasa natural, biomasa residual seca y biomasa residual húmeda. De acuerdo con Longar, Pérez y Alvarado (2005, p.32) las definiciones de estas son:

Tabla 10*Tipos de biomasa y sus definiciones*

Tipos de biomasa	Definición
Biomasa natural	Es la que se produce espontáneamente en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana. Los recursos generados en las podas naturales de un bosque constituyen un ejemplo de este tipo de biomasa.
Biomasa residual seca	Se incluyen en este grupo los subproductos sólidos no utilizados en las actividades agrícolas, en las forestales y en los procesos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera y que, por tanto, son considerados residuos.
Biomasa residual húmeda	Son los vertidos denominados biodegradables: las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos.
Biocarburantes	Se encuentra en la transformación tanto de la biomasa residual húmeda (por ejemplo, reciclado de aceites) como de la biomasa residual seca rica en azúcares y almidón (maíz, trigo, etc.) o en los cultivos energéticos (colza, girasol, etc.)

Nota. Adaptado de Longar, Pérez y Alvarado. (2005). Perspectivas de Energía Renovable: Biomasa. Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, 28(2), 30-34; p. 32.

Adicionalmente, otro tipo de energía es la hidroeléctrica. Esta energía funciona en base al aprovechamiento de la fuerza del agua transformada en energía potencial y luego en energía eléctrica. De acuerdo con Rodas & Arango (2017):

La energía hidroeléctrica es la energía del agua cuando recorre un cauce o es embalsada a cierta altura para luego caer y generar energía eléctrica. Es una fuente renovable y disponible en lugares con cantidad suficiente de agua, pero para su aprovechamiento es necesario construir centrales hidroeléctricas que difieren según las condiciones de la zona. La energía potencial del agua en el embalse se transforma en energía cinética por la caída del agua que luego pasa por turbinas que la transforman en energía mecánica. Las turbinas se encuentran conectadas a un generador que transforma la energía mecánica en eléctrica (p. 2).

De tal manera, se menciona que este tipo de energía es mayormente usado en aquellas zonas donde se provea de una gran cantidad de agua y que el movimiento de este se genere de forma natural, para posteriormente en el desemboque del cauce se produzca el proceso de transformación eléctrica.

Para finalizar, la energía geotérmica es el último de todos los tipos de energía renovables mencionados. De acuerdo con Robillard (2009):

La energía geotérmica es el calor que proviene de las capas internas de la tierra. Esta puede ser aprovechada por medio de pozos de extracción del agua geotermal similares a aquellos utilizados en las explotaciones petroleras. Dicha energía puede ser utilizada con diversos fines, como la calefacción de los hogares, la acuicultura, la generación eléctrica, entre otros (p. 186).

Esta energía a diferencia de las demás, posee una capacidad de transformación diversa, puede ser convertida en energía eléctrica, energía térmica y energía cinética. Aunque puede parecer un poco menos ecológica debido a que utiliza un mecanismo similar a la de los pozos petroleros lo cual podría erosionar el suelo.

Para concluir, todos estos tipos de energías renovables poseen un gran nivel de aportación para la generación de energías menos contaminantes, en la cual se aprovecha el método utilizado de acuerdo con las condiciones de la zona geográfica. Es decir, el ambiente debe proporcionar el recurso para poder ser transformado correctamente y de forma oportuna en energía.

2.2.5 Energías no renovables

Por otra parte, el planeta también posee recursos limitados. Estos recursos a pesar de poder distribuirlos eficientemente para que su uso se prolongue no son interminables y son contaminantes debido a que utilizan la combustión como fuente principal de generación de energía. Entre ellas podemos resaltar el petróleo, el carbón y el gas.

Esto se evidencia en lo expuesto por varios autores. Por ejemplo, Martínez & Caro (2010, p. 23) “Las fuentes de energía no renovables son aquellas que existen en una cantidad limitada en la Naturaleza. No se renuevan a corto plazo y por eso se agotan cuando se utilizan”. También en lo expuesto por Elenes (2012) donde afirma:

Las energías no renovables se refieren a aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, debido a que no existe un sistema de producción o extracción viable. A estas fuentes de energía corresponden los combustibles fósiles y los combustibles nucleares (p. 7)

En donde ambos coinciden que no es posible la renovación, ni la producción de estas cuando se consuman en su totalidad.

Siendo los combustibles una forma de producción de energía química, los más representativos son el petróleo, gas y carbón. De acuerdo con Ferreri (2013):

La energía química contenida en el petróleo, carbón y gas es energía solar del pasado geológico, capturada por medio de la fotosíntesis de plantas que posteriormente se acumularon junto con otra materia orgánica en cuencas marinas someras, donde por el sepultamiento aumentó paulatinamente la presión y la temperatura hasta provocar su transformación. La formación, migración y acumulación de carbón, petróleo y gas son procesos que duran entre centenares de miles de años hasta millones de años (p. 37).

Evidenciándose que para la obtención de estos requieren de tiempos largos y de condiciones estrictas del ambiente para que puedan almacenarse como sustancia en los estados de la materia propios de cada tipo de combustible. En conclusión, las fuentes de energías no renovables, en gran parte provienen de la naturaleza, pero su transformación en combustibles es la que mayor daño le genera. Estas fuentes, se agotan a medida que su uso se prolonga y con el tiempo dejarán de existir.

2.2.6 Indicadores de medición de energía

En el siguiente apartado se muestran los indicadores de medición de la energía, entre los cuales destacan los de suficiencia energética, energía renovable, los de cambio climático y los de costos. Así lo demuestra Rincón (2020, p. 50):

Tabla 11

Indicadores de medición de energía

Indicadores de energías	Descripción
Suficiencia energética	Crecimiento compuesto anual de intensidad de energía Intensidad de la energía
Energía renovable	Porcentaje de energía renovable en el suministro total de energía primaria
Energía	Suministro total de energía primaria
Cambio climático	Emisiones de CO ₂
Costos	Costos de sustitución Costos anuales del sistema Costos externos evitados

Nota. Adaptado de Rincón (2020). Energías Renovables, una Alternativa para Ampliar Cobertura del Servicio Energético. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2-66; p. 50.

2.3 Desarrollo sostenible

En el presente apartado se estructura de la siguiente manera: como primero se presenta la definición del desarrollo sostenible según los autores como Villamizar (2013), Gutiérrez & Gutiérrez (2006), Campos & Manchado (2007) y Fevrier & Ayales (1996); después los enfoques del desarrollo sostenible con sus respectivos indicadores de medición.

El desarrollo sostenible es el manejo del planeta en diferentes aspectos como económico, ambiental y social. De acuerdo con Villamizar (2013, p. 2) "El desarrollo sostenible es el término que se le da al equilibrio del manejo del planeta en tres aspectos: económico, ambiental, social, resaltando que ningún recurso deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación". Por lo que es el equilibrio del planeta ya que ningún recurso debe sobresalir del ritmo que se mantiene su generación. De manera similar el desarrollo sostenible es lo que complace a las necesidades actuales sin perjudicar a las futuras generaciones, así lo afirma Gutiérrez & Gutiérrez (2006, p. 227) "El desarrollo sostenible es lo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades y el conflicto de racionalidad entre la lógica del sistema natural y la lógica del sistema económico". Por lo tanto, mantiene una lógica entre el sistema natural y el sistema económico para futuras generaciones.

Si bien es cierto, el desarrollo sostenible trata de afrontar diferentes desafíos para mantener una buena calidad de vida. Según Miranda, Machado, Campos & Suset (2007):

El desarrollo sostenible es un intento de afrontar, de manera integrada, un doble desafío de nuestra humanidad: por un lado, la situación de pobreza en que vive una gran mayoría de la población de nuestro planeta; por otro, los retos planteados por los problemas medioambientales (p. 195).

También lo explica Fevrier & Ayales (1996):

El desarrollo sostenible propone una visión integral. Es una propuesta alternativa que busca la transformación de las relaciones de género y las relaciones seres humanos-naturaleza, y se centra en el mejoramiento de la calidad de vida, con armonía, equidad y viabilidad (p. 7).

En pocas palabras, el desarrollo sostenible tiene una visión integral por el motivo que busca la transformación de la relación entre los seres humanos y la

naturaleza, además se centra en el mejoramiento de la calidad de vida porque trata de afrontar problemas como la pobreza y la contaminación medio ambiental.

Por otro lado, el desarrollo sostenible tiene diferentes enfoques en los cuales los principales son económico, social, ambiental e institucional, así lo afirma Miranda (2007, p. 195) "El desarrollo sostenible tiene tres enfoques fundamentales: económico, social y ambiental".

2.3.1 Enfoques del desarrollo sostenible

En el siguiente apartado, demuestra las respectivas definiciones para el enfoque económico, social y ambiental del desarrollo sostenible, de igual manera, sus respectivos indicadores para la correcta medición de los enfoques.

En ese mismo contexto, como primer punto se aborda el enfoque económico, es el enfoque que procede a contestar la elección entre los usos alternativos, de acuerdo con Correa (2003):

El enfoque económico busca responder a la cuestión de cómo proceder en la elección entre usos alternativos de un activo ambiental, considerando la validez o no de renunciar a la explotación económica en beneficio de la conservación de los espacios naturales y la forma en que deben combinarse los usos competitivos pero que no son excluyentes de un ecosistema (p. 3).

Por lo tanto, el enfoque económico consiste en examinar los usos alternativos de un activo ambiental, observando si es beneficioso o no explotarlo para así mantener una conservación de los espacios naturales. De igual manera el enfoque económico protege al medio ambiente mediante la inversión, así lo afirma Ramírez & Sánchez (2009):

El enfoque económico es visto como condición para proteger a la naturaleza. La idea de inversión, a fin de lograr un desarrollo sostenible, asegura la compatibilidad del crecimiento económico y el desarrollo con la protección del medio ambiente. El crecimiento económico y el fortalecimiento de la competitividad se reflejarán en inversión privada en la naturaleza y la biodiversidad y un descenso en términos absolutos de las emisiones peligrosas para el medio ambiente (p. 6).

En resumen, el enfoque económico del desarrollo sostenible garantiza crecimiento económico y mejora la competitividad, con ello se manifiesta en la inversión privada que se enfoca en la protección de la naturaleza y la biodiversidad.

De este modo mantiene una buena relación entre el desarrollo sostenible y el crecimiento económico.

Al mismo tiempo, el enfoque económico del desarrollo sostenible tiene diferentes indicadores para su medición. Según Quiroga (2001, p. 29) los indicadores para el enfoque económico se encuentran en la tabla a continuación:

Tabla 12

Indicadores para el enfoque económico del desarrollo sostenible

Tema	Subtema	Indicadores
Estructura económica	Desempeño económico	PIB per cápita
	Comercio	Proporción de la inversión en el PIB
		Balance de comercio en bienes y servicios
	Nivel financiero	Proporción de deuda en relación al PIB
Patrones de consumo y de producción		Total, de asistencia oficial para el desarrollo dado o recibido como porcentaje del PIB
	Consumo de materiales	de Intensidad de uso de material
	Uso de energía	Consumo de energía anual per cápita
		Proporción del consumo de energía renovables
		Intensidad de uso de energía
	Manejo y generación de residuos	Generación industrial y municipal de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
	Generación de residuos radiactivos	
	Reciclaje y reutilización de residuos	
	Transporte	Distancia viajada per cápita por tipo de transporte

Nota. Tomado de Quiroga (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. 7-117; p. 29.

Por lo tanto, los indicadores del enfoque económico para el desarrollo sostenible se distribuyen por la estructura económica y los patrones tanto de consumo como de producción por lo que por una parte mide el desempeño económico, el

comercio y el nivel financiero. Mientras que por la otra parte mide lo que es el consumo de materiales, el uso de energía, el manejo y generación de residuos y como último el transporte.

De segundo punto se presenta el enfoque social del desarrollo sostenible, este enfoque se focaliza en mejorar la sostenibilidad de una sociedad. Así lo explica Strange & Barley (2008):

El enfoque social es para que una sociedad sea sostenible ha de frenar el crecimiento demográfico, mejorar la economía de cada país, erradicar la pobreza fortaleciendo las capacidades de poblaciones vulnerables para generarles oportunidades de crecer por sí mismas y superar la inopia en que viven y finalmente dar educación ambiental (p.127).

De igual manera lo expone Gómez, Rodríguez & Barrios (2020):

Al enfocarse ante los aspectos sociales para un crecimiento sostenible, se observan los temas que afectan a la gente y la sociedad civil, de manera directa y que, o bien asisten o bien dañan el proceso de progresar la calidad de vida esto con una especial atención en la responsabilidad social y el urbanismo sustentable. Además, está enfocado en el desarrollo vital de grupos sociales concretos (p. 292).

Para simplificar, el enfoque social del desarrollo sostenible considera los temas que perjudican a la sociedad, uno de ellos es combatir la pobreza de las poblaciones vulnerables mediante la propagación de más oportunidades y mejorar su calidad de vida, además que divulga la educación ambiental.

El enfoque social tiene varios indicadores para su respectiva medición. De acuerdo con Quiroga (2001, p. 29) son los siguientes:

Tabla 13*Indicadores para el enfoque social del desarrollo sostenible*

Enfoque Social		
Tema	Subtema	Indicadores
Equidad	Pobreza	Porcentaje de población viviendo bajo la línea de la pobreza
		Índice de Gini de distribución del ingreso
		Tasa de desempleo
	Equidad de género	Relación del salario promedio femenino/salario promedio masculino
Salud	Estado nutricional	Estado nutricional de niños
	Mortalidad	Tasa de mortalidad bajo los cinco años
		Esperanza de vida al nacer
	Sanitarios	Porcentaje de población con disposición adecuada de aguas servidas
	Agua para beber	Población con acceso a agua limpia para beber
	Provisión de salud	Porcentaje de la población con acceso al cuidado de la salud primaria
		Imunización contra enfermedades infantiles infecciosas
		Tasa de prevalencia de anticoncepción
Educación	Nivel educacional	Tasa de escolarización a nivel primario o secundario completo
	Alfabetismo	Tasa de alfabetismo de adultos
Vivienda	Condiciones de la vivienda	Superficie de suelo habitacional por persona
Seguridad	Crimen	Número de crímenes reportados por cada 100.000 habitantes
Población	Cambio poblacional	Tasa de crecimiento de la población
		Población en asentamientos humanos formales e informales

Nota. Adaptado de Quiroga (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. 7-117; p. 29.

Por consiguiente, los indicadores para el enfoque social del desarrollo sostenible abarcan algunos temas para su medición en los cuales son equidad, salud, educación, vivienda, seguridad y población. Es así como se conserva el desarrollo sostenible en la sociedad ya que con estos indicadores conlleva a una mejor responsabilidad social.

A continuación, otro enfoque del desarrollo sostenible es el ambiental, el enfoque ambiental estudia alternativas por la escasez de los recursos, de esta manera la economía verde o economía ecológica orientan a un desarrollo sostenible. De acuerdo con Gracia (2015):

El enfoque ambiental se considera la escasez de recursos y la necesidad de generar un cambio en la insostenible forma de producción, explotación de recursos y consumo. De esta manera, plantea la economía verde o economía ecológica como el camino que conduce al desarrollo sostenible mediante nuevas estrategias y acciones, las cuales permitan preservar las condiciones medioambientales más favorables para esta y las futuras generaciones, garantizando también la satisfacción de las necesidades indispensables para la continuidad de la vida de los humanos, tales como el suministro constante de alimentos, agua potable y energía más limpia (p. 12).

Por lo tanto, el enfoque ambiental crea nuevas estrategias y acciones para el medio ambiente por el motivo del insuficiente control de la producción, explotación y consumo de recursos ambientales y con ello mantiene la situación medioambiental favorable para la actual y futura generación. Así también lo explica Larrouyet (2015):

No es posible concebir el desarrollo ni la vida humana sin el sustento de la naturaleza. Los modelos de desarrollo están inevitablemente vinculados a lo ecológico y ambiental. En un modelo de desarrollo sostenible la utilización de los recursos naturales y energéticos se limita a la capacidad de regeneración de éstos y la generación de los residuos a la capacidad de asimilación del ecosistema (p. 26).

En resumen, el enfoque ambiental mide la capacidad de regeneración de los recursos tanto naturales como energéticos además de la generación de residuos por lo que limita las actividades industriales, y con ello plantea diferentes alternativas para el uso correcto del mismo para conseguir una buena sostenibilidad ambiental.

De este modo, el enfoque ambiental para el desarrollo sostenible tiene sus respectivos indicadores de medición. Según Quiroga (2001, p. 30) los indicadores para el enfoque ambiental son los siguientes:

Tabla 14*Indicadores para el enfoque ambiental del desarrollo sostenible*

Enfoque ambiental		
Tema	Subtema	Indicadores
Atmósfera	Cambio climático	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Adelgazamiento de la capa de ozono	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	Calidad de aire	Concentración de contaminación atmosférica en áreas urbanas
Tierra	Agricultura	Área permanente de cultivo y arables
		Uso de fertilizantes
		Uso de pesticidas en la agricultura
	Forestal	Área forestal como porcentaje de suelo
	Desertificación	Intensidad de explotación minera Suelos afectados por la desertificación
	Urbanización	Área de asentamientos humanos urbanos formales e informales
Océanos, mares y costas	Zona costera	Concentración de algas en aguas costeras
		Porcentaje del total de población viviendo en áreas costeras
Agua potable	Pesca	Captura anual de especies mayores
	Cantidad de agua	Extracción anual de aguas subterránea y superficies como porcentaje total del total de agua disponible
	Calidad de agua	Demanda biológica de oxígeno en el agua Concentración de coliformes fecales en agua fresca

Nota. Adaptado de Quiroga (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. 7-117; p. 30.

Dicho brevemente, los indicadores del enfoque ambiental se miden mediante el cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, calidad del aire, agricultura, pesca, urbanización, calidad y cantidad de agua. Con ello, se demuestra la situación de los recursos naturales en el planeta para que así se planteen diferentes alternativas para manejar la producción y así mantener la sostenibilidad ambiental.

En conclusión, el desarrollo sostenible satisface las necesidades de la sociedad actual sin involucrar a las futuras generaciones, con ello tiene diferentes enfoques que

son económico, social y ambiental. En primera instancia, el enfoque económico plantea alternativas para que se mantenga la explotación económica sin perjudicar al medio ambiente, de segunda instancia el enfoque social mejorar la calidad de vida de la sociedad atacando problemas sociales por ejemplo la pobreza, y como último, el enfoque ambiental considera la escasez de los recursos naturales y con ello alternativas para la producción. De esta manera se mantiene el desarrollo sostenible en la sociedad.

2.4 Relaciones entre transporte, energía y desarrollo sostenible

En el siguiente apartado, se mencionan las relaciones del transporte, la energía y el desarrollo sostenible. Primero, se presentan la relación tanto del uso de energías renovables con el desarrollo sostenible como la del uso de energías no renovables con el desarrollo sostenible; posteriormente se muestra el vínculo entre el transporte y el desarrollo sostenible haciendo hincapié en: el transporte sostenible y el transporte insostenible, también se expone la relación entre la energía y la combustión en vehículos de dos formas: impulsadas con combustión fósil y con energías alternativas. Por último, se mencionan las estrategias para alcanzar el desarrollo sostenible del transporte.

2.4.1 Uso de energías renovables y desarrollo sostenible

La energía utilizada en la actividad económica está relacionada debido a la función principal que cumple para el desarrollo de la producción. Esto lo menciona Kemmler & Spreng (2007):

La fuerte relación existente entre el uso de energía y la actividad económica, según la teoría económica, está dada porque la energía, junto con el capital y la mano de obra, es un factor de entrada en la función de producción, y por tanto uno de los principales motores del crecimiento económico (p. 5).

De esta forma el aporte de la energía en la economía es fundamental porque constituye uno de los pilares para el crecimiento económico.

La energía utilizada para el desarrollo económico puede ser de dos tipos tanto renovables como no renovables. Pero la primera de estas aporta de mejor manera al desarrollo sostenible. Esto lo menciona Correa & Gonzáles (2016):

Las energías renovables constituyen la base de los tres pilares del desarrollo sostenible: económico, social y calidad medioambiental. La utilización de energías renovables requiere de una garantía de desarrollo sostenible: la utilización de un modelo energético que satisface las necesidades actuales, sin comprometer la

capacidad de las generaciones futuras, al tener en cuenta la dimensión económica, dimensión social y dimensión medioambiental (p. 180).

Puesto que las energías renovables funcionan mediante un modelo energético con grandes garantías frente a las tres dimensiones del desarrollo sostenible se garantiza la satisfacción de las partes involucradas: sociedad, ambiente y economía.

De esta manera, la energía renovable está relacionada a las tres dimensiones del desarrollo sostenible De acuerdo con García (2013, p.2):

Tabla 15

Relación de la energía renovable con las dimensiones del desarrollo sostenible

Relación de las energías renovables con el desarrollo sostenible	
Dimensiones	Relación
Sostenibilidad económica	El uso de energías renovables reduce el grado de dependencia exterior del sector energético y, mediante la diversificación, refuerza la seguridad de suministro. Al ubicar las instalaciones de generación de energía próximas a los centros de consumo se incrementa la eficiencia del sistema.
Sostenibilidad ambiental	Los impactos ambientales derivados del uso de energías convencionales se ven reducidos con las energías renovables dado que su carácter es ilimitado, que su distribución territorial es más dispersa y que no generan residuos peligrosos. Adicionalmente, su utilización no lleva asociada emisiones de CO ₂ a la atmósfera e incluso, en el caso de la biomasa, la cantidad de carbono capturado por la biomasa es superior al CO ₂ liberado durante su combustión
Sostenibilidad social	El aprovechamiento de las diferentes fuentes de energía renovables implica la creación de empleo, especialmente en áreas rurales, contribuyendo de esta forma a la cohesión social y al equilibrio interterritorial

Nota. Adaptado de García (2013). La energía renovable como herramienta de desarrollo sostenible. 1-21; p. 2.

La energía renovable tiene que cumplir tres pilares fundamentales para el desarrollo sostenible, Así lo menciona Lucon, Christiensen, Sathaye & Denton (2011):

La energía renovable para el desarrollo sostenible tiene tres pilares principales: un uso más eficiente de la energía, especialmente en el punto de uso final, una mayor

utilización de energía renovable y un desarrollo y despliegue acelerados de energía nueva y más eficiente tecnologías (p. 4).

En definitiva, la energía renovable para el desarrollo sostenible utiliza un uso más eficiente de la energía, una mayor utilización de esta misma para mantener una sostenibilidad y además de eso desarrolla energía nueva renovable para más eficiencia en tecnologías por lo que es importante la energía renovable para la sostenibilidad.

De la misma forma, la gran parte de energías renovables tienen una relación positiva con los aspectos de la sostenibilidad, pero no todas llegan a hacer sostenibles para las tres dimensiones del desarrollo sostenible. Así lo indica Lucon, Christiensen, Sathaye & Denton (2011):

Las opciones de energías renovables a menudo tienen efectos positivos en los aspectos de la sostenibilidad, pero es posible que no siempre sean sostenibles con respecto a las tres dimensiones de SD: económica, ambiental y social. En algunos casos, los efectos positivos sobre la sostenibilidad son más indirectos, porque son el resultado de los efectos secundarios de la reducción de las emisiones de GEI, como por ejemplo mediante el uso de biocombustibles. Por lo tanto, no siempre es posible evaluar el resultado neto de los diversos efectos (p. 4).

Igualmente, las energías renovables aparecen como alternativas más eficientes y eficaces para lograr un desarrollo sostenible. De acuerdo con Chaharsoogh, Abbaszadeh & Rezaei (2013, p. 321) “Los recursos energéticos renovables aparecen como una de las soluciones más eficientes y eficaces para lograr un desarrollo sostenible. Además, se presta especial atención a los recursos energéticos renovables que son alternativas de sustitución de los combustibles fósiles”.

En pocas palabras, la energía renovable es importante para mantener el desarrollo sostenible por su uso eficiente de energía. Además, los efectos de la energía renovable en el desarrollo sostenible son positivos por el motivo que son los efectos secundarios de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por lo que ayuda al uso de energías que no contaminan tanto comparado con las demás.

Los tipos de combustibles de energías alternativas se dividen en: biodiésel, bioetanol, biogás, gas natural y eléctrico. Así lo establece Cowan (2005, p.17) en la siguiente tabla:

Tabla 16*Tipos de combustibles de energías alternativas*

Tipos de combustibles de energía alternativas	
Tipos	Definición
Biodiésel	El biodiésel se obtiene a partir de semillas oleaginosas mediante esterificación de los aceites vírgenes extraídos principalmente de colza, girasol, palma y soja, pero también de aceites vegetales usados y de grasas animales
Bioetanol	El bioetanol puede fabricarse a partir de materias primas ricas en azúcar o en almidón y de materiales celulósicos
Biogás	El biogás es un gas producido por un proceso metabólico de descomposición de materia orgánica mediante la acción de bacterias metanogénicas en ausencia de oxígeno; es decir, en un ambiente anaeróbico.
Gas natural	El gas natural es un combustible fósil extraído de yacimientos que no en todos los casos están asociados a los del petróleo
Eléctrico	Las baterías son el sistema de almacenamiento de la energía en los vehículos eléctricos, lo que equivale al combustible en vehículos con motor térmico.

Nota. Adaptado de Cowan (2005). Combustibles y vehículos alternativos. 11 (2). 7-37; p. 17.

Para simplificar, los tipos de combustibles de la energía renovable: biodiésel, bioetanol y biogás son buenas alternativas porque la mayoría son producidos por materia orgánica. El gas natural es un combustible fósil extraído de los yacimientos que están relacionados con el petróleo, mientras que, por la parte eléctrica, es mediante un motor térmico.

Las energías renovables poseen varias ventajas y desventajas. Así lo declara Maradin (2020, p. 182):

Tabla 17*Ventajas y desventajas de las energías alternativas*

Energías alternativas	
Ventajas	Desventajas
Protección del medio ambiente (reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero)	Dependencia de las condiciones climáticas
Reducción del consumo de combustibles fósiles	No continuidad e imprevisibilidad
Reducción de la dependencia de las importaciones de energía	Aceptación de electricidad renovable en el sistema eléctrico
Estimular el desarrollo de la innovación y la economía	Baja capacidad para producir electricidad
Incrementar el empleo	Baja eficiencia energética
Desarrollo Rural	Utilización de capacidad máxima baja/factor de capacidad bajo
Reducción de la escasez de energía (ampliación de las capacidades de electrificación rural)	Costo de producción de electricidad relativamente alto

Nota. Tomado de Maradin (2020). *International Journal of Energy Economics and Policy*. 11(3), 176-183; p. 182.

Para simplificar, las energías renovables tienen ventajas como una mejor protección al medio ambiente por el motivo que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, es una alternativa para no consumir en gran parte los combustibles, incentiva a la innovación y a la economía, reduce la escasez de la energía ya que es una fuente que no llega a escasearse porque es una fuente natural. Por otro lado, las desventajas es que depende de las condiciones climáticas, no tiene tanta capacidad para producir energías y el costo de producción de esta es relativamente alto.

2.4.2 Uso de energías no renovables y desarrollo sostenible

En el siguiente apartado se menciona sobre las energías no renovables del sector transporte y su relación con el desarrollo sostenible. La energía no renovable es una fuente principal de emisiones contaminantes. Así lo afirma Awudumi & Adewuyi (2020, p. 2) “La energía no renovable es una fuente importante de emisiones de

carbono por lo que provoca bastante contaminación en el medio ambiente y con ello no mantiene un desarrollo sostenible”.

De igual manera, la energía que más usa el sector transporte es la energía no renovable. De acuerdo con Majeed & Turiq (2019):

El consumo de energía es uno de los factores importantes que influyen en la calidad del medio ambiente. La demanda de energía del transporte se cubre generalmente con energía no renovable. El uso de energía no renovable, sin embargo, tiene efectos negativos en la degradación ambiental. La energía requerida para apoyar los resultados de desarrollo en emisiones. Como la producción de energía es basado en combustibles fósiles que son ricos en carbono, su uso conduce a la liberación de carbono en el aire causando degradación ambiental por lo que afecta al desarrollo sostenible (p. 753).

En resumen, las energías no renovables del sector transporte es una causa principal de las emisiones de carbono, además las energías no renovables inciden negativamente en el desarrollo sostenible por el motivo que la producción de estos mismo está basada en combustibles fósiles que liberan carbono al aire y ocasionan contaminación ambiental. Las energías no renovables tienen sus ventajas y desventajas. Así lo señala Güney (2019, p. 394) que se mostrara en la tabla, a continuación:

Tabla 18

Ventajas y desventajas de la energía no renovable

Energías no renovables	
Ventajas	Desventajas
Se extraen de regiones específicas.	Sus reservas se agotarán
Las energías no renovables tienen más posibilidades de almacenamiento.	Su extracción y su uso despiden gases de efecto invernadero, nocivos para el planeta. Estos efectos, no solo se hacen notar sobre el planeta, sino también sobre la salud de la población.
Producen gran cantidad de energía por unidad de tiempo	Una vez consumidos no se pueden recuperar.
Dependen menos de los fenómenos atmosféricos	Una inapropiada planeación y una sobreexplotación causa un grave deterioro del medioambiente.

Nota. Adaptado de Güney (2019). *Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development* 26 (5), 389-397; p. 394.

En pocas palabras, las energías no renovables tienen como ventaja que tienen más posibilidad de poder almacenarse, producen una gran cantidad de energía en un tiempo establecido y no depende de los fenómenos, por otro lado, en las desventajas, poco a poco sus reservas se terminan, provocan gases de efecto invernadero, la energía no se puede recuperar y como último una gestión mal hecha realizaría grave deterioro al medio ambiente.

Los tipos de combustible de energías no renovables se dividen en: diésel, gasolina, gas licuado de petróleo. Así lo plantea Sedano & Carrillo (2018, p. 2) en la siguiente tabla:

Tabla 19

Tipos de combustibles de energías no renovables y su definición

Tipos de combustibles de energías no renovables	
Tipos	Definición
Diésel	Es un hidrocarburo líquido que se obtiene principalmente de la destilación del petróleo
Gasolina	La gasolina es un producto obtenido del petróleo por destilación, que se utiliza principalmente como combustible en la mayoría de los motores de combustión interna de encendido por chispa
Gas licuado de petróleo	El gas licuado del petróleo es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. Y es menos contaminante comparado con el diésel y gasolina

Nota. Adaptado de Sedano & Carrillo (2018). Derivados del petróleo. 1(2). 1-4; p. 2.

Por lo tanto, el diésel y la gasolina son productos obtenidos por la destilación del petróleo mientras que el gas licuado es la mezcla de licuados en el gas natural o disueltos en el petróleo, cabe recalcar que el gas licuado de petróleo es menos contaminante comparado con el diésel y la gasolina.

2.4.3 El transporte y desarrollo sostenible

La sostenibilidad del sector transporte ha generado preocupación, debido a que los problemas generados a partir del desarrollo de la actividad mantienen impactos significativos que pueden imponer costos económicos sociales y ecológicos. Así lo menciona Litman & Burwell (2006, p. 335) “Las instalaciones y actividades de

transporte presentan impactos en la sostenibilidad, que pueden ser de tipo: económico, social y ambiental”.

Estos aspectos engloban diferentes problemas. De acuerdo con Litman & Burwell (2006, p. 335):

Tabla 20

Impactos del transporte en el desarrollo sostenible

Económico	Social	Ambiental
Congestión del tráfico	Desigualdad de impactos	Contaminación del agua y del
Barreras de movilidad	Movilidad en desventajas	aire
Daños por accidente	Impactos en la salud	Pérdida de hábitat
Costos de instalaciones de carreteras	humana	Impactos hidrológicos
Costos al consumidor	Habitabilidad comunitaria	Agotamiento de los recursos
Agotamiento de los recursos no renovables		no renovables

Nota. Tomado de Litman & Burwell (2006). Issues in sustainable transportation Instituto Victoria Transport Policy Institute.6 (4) 331- 347; p. 335.

Es así como a partir de estos problemas, la movilidad a pesar de presentar grandes beneficios económicos está produciendo también grandes costos externos. Así lo menciona Boarnet (1997, p. 478) “Más allá de un nivel óptimo, el aumento de los viajes en vehículos de motor puede tener impactos económicos negativos. Al igual que el uso de vehículos impone costos externos que pueden contrarrestar las ganancias económicas directas”.

La raíz central de los problemas mencionados producto de la movilidad es causada debido a que la planificación convencional del transporte. Así lo menciona Litman & Burwell (2006):

La planificación convencional tiende a asumir que el progreso del transporte es lineal, que consiste en modos más nuevos y rápidos que desplazan a los modos más antiguos y lentos, como se ilustra a continuación. Este modelo de serie supone que los modos más antiguos no son importantes y, por lo tanto, por ejemplo, no hay ningún daño si el aumento del tráfico de automóviles provoca un retraso en la congestión del transporte público o crea una barrera para el tránsito de peatones (p. 335).

Desde esta perspectiva, la planificación se basa solo en crear nuevos medios de transporte no miden las consecuencias de su uso.

Por otra parte, la planificación del transporte sostenible no implica desplazar modos de transporte más antiguos por los nuevos, sino más bien priorizar cada modo por su utilidad. Esto lo menciona Litman & Burwell (2006):

Asume que cada modo puede ser útil y se esfuerza por crear sistemas de transporte equilibrados que utilicen cada modo para lo que mejor hace. Por lo tanto, el progreso del transporte implica mejorar todos los modos útiles, no solo el modo más nuevo. Por ejemplo, en muchas ciudades, las estrategias más beneficiosas pueden incluir mejorar el caminar y el ciclismo, más apoyo para el transporte público y restringir los viajes en automóvil en áreas urbanas congestionadas (p. 335).

Esto demuestra que el transporte sostenible no necesariamente significa viajes más rápidos, las mejoras pueden aumentar la comodidad y la seguridad, ahorro de costos o reducir la necesidad total de viajar.

De esta manera se concluye que para que el transporte alcance el desarrollo sostenible debe tomar en cuenta a todos los modos de transporte buscando mejorar su utilidad en el medio donde puede desarrollarse. Para esto debe eliminarse la idea de que el modo más nuevo es el mejor porque mientras no se le dé el uso correcto seguirá generando externalidades que afectan al desarrollo sostenible.

2.4.4 Transporte sostenible

El sistema de transporte es importante ya que determina un papel importante dentro del desarrollo sostenible y en particular del espacio. Así lo plantea Ogryzek, Adamska-Kmieć & Klimach (2020):

El sistema de transporte desempeña un papel en el desarrollo sostenible del espacio, porque el transporte proporciona acceso a oportunidades económicas y sociales para todas las comunidades. Las personas que viven en las áreas individuales deben tratar de desarrollar sistemas de transporte sostenibles, en particular redes de carreteras, para alcanzar un nivel adecuado de crecimiento tanto en las esferas económica, social y ambiental (p. 2).

De esta manera, solo por medio del transporte sostenible se puede alcanzar un estatus de crecimiento adecuado en las tres áreas que engloban a la economía, la sociedad y el ambiente.

Un sistema de transporte sostenible se centra esencialmente en tres aspectos. De acuerdo con Ogryzek, Adamska-Kmieć & Klimach (2020):

Se centra en la planificación, la política y las tecnologías utilizadas. Su principal objetivo es garantizar el tránsito eficiente de mercancías y la alta calidad de los servicios de transporte. Además, el desarrollo del transporte sostenible se basa en una planificación urbana que crearía áreas urbanas libres de automóviles y amigables para peatones y ciclistas (p. 3).

Como manifiestan los autores, para el alcanzar el objetivo primordial del desarrollo sostenible, es de suma importancia una planificación, políticas que intervengan en los sistemas y el uso de tecnologías refiriéndose a la innovación tanto de la infraestructura como de los vehículos usados.

Otro autor menciona, acerca de los paradigmas de transporte sostenible similares. De acuerdo con Banister (2013, p. 218) “Los paradigmas del sistema de transporte sostenible están divididos en cuatro principios: necesidades reducidas de los viajes, cambio de política de transporte, reducción de distancias e innovación tecnológica para aumentar las eficiencias”. Siendo estos los esenciales para alcanzar la sostenibilidad en el ámbito de la transportación.

De una forma más específica, los principios y su asociación pueden ser definidas de mejor manera. De acuerdo con Banister & Hickman (2013):

Tabla 21*Principios de transporte sostenible*

Necesidades reducidas de viaje	Cambio de la política de transporte	Reducción de distancias	Innovación tecnológica
La reducción de la necesidad de viajar significa que los viajes deben sustituirse proporcionando soluciones tecnológicas que puedan reducir estas necesidades al mínimo	Los niveles de uso del automóvil deben reducirse a favor de caminar y andar en bicicleta	Crear una movilidad dentro de los distritos de la ciudad que pueda conducir a un cambio en el uso de los modos de transporte para aquellos que son ecológicos (vehículos), pero también a pie y en bicicleta.	Establece que se deben implementar nuevas tecnologías que puedan hacer que el transporte sea más eficiente. Las nuevas soluciones también deben incluir la reducción del ruido generado por los vehículos y garantizar un fácil acceso a todas las partes de la ciudad en un tiempo razonable.

Nota. Adaptado de Banister & Hickman (2013). *Planning more for sustainable mobility* Institute.6 (4) 210 - 219; p. 218.

En resumen, los principios mencionados mantienen una prioridad sobre los modos más amigables de transportación que no presentan externalidades donde se afecte a los principales campos del desarrollo sostenible (ambiental, social o económico), en la cual todos los miembros involucrados en la red de transporte puedan cumplir de una forma más eficiente.

Ante esto, la prioridad que se le da al uso de los medios de transporte es proveniente de una jerarquización en donde Banister (2008) expone lo siguiente:

El colectivo más privilegiado debería ser el de los peatones, porque son el colectivo más indefenso y en peligro de extinción. El segundo grupo son los ciclistas, luego la red de transporte público. La inclusión de bicicletas en un marco de planificación integral parece ser un enfoque favorable que puede conducir a cambios en el transporte urbano. En la parte inferior de la clasificación están los usuarios de

automóviles, porque son la comunidad más problemática: son ellos quienes a menudo causan atascos de tráfico y bloquean las calles (p. 75).

Es así como, en la pirámide de transporte la principal prioridad va desde los peatones hasta los carros de transporte privado. De una forma gráfica se observa lo siguiente:

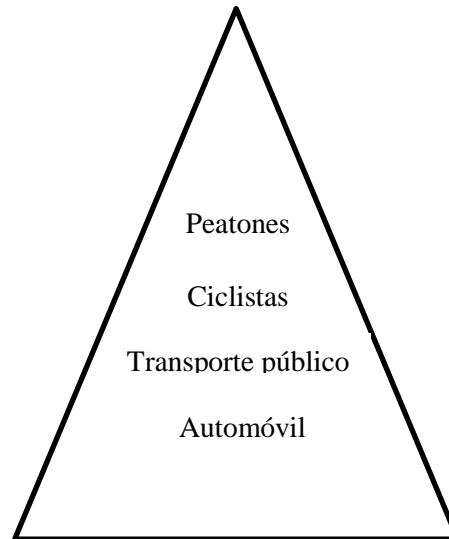


Figura 3. Pirámide del transporte sostenible.

Nota. Adaptado de Banister (2008). *The sustainable mobility paradigm*. 15 (2) 73 – 80; p. 75.

2.4.5 Dependencia del automóvil

Bajo este contexto, el transporte sostenible apoya a la reducción de la dependencia del automóvil ya que genera varios impactos en el desarrollo sostenible. Como plantea Newman & Kenworthy (1999, p. 45) “La dependencia del automóvil impone varios costos económicos, sociales y ambientales”. Lo cual resulta retroactivo para el desarrollo.

Sin embargo, otros autores manifiestan que estos costos son menores frente a los beneficios que nos proporcionan. Así lo señala Green (1995, p. 45) “Los beneficios proporcionados por los automóviles superan con creces estos costos, que los problemas pueden resolverse mediante mejoras técnicas, que las alternativas (como el transporte público) son más dañinas y que la dependencia del automóvil es inevitable y, por lo tanto, la oposición es inútil”. Haciendo referencia a alternativas como el mejoramiento

de las técnicas de transportación porque los beneficios del automóvil son más relevantes que sus costos.

Bajo este contexto, nace el problema del uso de este medio por el costo de oportunidad que imprimen los objetivos económicos frente a los objetivos ambientales. De acuerdo, Litman & Laube (2002, p. 36) “la sostenibilidad requiere sacrificar los objetivos de desarrollo económico para proteger el medio ambiente), pero los problemas son realmente más complejos”.

Estos problemas más complejos nacen a partir de una distorsión del mercado que contribuye a la utilización excesiva del automóvil. De acuerdo con Litman (2006, p. 341) estas distorsiones incluyen:

- Financiamiento dedicado a instalaciones de carreteras y mantenimiento de las infraestructuras que tienen a desgastarse
- Generosos estándares de capacidad vial y estacionamiento
- Leyes de zonificación y prácticas de desarrollo que favoreces a los patrones del uso del suelo orientados al automóvil
- Carreteras y aparcamientos sin precios
- Uso económico del automóvil ya que la mayoría de los costos de los vehículos son fijos o externos
- La falta de alternativas de viaje, incluido un servicio de transporte deficiente y condiciones viables desfavorables para caminar y andar en bicicletas

Siendo estas algunas de las medidas tomadas por el mercado que contribuyen a la dependencia constante del automóvil para el traslado.

2.4.6 El transporte insostenible

El transporte sector transporte afecta a varios aspectos del desarrollo sostenible. Así lo plantea Black (1997):

El transporte es insostenible porque existen varias razones para ello: los principales son a naturaleza limitada de las reservas de petróleo, el número excesivo de muertes

y lesiones debido a vehículos motorizados, la expansión urbana. Los impactos negativos de las emisiones derivadas del petróleo en la calidad del aire (p. 15).

Por lo tanto, el desarrollo del transporte está orientado a desarrollar estas y otras consecuencias que lo volverán cada vez menos sostenible.

Respecto al aspecto económico, los problemas principalmente dependen de la ineficiencia. Así lo expone Mosaberpanah & Khales (2013, p. 445) “Cuando los sistemas de transporte son incompletos en términos de capacidad o confiabilidad, pueden tener un costo económico como la disminución o pérdida de oportunidades. El transporte eficiente reduce los costos, mientras que el transporte ineficiente aumenta los costos”. Entonces cuando los costos de transporte aumentan en la sociedad, no se está desempeñando un desarrollo sostenible económicamente.

También en el aspecto social y ambiental, los problemas pueden surgir por la inequidad de acceso a los servicios de transporte o la incapacidad de seguir generando empleo, y para el aspecto ambiental el problema se refiere al cambio climático. De acuerdo con Mosaberpanah & Khales (2013):

En el contexto social, los problemas del transporte refieren principalmente a la accesibilidad a los servicios de transporte, en la que no siempre los habitantes resultan conformes con la calidad del servicio debido a cuestiones como el tiempo de espera en los buses, las pocas unidades de transporte público, y demás. Por otra parte, las cuestiones ambientales se deben al uso de motor de combustión interna, los impactos del transporte sobre los sistemas ambientales han aumentado con la motorización. Esto ha llegado a un punto en el que las actividades de transporte son un factor dominante detrás de la emisión de la mayoría de los contaminantes y, por lo tanto, tienen un efecto sobre el medio ambiente (p. 446).

En conclusión, el transporte es insostenible por todos los problemas generados a partir de su uso, siendo lo más importantes en el contexto ambiental las afectaciones al medio ambiente, en el aspecto económico cuando los costos de transportación aumentan con el tiempo. A su vez existen, existen otros problemas de menor relevancia pero que deben ser tomados en cuenta como la congestión del tránsito, contaminación acústica, daños estructurales debido a la vibración de los vehículos de motor y demás.

2.4.7 Flujos de la energía en los vehículos

Para referirnos a la contaminación producida por combustión es importante analizar el uso de energía en el transporte, en referencia a la energía consumida por los vehículos, es importante mantener un panorama general de la cadena que factores que

intervienen para que se produzca el proceso de combustión. De acuerdo Con García (2008, p.20) “Existen cuatro puntos de control que, comenzando a describirlos desde el fin de la cadena serían los siguientes: energía útil, sería la energía realmente utilizada para el movimiento y para los servicios auxiliares; energía final sería la energía que entra al vehículo, que es el resultado de sumar la energía útil que se pierde en los procesos de transformación y cambio de características que se producen dentro del vehículo” De esta manera solo el vehículo utilizaría la energía final de la cual solo la energía útil es la que produce el movimiento mientras que la energía perdida es toda aquella que por defecto no logra consumir el vehículo para su consumición.

Por otra parte, el mismo autor pone en manifiesto los otros factores que intervienen en el proceso de combustión. De acuerdo con García (2008, p. 21) “La energía suministrada por el sistema de transporte, la cual no es relevante bajo del punto de vista energético, pero si puede serlo desde el punto de vista económico soportado por el operador del transporte ya que es energía que se paga, y por último la energía primaria es s el resultado de sumar a la energía suministrada al sistema de transporte la que se pierde en los procesos de extracción, transporte, generación o de y en la conversión que se producen desde las fuentes primarias hasta el punto de entrega al sistema de transporte”. De esta manera se clasifica la cadena de factores de energía que termina en el consumo de combustibles de los vehículos pero que inicia en el proceso de extracción de la fuente primaria

2.4.8 Vehículos impulsados con combustión fósil

Los vehículos con combustible fósil es una máquina que consigue energía mecánica mediante la energía química, de acuerdo con Mesa, Escribano, González & Babiano (2008):

Un motor de combustión interna es una máquina motriz que obtiene energía mecánica directamente de la energía química suministrada por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Aunque existen otros tipos de motores de combustión interna, los motores más utilizados en el sector de la automoción siguen siendo los motores de ciclos Otto y Diésel (p.16).

Por lo tanto, los vehículos impulsados con combustible fósil es una máquina de matriz que llegan a obtener energía mecánica de la energía química después que el combustible arde dentro de la cámara de combustión. Además, se distribuye en dos tipos en los cuales son otto y diésel.

El ciclo Otto es un ciclo de mecánico de cuatro tiempos, según Mercedes (2014) “El motor Otto es un ciclo mecánico de cuatro tiempos, En un motor de cuatro tiempos de encendido por chispa se introduce al cilindro durante el proceso de admisión una mezcla de aire y combustible”.

De la misma manera, el ciclo Otto es conocido por ser un encendido provocado, así lo afirma Nevot (2016):

El termino encendido provocado proviene de que la combustión se inicia mediante el salto de una chispa controlada en los electrodos de una bujía, y se propaga en el resto de la mezcla en la cámara de combustión. Es un motor de cuatro tiempos, que es lo más corriente en automoción, realiza estas fases mediante un mecanismo de pistón-biela-cigüeña en dos vueltas completas (p. 2).

En definitiva, el ciclo otto inicia a partir del salto de una chispa controlada en los electrodos de una bujía por lo que se introduce en el proceso una mezcla entre el aire y el combustible de este, también se le puede agregar que es un motor de cuatro tiempos, esto es común en lo que es automoción.

Por otra parte, el ciclo diésel es diferente a lo que ocurre en un motor de gasolina, de acuerdo con Fernández (2020):

Un ciclo Diésel ideal es un modelo simplificado de lo que ocurre en un motor diésel. En un motor de esta clase, a diferencia de lo que ocurre en un motor de gasolina la combustión no se produce por la ignición de una chispa en el interior de la cámara. En su lugar, aprovechando las propiedades químicas del gasóleo, el aire es comprimido hasta una temperatura superior a la de autoignición del gasóleo y el combustible es inyectado a presión en este aire caliente, produciéndose la combustión de la mezcla (p. 5).

De igual manera, el ciclo diésel tiene lugar a un volumen constante en lugar de una presión contante, así lo determina Ramírez & Sánchez (2007):

El ciclo diésel difiere del ciclo otto en que la combustión tiene lugar a un volumen constante en lugar de a una presión contante. La mayoría de los motores diésel tienen también cuatro tiempos, si bien las fases son diferentes de las de los motores de gasolina. En la primera fase se absorbe solamente aire hacia la cámara de combustión. En la segunda el aire se comprime a una fracción mínima de su volumen original. Y en la última fase de comprensión el combustible vaporizado se inyecta dentro de la cámara de combustión (p. 8).

Para simplificar, los motores diésel también son de cuatro tiempos, pero las fases son diferentes comparados con los motores a gasolina por el motivo que en la primera fase se ingresa el aire hacia la cámara de combustión, de segundo, se oprime

una pequeña fracción mínima de su volumen, y ya como último, el combustible vaporizado se inyecta dentro de la cámara de combustión.

Los vehículos impulsados con combustibles fósiles poseen las siguientes debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que se demuestra a continuación:

Tabla 22

DAFO de los combustibles fósiles

Debilidades	Amenazas
Inseguridad de suministro	Aumento incontrolado de los precios u oscilaciones bruscas de estos
Recurso energético finito	Legislación que favorezca otras opciones Obligación de que sean reemplazados por carburantes alternativos
Fortalezas	Oportunidades
Motores adaptados a los vehículos	Se trata todavía de combustibles imprescindibles
Sistemas logísticos fiables	Vía sencilla para la introducción de los biocombustibles

Nota. Tomado de: Mesa, Escribano, González & Babiano (2008). Nuevos combustibles y tecnologías de propulsión: situación y perspectiva para la automoción. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil. 1-230; p. 20.

En pocas palabras, los combustibles tienen la debilidad de que no sea seguro el suministro además que el recurso energético es finito por lo tanto en cualquier momento se puede acabar. Como amenaza establecemos el aumento incontrolado de los precios y una política que sea reemplazados por energías alternativas en el mismo. En las fortalezas, los motores de combustibles siguen siendo tendencia para los vehículos de la actualidad y es fiable. Y, por último, en las oportunidades, los combustibles fósiles son imprescindibles, además de una sencilla introducción de los biocombustibles que es una alternativa.

2.4.8.1 Vehículos impulsados con gasolina

Los vehículos impulsados con gasolina es una sustancia que se obtiene por una combinación de varios hidrocarburos. Así lo demuestra Lima & Gálvez (2016):

La gasolina es una sustancia líquida la cual se obtiene por la combinación de varios hidrocarburos, es un producto derivado del petróleo que se utiliza como combustible para vehículos automotores de ciclo Otto. Principales propiedades de la gasolina es el número de octano u octanaje, poder calorífico, densidad y viscosidad (p. 5).

En definitiva, la gasolina se consigue mediante diferentes hidrocarburos por el motivo que es un producto derivado de petróleo que se utiliza en combustibles de vehículos automotores con el ciclo otto.

De la misma forma es complicado mantener un vehículo con gasolina por los diferentes mantenimientos que se debe realizar en el mismo, de acuerdo con Greenbaum (2012, p. 1):

El vehículo a gasolina requiere una amplia gama de mantenimiento, desde cambios frecuentes de aceite, reemplazos de filtros, afinaciones periódicas y reparaciones del sistema de escape, hasta el reemplazo de componentes menos frecuentes, como la bomba de agua, la bomba de combustible, el alternador, etc. (p. 1).

En resumen, el vehículo impulsado con gasolina requiere una alta gama de mantenimientos para que pueda seguir funcionando a largo plazo, como los más importantes son el cambio frecuente de aceite, reemplazo de filtros, afinaciones periódicas y reparaciones del sistema de escape en ciertos casos.

2.4.8.2 Vehículos impulsados con diésel

El diésel es un producto líquido que combina hidrocarburos que tienen átomos de carbono, así lo plantea Luna & Miel (2014, p. 26) “El diésel o gasóleo es un producto líquido, mezcla de hidrocarburos que contienen algunos átomos de carbono, que se saca del petróleo crudo por destilación fraccionada y que sirve como combustible de motores diésel”. Por lo tanto, el diésel es un producto líquido que se saca del petróleo crudo mediante la destilación fraccionada y este mismo sirve como combustible de motores diésel.

De la misma forma, los vehículos impulsados con diésel son conocido más como un motor de encendido por compresión, según Luna & Miel (2014):

El motor diésel también llamado motor de encendido por compresión, consume combustible pesado como el gasóleo, la mezcla se realiza en el interior de la cámara de combustión y se inflama al inyectar el combustible sobre el aire calentado por la fuerte compresión, las presiones que se producen son muy elevadas y sus componentes deben ser robustos y pesados por lo que el número de revoluciones queda limitado (p. 39).

En resumen, el motor diésel consume combustible pesado como el gasóleo, la mezcla se desarrolla en el interior de la cámara de combustión y se inflama al inyectar el combustible con el aire por la fuerte compresión. Los componentes de este son robustos y pesados por el simple hecho que son elevadas las presiones que se producen.

2.4.8.3 Contaminación por vehículos de combustión fósil

Uno de los factores que inciden en las emisiones de los vehículos a gasolina es si están conduciendo en áreas urbanas. Así lo demuestra Sun (2019, p. 2) “Las emisiones de los vehículos de gasolina cuando se conducen en áreas urbanas aumentan en gran porcentaje comparado con las de los vehículos diésel que cumplen con EURO-5 y EURO-6 equipados con un sistema portátil de medición de emisiones”.

De igual manera, las emisiones dependen de las características de los vehículos. De acuerdo con Govea (2005):

Las emisiones por el tubo de escape dependen de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones; los vehículos más pesados o potentes tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido y las normas que regulan la construcción de vehículos determinan tanto su tecnología, así como la presencia o ausencia de equipos de control de emisiones, como los convertidores catalíticos (p. 27).

Por lo tanto, las emisiones por el tubo de escape dependen las características de los vehículos, su tecnología y su sistema de control de emisiones, por lo que los vehículos que son más pesados o potentes en cuestión del motor llegan a tener más emisiones por el kilómetro recorrido y con ello más contaminación.

Otro factor que incide en ello es el tipo de motor de los combustibles fósiles. Así lo define Govea (2005)

Las emisiones por el tubo de escape son producto de la quema del combustible por parte del motor (sea éste gasolina, diésel u otros como gas licuado o biocombustibles), además de que tipo de motor tiene, comprenden a una serie de contaminantes tales como: el monóxido y bióxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno y las partículas. Además, ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre y, hasta hace algunos años, el plomo se libera al ambiente a través del proceso de combustión (p. 27).

En resumen, se observa que hay un sin número de factores por los cuales los vehículos llegan a hacer más contaminantes que otros, depende de las características que tengan, si el vehículo es pesado llega a dar más emisiones de gases contaminantes

por el peso de este, la potencia del vehículo afecta por las emisiones que da por el kilómetro recorrido, y propiedades l motor que ya de por fabrica pueden ser menos o más contaminantes que otros vehículos automotores.

2.4.9 Vehículos impulsados con energías renovables

Los vehículos con energía renovable no son contaminantes, de acuerdo con Constante, Ruiz & Soto (2020, p. 32) “Los vehículos con energía renovable tienen una eficiencia energética bastante alta y no es contaminante es así como generan menos gases contaminantes al medio ambiente a comparación de un automotor convencional”. De manera semejante, el impulso de los vehículos con energía renovable es para reducir las emisiones de CO₂, así lo afirma Osawa (2016, p. 479) “Una de las medidas emprendidas para reducir el CO₂ emisiones es la popularización de los vehículos de energía renovable, que son más ecológicos que los vehículos existentes, como los vehículos de gasolina, los vehículos diésel y los vehículos de gas natural”.

Por lo tanto, los vehículos impulsados con energía renovable tienen más eficiencia energética y genera menos gases contaminantes para el medio ambiente comparados con los vehículos de automotor convencional.

2.4.9.1 Vehículo eléctrico

El vehículo eléctrico es un vehículo alternativo potenciado por uno o más motores eléctricos, así lo describe Santana (2016):

Un vehículo eléctrico es un vehículo de combustible alternativo impulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales, o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión (p. 9).

De igual manera, el vehículo eléctrico es un vehículo que ya no depende obligatoriamente de un motor de combustión interna. Como señala Crisostomi, Shorten, Studli & Wirth (2018, p. 1) “El vehículo eléctrico es un vehículo que ya no depende únicamente en un Motor de Combustión Interna como único mecanismo de propulsión, sino que utiliza un sistema de accionamiento eléctrico como reemplazo”.

En pocas palabras, los vehículos eléctricos están impulsados por uno o más motores eléctricos, la tracción de este es dada por ruedas o hélice que son activadas por motores rotativos o en otros casos utilizan motores no rotativos, como por ejemplo los motores lineales, además que también se destaca porque no depende de la combustión interna, sino que utiliza un sistema de accionamiento eléctrico.

Los vehículos eléctricos son una de las alternativas para la movilización limpia por el motivo que aporta a la disminución de la contaminación ambiental. De acuerdo con Martínez (2013):

Los vehículos eléctricos son una buena alternativa para disponer de una movilización limpia. El uso de tracción eléctrica para los automóviles, contribuye a la disminución de la contaminación ambiental, en particular la contaminación del aire y acústica. Esta disminución de la contaminación es importante en el contexto del problema del calentamiento global que enfrenta el planeta. Asimismo, la utilización de transporte limpio contribuye a un mejoramiento de la calidad de vida en la ciudad (p. 14).

En resumen, los vehículos eléctricos son una buena alternativa para la sostenibilidad porque disminuye la contaminación emitida, para ser más detallados, la contaminación del aire y acústica. Es importante para los problemas de la contaminación ambiental que enfrenta el planeta.

Por otro lado, hay algunas ventajas de los vehículos eléctricos sobre los vehículos tradicionales, una de ellas son las emisiones que transmite un carro comparado con el otro, así lo plantea Sangüesa, Sanz, Garrido, Martínez & Márquez (2021, p. 373) en la siguiente tabla:

Tabla 23*Ventajas de los vehículos eléctricos sobre los vehículos tradicionales*

Ventajas de los vehículos eléctricos	
Emisiones Cero	Este tipo de vehículos tampoco emiten contaminantes por el tubo de escape, CO ₂ , ni dióxido de nitrógeno (NO ₂). Además, los procesos de fabricación tienden a ser más respetuosos con el medio ambiente.
Simplicidad	El número de elementos del motor del Vehículo Eléctrico (EV) es menor, lo que se traduce en un mantenimiento mucho más económico. Los motores son más sencillos y compactos, no necesitan circuito de refrigeración, y tampoco es necesario incorporar cambio de marchas, embrague, o elementos que reduzcan el ruido del motor.
Fiabilidad	Al tener menos y más sencillos componentes, este tipo de vehículos tienen menos averías. Además, los vehículos eléctricos no sufren el desgaste inherente producido por las explosiones del motor, las vibraciones o la corrosión del combustible.
Costo	El costo de mantenimiento del vehículo y el costo de la electricidad requerida es mucho menor en comparación con los costos de mantenimiento y combustible de los vehículos de combustión tradicionales.
Comodidad	Viajar en vehículos eléctricos es más cómodo, debido a la ausencia de vibraciones o ruido del motor.
Eficiencia	Los vehículos eléctricos son más eficientes que los vehículos tradicionales.
Accesibilidad	Este tipo de vehículos permite el acceso a áreas urbanas que no están permitidas a otros vehículos de combustión (por ejemplo, zonas de bajas emisiones). Los vehículos eléctricos no sufren las mismas restricciones de tráfico en las grandes ciudades, especialmente en los picos altos de nivel de contaminación.

Nota. Adaptado de Sangüesa, Sanz, Garrido, Martínez & Márquez (2021). Una revisión sobre vehículos eléctricos: tecnologías y desafíos. *Ciudades inteligentes*. 372-404; p. 373.

En definitiva, las ventajas de los vehículos eléctricos sobre los vehículos tradicionales son varias en las que se encuentran menos emisiones de gases contaminantes, más simplicidad con los elementos del motor, menos averías en el motor por sus componentes simples que eso le da más fiabilidad, el costo del mantenimiento del vehículo eléctrico es mucho menor, es más cómodo por el motivo que transmite menos vibraciones o ruidos del motor, los vehículos eléctricos son más eficientes y como ultimo te da más accesibilidad en áreas urbanas.

2.4.9.2 Vehículos impulsados con energía solar

Una de las energías renovables que se utilizan en los vehículos es la energía solar, esta misma solo se puede emplear en motores eléctricos, según Constante, Ruiz & Soto (2020, p. 32) “Los vehículos propulsados con energía solar disponen de motor eléctrico y su energía se obtiene por paneles fotovoltaicos, por medio de las celdas se transforma la energía del sol en electricidad y puede ser acumuladas en batería de alto voltaje”. De la misma forma, el vehículo solar funciona porque la energía del sol se transforma en electricidad, Con base en Sánchez (2018):

El vehículo solar funciona porque la energía del sol se convierte directamente en electricidad por las celdas solares, esta electricidad es almacenada en baterías, además tiene un controlador que recibe la energía de las baterías y mueve un motor eléctrico que por medio la transmisión mueve las ruedas. El piloto dentro de la cabina tiene los elementos básicos que hay en cualquier otro auto, como son, volante, acelerador y freno. Lo único que no tiene es un "clutch" o embrague, ya que un auto solar no necesita caja de velocidades (p. 21).

Por lo tanto, los vehículos impulsados con energía solar, su energía es por los paneles fotovoltaicos que esta misma emplea, por medio de celdas que transforman la energía del sol en electricidad. Esta energía puede acumularse en una batería de alto voltaje. También estos vehículos con energía solar no necesitan un embrague comparado con los demás vehículos tradicionales por el motivo que no necesita una caja de velocidades.

La energía solar empleada en los vehículos tiene algunas ventajas en la cual una de ellas, es menos perjudicial para el medio ambiente. De acuerdo con Moyano & Iñigo (2006):

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable. Contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc.) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc.) (p. 21).

En resumen, la energía solar como energía alternativa para los vehículos es una buena opción por el motivo que es menos contaminante porque evita los efectos de su uso directo en los cuales son la contaminación atmosférica y los residuos, como último contribuye al autoabastecimiento energético nacional.

2.4.9.3 Vehículos impulsados con biodiésel

El biodiésel es un combustible alternativo que se quema de una manera limpia, así lo afirma (Cárdenas, Villanueva & Tinajero, 2011, p. 54) “El biodiésel es un combustible que se quema limpio y está formado de materias primas naturales y renovables sus fuentes”. De la misma manera, se lo categoriza por ser un combustible ecológico elaborado por elementos naturales y biodegradables. Con base en Chica & Espinoza (2008):

Es un combustible ecológico elaborado a partir de elementos cien por ciento naturales y biodegradables. La materia prima básica es los aceites de origen animal o vegetal obtenidos de semillas (soya, palma africana, girasol, maní, etc.) y también reciclando aceite usado para cocción (p. 6).

En definitiva, los vehículos que utilizan energía de biodiésel, su combustible está formado por materias primas naturales que son los aceites de origen animal o vegetal y sus fuentes son renovables.

Igualmente, el biodiésel es una fuente de energía renovable por lo que tiene sus ventajas en su empleo, una de ellas es que impulsa la descarbonización de los combustibles del transporte. De acuerdo con Vargas (2010, p. 11) “Las ventajas de los vehículos impulsados por el biodiésel son: reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, impulsa la descarbonización de los combustibles del transporte, diversifica las fuentes de su abastecimiento, desarrolla alternativas al petróleo a largo plazo”.

Para simplificar, los vehículos que emplean energía de biodiésel tienen la ventaja que es un combustible ecológico por lo que reduce las emisiones de gases

de efecto invernadero, diversifica las fuentes de abastecimiento y desarrolla alternativas para el petróleo en cuestión de largo plazo.

2.4.9.4 Vehículos impulsados con gas natural

El gas natural como combustible es una mezcla de hidrocarburos ligeros, uno de los principales componentes en el mismo es el metano. Así lo menciona Galán, Fernández, Larrazábal, Pla de la Rosa & Vivaracho (2008):

El gas natural es una mezcla rica de hidrocarburos ligeros. El principal componente es el metano (CH₄), entre cuyas propiedades destaca su alto punto de inflamabilidad (se quema fácil y completamente) y, por su contenido en carbono, sus menores emisiones residuales de hidrocarburos. Además, posee otros hidrocarburos como etano, propano, butano, pentano y pequeñas proporciones de otros gases (p. 86).

De manera semejante, el gas natural es un combustible gaseoso fósil liviano y menos contaminante. Según Díaz (2017):

El gas natural o LP (licuado de propano) es el combustible gaseoso fósil más liviano y menos contaminante que existe. Está conformado por un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno, a diferencia de la gasolina que en promedio tiene siete puntos seis átomos de carbono y doce átomos de hidrógeno. Cuando se quema un combustible lo que hace combustión son los gases de dicho combustible, puesto que la gasolina es un líquido se le obliga a vaporizarse para que pueda hacer la combustión, el gas natural por estar en estado gaseoso se quema fácil y completamente sin dejar productos de combustión, combinándose totalmente con el aire y produciendo menos contaminación (p. 49).

En pocas palabras, el gas natural está conformado por el metano que tiene como propiedad su alto punto de inflamabilidad y con ello se quema completamente de una manera más fácil, también este hecho por carbono por lo que da menos emisiones residuales de hidrocarburos. Además, que el gas natural al estar en estado gaseoso no deja productos de su combustión porque llega a combinarse con el aire y produciendo con ello menos contaminación.

El gas natural empleado como combustible en motores alternativos tienen varias ventajas como la mayor duración de los lubricantes, Así lo describe Moreno (2011):

El uso de gas natural como combustible en motores alternativos tiene sus ventajas, como la mayor duración de los lubricantes, las bujías de encendido y, en general, la vida del motor. Sin embargo, el mejor uso del gas natural como combustible depende de la adaptación del motor para esta fuente de energía, que

puede ir desde una simple sustitución de combustible hasta el diseño completo del motor optimizado para el uso del gas natural, en cuyo caso se igualan y hasta mejoran las prestaciones que proporcionan los otros combustibles líquidos (p. 39).

Igualmente, otras de las ventajas que tiene al usar gas natural es la calidad de este. Es así como lo plantea Díaz (2017, p. 49) “El gas natural ofrece ventajas muy importantes con respecto a otros combustibles en lo que se refiere a la calidad, a las emisiones y a la seguridad. Un combustible que es ambientalmente más puro entre menos carbón contenga es mejor”.

En definitiva, el gas natural ofrece una variedad de ventajas en las que más se destacan es la calidad de esta energía, da menos emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad por lo que es un combustible que es ambientalmente más puro. Cabe destacar el hecho de que mejor manera se lo emplea es mediante un vehículo diseñado solo para gas natural y así su forma de usar sea más eficiente.

2.4.9.5 Vehículos impulsados con energía bioetanol

El bioetanol es un biocombustible que se realiza por la fermentación de la materia orgánica en azúcares, así lo declara Monroy, Narváez & Bautista (2017):

El bioetanol es un biocombustible obtenido a partir de la fermentación de materia orgánica rica en azúcares, éstos pueden encontrarse de manera directa en el jugo de diversas frutas y verduras. Por otra parte, en la estructura de las plantas hay grandes cantidades de celulosa, la cual se pueden transformar en azúcares fermentables por descomposición enzimática que pueden ser aprovechadas para generar bioetanol. Debido a esto, el etanol producido a partir de celulosa de los residuos de plantas se conoce como etanol lignocelulósico (p.50).

De igual manera, el bioetanol es un combustible de transporte renovable más utilizado en el mundo. Como señala Du & Kommalapati (2016):

El bioetanol es el combustible de transporte renovable más utilizado en el mundo. La capacidad de renovación, el bioetanol tiene algunas ventajas para su uso como combustible de transporte, por ejemplo, independencia energética del petróleo crudo no renovable, combustión limpia en vehículos y menor toxicidad. En comparación con las complicadas emisiones de la quema de gasolina en los motores de los vehículos, el bioetanol es un combustible que se quema sin partículas y sus emisiones son solo dióxido de carbono, monóxido de carbono, agua y aldehídos (p. 3).

Por lo tanto, el bioetanol es un biocombustible obtenido por materia orgánica de azúcares en las cuales pueden encontrarse en diversas fruta y verduras.

El bioetanol es un combustible que se quema sin partículas y sus emisiones son solo dióxido de carbono, monóxido de carbono y agua en este caso.

Por ser una de las energías alternativas para los vehículos, tiene ventajas por sus características químicas y físicas. De acuerdo con Álvarez, Evelson & Boveris (2008):

El bioetanol es un combustible que ofrece ventajas en virtud de sus características físicas y químicas, que pueden ser resumidas como un líquido de baja densidad y alta fluidez con alto calor de combustión, pero sobre todo considerando las materias primas de origen y su sustentabilidad, los costos de producción y transporte y los bajos efectos negativos en el ambiente (p. 2).

Dicho brevemente, el bioetanol es un líquido de baja densidad y alta fluidez con alto calor, eso resumen el hecho de que sus costos de producción y transporte no sean altos y tiene un poco efectos negativos en el ambiente. Además de ser una combustión limpia en vehículos y menos toxicidad.

2.4.9.6 Vehículos híbridos

Los vehículos híbridos se conforman por un motor a combustión interna de forma alternada con un motor eléctrico. Así lo indica Torres (2011):

Un vehículo híbrido está dado por un motor de combustión interna que trabaja de forma alternada con un motor eléctrico, este motor puede ser también generador en algunas condiciones y todo el sistema utiliza una batería de alto voltaje para almacenar carga eléctrica. (p. 7).

De manera semejante los vehículos híbridos usan un mecanismo que tiene la habilidad de administrar el funcionamiento de los componentes con lo cual mantenga el rendimiento y la autonomía. Según Torres (2011)

Un Vehículo Híbrido usa mecanismos, que tienen la habilidad de administrar el funcionamiento de sus componentes, logrando con ello, que el vehículo, mantenga cubierto las necesidades de rendimiento y autonomía; alternando la función de sus componentes, dándole preferencia al componente, o modo, que menos contamine. La combinación de un motor de combustión interna operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos almacenen mejores rendimientos de los vehículos convencionales. (p. 9)

En resumen, los vehículos híbridos tienen un motor que puede ser también un generador en algunas condiciones, todo el sistema del vehículo utiliza una batería de alto voltaje para almacenar con ello la carga eléctrica. Además, con la

combinación de un motor a combustión interna y motor eléctrico llegan a tener más almacenamiento y con ello mejores rendimientos de los vehículos convencionales.

Los vehículos híbridos también tienen algunas ventajas como es la eficiencia. Así lo plantea Martínez (2012, p. 6) en la siguiente tabla:

Tabla 24

Ventajas de los vehículos híbridos sobre los vehículos tradicionales

Ventajas de los vehículos híbridos sobre los vehículos tradicionales	
Eficiencia	Son capaces de conseguir una eficiencia doble, lo que se consigue por la supresión de la mayor parte de las pérdidas de potencia que se producen en los vehículos tradicionales.
El sistema de frenado	El sistema de frenado tiene a su vez capacidad regenerativa de la potencia absorbida, lo que reduce las pérdidas de eficiencia.
El motor dimensiona la potencia	El motor se dimensiona solo para una potencia promedio, ya los picos de potencia los proporciona la fuente de energía alternativa. Esto además permite que el motor funcione siempre en su punto óptimo o muy cerca de él. Por ello su eficiencia resulta doblada, pudiéndose aligerar el peso y volumen.
Combustible	La eficiencia del combustible se incrementa notablemente, lo que se traduce en reducción de las emisiones.

Nota. Adaptado de Martínez (2012). Autos híbridos. Universidad Católica de Chile. 6-36; p. 6.

En síntesis, las ventajas de los vehículos híbrido sobre vehículos tradicionales es la eficiencia porque son capaces de conseguir el doble de eficiencia, también el sistema de frenado tiene capacidad regenerativa de la potencia absorbida por lo cual reduce las pérdidas de eficiencia. Otra de las ventajas es como el motor se calibra por la potencia promedio de este. Como último es la eficiencia del combustible y con ello se refiere a menos contaminación por las bajas emisiones que el vehículo híbrido produce.

2.4.10 Estrategias para el desarrollo sostenible del transporte terrestre

Para alcanzar el transporte sostenible es necesario desarrollar estrategias, que no involucren una transformación en conjunto de los vehículos, de la infraestructura y del usuario de transporte. De acuerdo con Mosaberpanah & Khales (2013, p. 447) algunas de estas estrategias pueden ser:

Tabla 25

Estrategias para el desarrollo sostenible del transporte terrestre

Vehicular	Camino	Humano
Mejora de la eficiencia de los vehículos convencionales (innovación del fabricante, respuestas a la demanda del consumidor.	Mejora del fluido del tráfico (sincronización de señales de tráfico, eliminación de cuellos de botella)	Mejora cultural: Sustitución modal por telecomunicaciones Incentivos/ Desincentivos:
Nuevas tecnologías vehiculares (coche híbrido, coche eléctrico).	Mejora de ITS (autopista inteligente, mejora del enrutamiento)	Fijación de precios (aumento del impuesto a la gasolina)
Combustibles verdes		Respuesta a la regulación e incentivos gubernamentales: Impuestos, reembolsos, asociaciones de I+D

Nota. Adaptado de Mosaberpanah & Khales (2013). *The Role of the transportation in sustainable Development*.441-448; p. 447.

En resumen, es necesario la implementación de la innovación, en el aspecto de uso de la energía. La transición energética del sector hacia energías alternativas como los combustibles verdes o el uso de vehículos que funcionen con electricidad. Posterior a esto es importante el desarrollo en infraestructura para eliminar la congestión vehicular, no solo mejorar la autopista como tal sino también desarrollar nueva infraestructura para uso de medios de transporte alternativos como la bicicleta, por ejemplo. Como última las estrategias de mejora cultural, la reducción de las necesidades de transporte como la implementación del teletrabajo, los impuestos a los combustibles de combustión fósil, e incentivos gubernamentales como la reducción de impuesto para uso de vehículos que utilicen energía alternativa. Estas son algunas de las estrategias para alcanzar el desarrollo sostenible del transporte.

2.4.11 Políticas para incentivar el desarrollo sostenible en el sector transporte

En este apartado se muestra las políticas para incentivar el desarrollo sostenible en el sector transporte. Mediante diferentes políticas en las cuales se pueden aplicar, estas incidirán de una manera para evitar el uso de vehículos convencionales para que así las personas usen más los vehículos alternativos, bicicleta o caminar.

Una de las políticas para poder alcanzar una movilidad sostenible es mejorar la infraestructura de las ciclovías, mediante las superautopistas de bicicleta. De acuerdo con Cáceres & Cueva (2020):

Mejorar la infraestructura de ciclovías. Las superautopistas de bicicletas son una parte esencial de la promoción del uso de la bicicleta, no sólo dentro de las ciudades sino también entre ellas por lo que incentivan a las personas en ir en bicicleta a sus destinos (p. 8).

Por lo tanto, el uso de las bicicletas es una de las alternativas para un buen desarrollo sostenible debido a que se hace uso de la energía cinética, la cual no produce emisiones de CO₂.

Por otro lado, el impuesto ambiental llega hacer una política a considerar para obtener inversión y con ello avanzar con la transición energética ambiental. Así lo afirma la Organización de los Estados Americanos (2006):

Impuesto ambiental este sistema consiste en un impuesto que se cobra a todos los servicios de energía. La ganancia se deposita en un fondo para apoyar la energía renovable y el desarrollo de tecnologías de eficiencia energética. El gobierno impone un gravamen sobre todas las ventas minoristas de electricidad para ayudar a financiar los proyectos de energía renovable (p. 3).

En resumen, el impuesto ambiental es una tasa que se cobra por todos los servicios energéticos por lo que las ganancias se destinan al apoyo de las energías renovables y un mejor desarrollo de tecnologías para alcanzar la eficiencia energética.

De igual manera, otra política de incentivar la reducción de velocidad en áreas urbanas ayuda de manera significativa a la contaminación acústica y del aire. Según Gonzales (2007):

Implementar menos velocidad en sectores urbanos: La circulación a un máximo de 30 kilómetros por hora permite reducciones sustanciales de la contaminación acústica y del aire. Asimismo, el peligro que supone el tráfico, y especialmente el automóvil, para el resto de los usuarios se ve fuertemente disminuido (p. 11).

En pocas palabras, la circulación de los vehículos en bajas velocidades ayudaría al desarrollo sostenible porque asegura tanto en la dimensión ambiental y social por el motivo que las personas se van a sentir más seguras a la hora de caminar y, reduce la contaminación acústica y del aire.

De la misma forma, el implemento de estadística de movilidad urbana permite la planificación de una movilidad urbana sostenible. Así lo determina la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2013):

Creación de un observatorio de estadísticas relativas a la movilidad urbana sostenible que permita recabar información relativa a: Uso de los servicios de transporte urbano (pasajeros, boletos vendidos, etc.) Indicadores de calidad de servicio al usuario: tiempos de viaje, espera, distancia a las paradas, ocupación de vehículos, etc.; Indicadores de operación de los servicios: costos de operación de los servicios, cantidad y tipo de vehículos, kilómetros recorridos, vehículos horas, montos de recaudación, etc.; Indicadores de externalidades; emisiones locales, emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), accidentes de tránsito, consumo energético, ruido, etc (p. 9).

Por otro lado, la tarifa vial incentiva al desarrollo sostenible, de acuerdo con Singh (2014):

Desde el punto de vista de la movilidad sostenible, la tarifa vial tiene como objetivo aumentar los costos percibidos del uso del automóvil privado para promover una división modal a favor del uso de otros modos de transporte, como el transporte público, la bicicleta y la caminata (p. 11).

Por lo tanto, la tarifa vial aumenta los costos percibidos por el uso del automóvil privado, y con ello promueven una diversificación de los usos de transporte para que los ciudadanos usen más la bicicleta, buses, trenes, etc.

Por otra parte, en la siguiente tabla se muestra más políticas para incentivar el desarrollo sostenible en el sector transporte. De acuerdo con Martínez (2018, p.22) son:

Tabla 26

Impacto de las políticas para impulsar el desarrollo sostenible en el sector transporte

Impacto de políticas para impulsar el desarrollo sostenible en el sector transporte	
Política	Impacto
Reducción o eliminación en los subsidios a los combustibles	Provoca un cambio a vehículos más eficientes o de combustibles alternos.
Incremento en impuestos a los combustibles	Reduce el uso de los vehículos privados.
Impuestos al Carbono	Provoca un cambio a vehículos más eficientes o de combustibles alternos.
Incremento en costos/impuestos vehiculares	Si los impuestos son basados en emisiones, tamaño de motor o eficiencia puede provocar un cambio hacia vehículos más pequeños y eficientes.
Cargo por congestión	Reducción en los viajes en el área de cargo, incentiva el uso de modos alternos (transporte público o no motorizado).
Cargo por kilómetros recorridos	Reducción en los kilómetros recorridos por vehículos, incentiva el cambio a vehículos más pequeños y eficientes por que el impuesto está basado en el peso y las emisiones.
Incremento en costos de estacionamiento	Reducción en la propiedad y/o uso de los vehículos, incentiva el uso de modos alternos de transporte (público o no motorizado).
Crecimiento inteligente	Incentiva el desarrollo de comunidades más accesibles, la necesidad de uso motorizados se reduce.

Nota. Martínez (2018). El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina. CEPAL. 3-49; p. 22

En definitiva, una de las políticas que más se destacan es la reducción del subsidio al combustible por lo que esto implicaría aumento precios para los combustibles convencionales y así incentivar a las personas en comprar un vehículo que no sea tan costoso de mantener como un vehículo alternativo. También es importante destacar, el impuesto vehicular ya que contribuye al uso de energías alternativas, en especial si la medida recae sobre las emisiones que emite el vehículo, De igual manera el cargo por congestión ya que este mismo beneficia a que no haya tanta densidad vehicular en las vías.

Otro autor, también hace mención a las políticas para reducción del uso de energías convencionales. Algunas de estas las menciona Pfaffenber, Djourdjin & Jahn (2006, p. 29) “La medida fiscal más conocida es el impuesto ecológico, la cual se define como recargos sobre el precio o una cantidad fijas por unidad. Estos impuestos se pueden utilizar para financiar planes de promoción de energías renovables, reducción de emisiones y aumento de los ingresos públicos”. Ante este contexto, los impuestos sirven como política para reducir el uso de energías contaminantes, y que como consecuencia también genera ingresos para el estado.

Este autor también menciona la implementación de certificados de emisión. Según Pfaffenber, Djourdjin & Jahn (2006, p. 36) “Los certificados de emisión, sirven para limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello se fija por tope una ley de las emisiones. Al principio, el volumen de emisión inicial total se asigna en los diferentes sectores en forma de certificados de emisión”. De esta forma, estos certificados fijan las emisiones por sectores económicos, con el objetivo de alcanzar un límite de producción de estos gases.

Otra de las políticas, para el impulso de energías renovables en los sectores, es el sistema de cuotas. Sauma (2012, p. 7) “En este sistema el Estado fija un porcentaje un mínimo de generación de energía a través de fuentes alternativas, aplicado sobre la cantidad de energía vendida y fija multas por el incumpliendo de las cuotas. El costo adicional es generalmente traspasado a los consumidores finales”. De esta manera, los productores de energía de fuentes convencionales deberán generar siempre cierta cantidad de energías renovables o serán sancionados monetariamente.

También, existen otros mecanismos principalmente fiscales que apoyan al fomento de las energías renovables. Sauma (2012, p. 10) “Los incentivos para el fomento de energías renovables están relacionados con programas de liberación de pagos, disminución de impuestos, fondos de apoyo a la inversión, garantías y exención de impuesto arancelarios, entre otros”. Estos mecanismos están orientados de forma más concentra a los beneficios por producción de energías alternativas para las empresas privadas.

En conclusión, estas medidas impulsan el desarrollo de las fuentes de energías alternativas o restringen el uso de energías convencionales. La primera de estas se realiza mediante la implementación de beneficios fiscales y la segunda mediante la implementación de cargas fiscales. Las medidas pueden ser implementadas de acuerdo con las condiciones de cada país, para la obtención de resultados positivos o negativos, por lo que resulta necesario una evaluación periódica de estas.

2.5 Marco conceptual

En el siguiente apartado se utilizó la teoría de Aloma & Marleve (2007), Portales (2001) y Villamizar (2013) para la definición teórica de la energía, sector transporte y desarrollo sostenible. Consiguientemente, Rincón (2020) los indicadores para energía, Niskota, Peruju, Jensinghaus & Jensen (2009) especifica los indicadores para el sector transporte y Quiroga (2001) los indicadores para medir el desarrollo sostenible. En la relación del sector transporte, uso de energía y desarrollo sostenible muestra se distribuye en Transporte sostenible Banister (2009) y Transporte insostenible Black (1997). En transporte sostenible las teorías de los autores Ruiz & Soto (2020), Cowan (2005), Mosaber & Darban (2013), Maradin (2020), Gudmundson & Harrison (2004). Por otro parte en el transporte insostenible se escogieron las siguientes teorías Lima & Galvez (2016), Sedano & Carrillo (2008), Majed & Turiq (2019), Mosaber & Arban (2013) y Mosaberpanh & Khales (2013). Igualmente, las teorías políticas respectivas como la de Cáceres & Cueva (2020), Wirth (2016), Organización de Estados Americanas (2006), González (2007), CEPAL (2013) y Singh (2014).

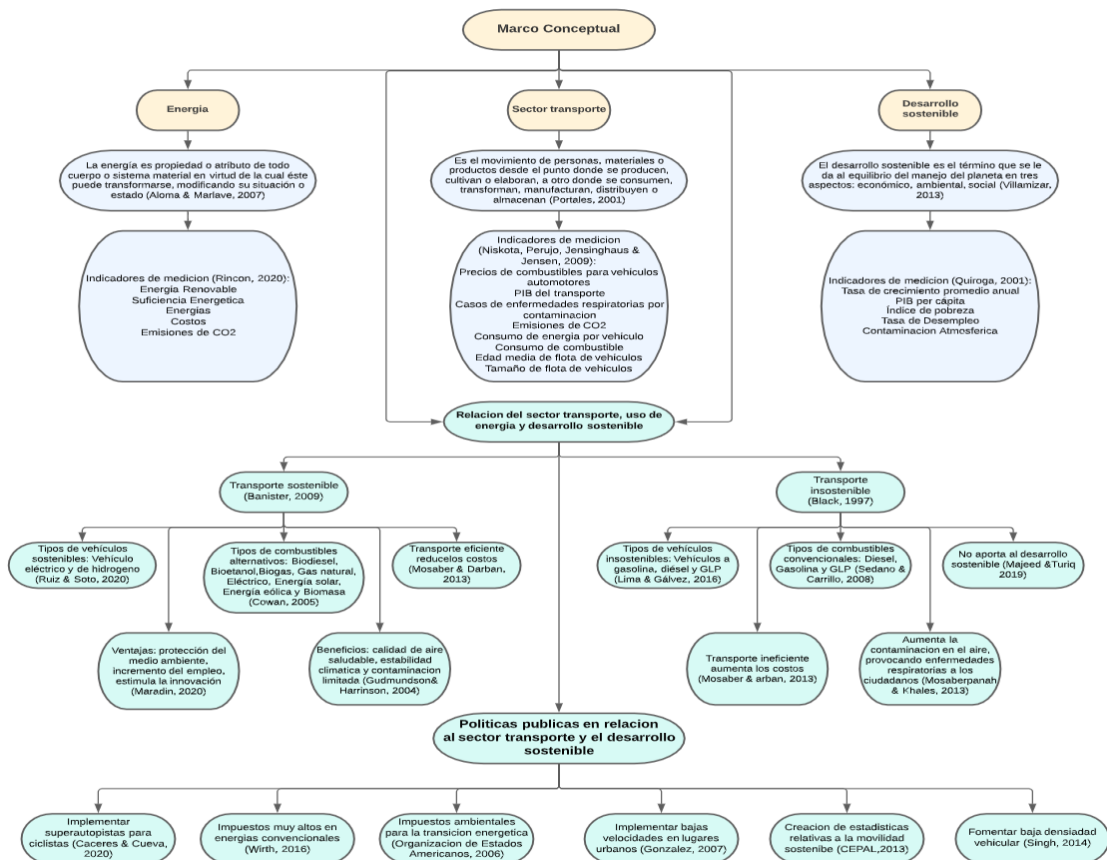


Figura 4. Marco Conceptual

En resumen, los indicadores para la correcta medición de energía se realizó la energía renovable, suficiencia energética, energías y emisiones de CO₂. Por otro lado, para medir el sector transporte se escogió variables como: precios de combustibles para vehículos, PIB del transporte, casos de enfermedades respiratorias por contaminación, emisiones de CO₂, consumo de energía por vehículo, consumo de combustible, edad media y tamaño de flota. Y por último en el desarrollo sostenible se midió con tasa de crecimiento promedio anual, PIB per cápita, tasa de pobreza, tasa de desempleo y contaminación atmosférica (producción de residuos per cápita y promedio de temperatura media máxima. Con ello se obtuvo la relación del sector transporte, uso de energía y desarrollo sostenible, por lo cual se distribuyó en transporte sostenible que usan energías renovables por ende mejor calidad de aire, protección al medio ambiente y estimula la innovación. Por otra parte, el transporte insostenible, usa combustibles convencionales, no aporta al desarrollo sostenible y aumenta la contaminación del aire, casos de enfermedades respiratorias y es un transporte ineficiente. De la misma forma, las políticas a implementar para el desarrollo sostenible es implementar superautopistas para ciclistas, impuestos altos en las energías convencionales, impuesto ambiental para la transición energética, bajas velocidades en áreas urbanas, creación estadística relativas a la movilidad, fomentar baja densidad vehicular.

2.6 Marco legal

En el siguiente apartado se hace una exploración de los artículos legales que respaldan esta investigación, por ello se hace mención a los artículos de la Constitución de la República del Ecuador, de la Ley del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, de la Ley de Eficiencia Energética, Código Orgánico del Ambiente.

Así pues, la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial artículo uno menciona:

Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto la organización, planificación, fomento, regulación, modernización y control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, con el fin de proteger a las personas y bienes que se trasladan de un lugar a otro por la red vial del territorio ecuatoriano, y a las personas y lugares expuestos a las contingencias de dicho desplazamiento, contribuyendo al desarrollo socioeconómico del país en aras de lograr el bienestar general de los ciudadanos.

De igual manera la misma ley en el artículo dos, principios generales establece:

Art. 2.- Principios Generales. - La presente Ley se fundamenta en los siguientes principios generales: 1) Principio de equidad. - El acceso a las infraestructuras y servicios del transporte a nivel nacional se lo hará con enfoque de igualdad y con respeto a los grupos de atención prioritaria. 2) Principio de libre movilidad. - Toda persona tiene derecho a transitar libremente, priorizando su integridad física, mediante los diferentes modos de transporte reconocidos en la Ley. 3) Principio de desarrollo sostenible. - El desarrollo del transporte en el país procurará un equilibrio entre los aspectos económicos, ambientales y sociales.

Por lo tanto, la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial se enfoca en la planificación, regulación, fomento y control del transporte terrestre con el propósito de proteger a los ciudadanos y los bienes que se trasladan de un lado a otro. También se sujeta a los principios en los cuales son generales, libre movilidad y de desarrollo sostenible.

Por otra parte, la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial incentiva al uso de la movilidad eléctrica y sostenible, en la sección tres que es la promoción del uso de vehículos de cero emisiones menciona:

Art. 214A.- Interés Público. - Se declara de interés público la movilidad eléctrica y sostenible; el uso de energías renovables como insumo indispensable para el fortalecimiento de la transportación y la movilidad; y, la promoción del transporte terrestre eléctrico y de cero emisiones en todo el territorio nacional.

De igual modo, en la sección tres de la misma ley por parte de incentivos a la movilidad eléctrica y cero emisiones hace mención:

Art. 214B.- Incentivos a la movilidad eléctrica y cero emisiones. - El Gobierno Central, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados dentro de su jurisdicción y en el ámbito de sus competencias, desarrollarán y promoverán incentivos que impulsen el transporte terrestre ciento por ciento eléctrico y de cero emisiones.

De manera semejante, la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad vial incentiva la caminata y el uso de bicicletas, así lo establece en la sección cuatro de la movilidad activa:

Art. 214G.- Movilidad Activa. - La movilidad activa es aquella que depende del movimiento físico de las personas, incluye la caminata y el uso de la bicicleta; se vincula a los principios de la movilidad sostenible, desde la cual se prioriza aquellos modos de transporte que generan menor impacto ambiental, social y económico. La promoción de estos modos de transporte busca disminuir el uso del vehículo a motor para desplazamientos de corta y mediana distancia.

En ese mismo contexto, la ley mencionada anteriormente en la sección tres, también incentiva a las instituciones tanto públicas como privadas:

Art. 214U.- Incentivos para servidores y empleados de instituciones públicas y privadas. - Las entidades públicas y privadas generarán planes de incentivos para sus servidores y empleados, a fin de fomentar el uso de medios sostenibles de transporte terrestre para su traslado.

En resumen, la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial demuestra que las energías renovables son indispensables para el refuerzo de la transportación y la movilidad, además que incentiva una movilidad activa mediante la caminata y la bicicleta que se relacionan a una movilidad sostenible.

Por otro lado, el Código Orgánico del Ambiente, reconoce de carácter obligatorio alternativas para el correcto uso de recursos naturales, en el numeral dos establece:

Art. 9.- Reconocer como principio ambiental de obligatoria incorporación de mejores prácticas ambientales en todas las decisiones y manifestaciones de la administración pública, que incluye promover la implementación de mejores prácticas en la producción y el consumo sostenible de bienes y servicios, con el fin de evitar o reducir la contaminación y optimizar el uso del recurso natural.

De la misma forma, el Código Orgánico del Ambiente capítulo tres del fomento de biocomercio indica:

Art. 244.- Plan Nacional. - La Autoridad Ambiental Nacional elaborará el Plan Nacional de Fomento al Uso, Procesamiento y Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad, en coordinación con las entidades competentes en la materia. Este Plan tendrá como objetivos fundamentales potenciar el uso, procesamiento y

aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y sus componentes en la matriz productiva del país; aportar a la sostenibilidad y competitividad del sistema económico previsto en la Constitución; articular todas las formas de organización económica sea pública, privada, mixta, popular y solidaria; y procurar la transición hacia sistemas de producción sostenibles que promuevan una economía competitiva, inclusiva y resiliente al cambio climático.

También, en la ley título nueve de la producción y consumo sostenible sobre los objetivos estratégicos establece:

Art. 667.- Objetivos estratégicos.- La Autoridad Ambiental Nacional, dentro de la Política Ambiental Nacional y el Plan Nacional de Inversiones Ambientales, definirá los lineamientos programáticos de producción y consumo sostenible, con base en los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, las disposiciones aplicables de los instrumentos internacionales ratificados por el Ecuador en la materia y la gestión estratégica de la biodiversidad en referencia al cambio climático y la calidad ambiental. Se promoverá la adopción de prácticas de producción y consumo sostenibles que contribuyan a mejorar el desempeño ambiental, mejorar la competitividad y reducir los riesgos para la salud humana y ambiente.

Mediante estos artículos, se puede observar que se buscan alternativas para la producción y el consumo de bienes y servicios para tener sostenibilidad ya que a la final mediante las acciones de administración pública llegan a ser perjudiciales para el medio ambiente. Además, engloba las tres dimensiones de la sostenibilidad para mantener un correcto empleo de la producción y el consumo.

Dentro de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética tiene como enfoque un buen manejo de energías para mantener la sostenibilidad, así lo menciona en el capítulo uno disposiciones ambientales:

Artículo 1.- Objeto y ámbito.- La presente Ley tiene por objeto establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética – SNEE, y promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país; al ser más eficiente, aumentar la productividad energética, fomentar la competitividad de la economía nacional, construir una cultura de sustentabilidad ambiental y eficiencia energética, aportar a la mitigación del cambio climático y garantizar los derechos de las personas a vivir en un ambiente sano y a tomar decisiones informadas. El ámbito de esta Ley se circunscribe a todas las actividades de carácter público o privado, institucional o particular, para las que se efectúe una transformación y/o consumo de energía de cualquier forma y para todo fin.

Igualmente, de la misma ley en el artículo de declaración de interés nacional establece:

Artículo 2.- Declaración de Interés Nacional. - Se declara de interés nacional y como política de Estado, el uso eficiente, racional y sostenible de la energía, en todas sus

formas, como elemento clave en el desarrollo de una sociedad solidaria, competitiva en lo productivo y preocupada por la sostenibilidad económica y ambiental.

En pocas palabras, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética fomenta el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todos sus tipos de formas como elemento importante en el desarrollo de la población, también para que llegue hacer más favorable el uso de energías y con ello garantizar un ambiente sano a las futuras generaciones.

CAPÍTULO III

3. Metodología de la investigación

En esta sección se presenta el método de investigación utilizado, el tipo de investigación, las fuentes de información tanto primarias como secundarias, los instrumentos de levantamiento de información, la población y muestra de estudio, y las herramientas de análisis de información.

3.1 Método

Se aplica el método deductivo en el presente trabajo investigativo. De acuerdo con Abreu (2014, p. 200) “El método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad”. Es decir, por medio de este método parte de lo general a lo particular.

Por otra parte, el método cuantitativo se emplea en el trabajo investigativo. Según Pita & Pértegas (2002, p. 76):

Es aquella en donde se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra.

En el método cuantitativo, se puede determinar por medio de técnicas de medición las variables de estudio de la investigación para su próxima correlación.

3.2 Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva y correlacional. La investigación de tipo descriptiva, como señala Neill & Suarez (2017, p. 33) “Se enfoca a describir la realidad de determinados sucesos, objetos, individuos, grupos o comunidades a los cuales se espera estudiar. Mediante este tipo de investigación, la descripción de un hecho o situación concreta va más allá de un simple detalle de características”. A partir de esto, se logra un enfoque más detallado de la investigación.

Respecto a la investigación de tipo correlacional. Como expone Hernández, Fernández & Baptista (2014, p. 93) “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables”. Como afirma el autor, este tipo de investigación permite medir la interacción entre las variables, y cómo una guarda relación con la otra.

En la presente investigación, se realizó la estimación las emisiones de tCO₂e por parte del sector transporte terrestre de Guayaquil durante el periodo 2014-2020 mediante el uso de energías convencionales y cómo estas terminan relacionándose con el desarrollo sostenible de la urbe. También mediante una simulación por implementación de energías alternativas de dos tipos: gas natural comprimido vehicular en reemplazo de la gasolina (combustible convencional) y el biodiésel de palma en reemplazo del diésel (combustible convencional), bajo la misma demanda energética de los años correspondientes, se estimarán las nuevas emisiones y como estas pueden aportar o no al desarrollo sostenible.

Posteriormente mediante los precios de los combustibles, se determina la comparación del costo que implicaría el implemento de las energías alternativas y como este favorecería o no al medio ambiente.

En principio de las principales variables de la investigación son: el número de vehículos, el precio promedio de los combustibles, el consumo anual de combustibles y el número de casos de morbilidad por contaminación atmosférica.

Tabla 27*Operalización de las variables*

Operalización de las variables		
Variables de estudio	Indicador	Fuente
Sector transporte terrestre	Número de vehículos del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020	Anuario de Estadísticas de Transporte. INEC (2014-2020)
	Precio promedio de los combustibles en Ecuador 2014-2020 (USD por galón)	EP-Petroecuador
Energías convencionales	Consumo de combustible anual del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020 (Millones de galones)	Asociación de Industria Hidrocarburíferas de Ecuador (2014-2020)
Desarrollo sostenible	Número de casos de morbilidad por contaminación atmosférica	Registros estadísticos de camas y egresos hospitalarios (2014-2020)

Posteriormente se obtuvieron nuevas variables a partir de las estimaciones y simulaciones realizadas estas variables son: consumo anual de combustibles alternativos, emisiones de tCO₂e y los costos de sustitución.

Tabla 28*Operalización de las variables para estimaciones y simulaciones*

Operalización de las variables para estimaciones y simulaciones		
Variabes de estudio	Indicador	Fuente
Sector transporte terrestre	Precio promedio de los combustibles alternativos: gas natural comprimido y biodiésel de palma (USD por galón)	Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico
Energías alternativas	Consumo de combustible alternativo anual del sector transporte terrestre de Guayaquil bajo la misma demanda 2014-2020 (Millones de galones)	A partir de la Metodología de estimación de emisiones de CO ₂ e (2006) para fuentes móviles del Intergovernmental Panel on Climate Change
Desarrollo sostenible ambiental	Emisiones de tCO ₂ e del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020 (Toneladas de CO ₂ e)	Metodología de Estimación de emisiones (2006) para fuentes móviles del Intergovernmental Panel on Climate Change
	Emisiones de tCO ₂ del sector transporte terrestre de Guayaquil mediante el uso de energías alternativas (Toneladas de CO ₂ e)	Metodología de Estimación de emisiones (2006) para fuentes móviles del Intergovernmental Panel on Climate Change
Desarrollo sostenible económico	Costos de sustitución por implementación de energías alternativas (USD)	-

3.3 Fuentes de recopilación de información

En la presente investigación las fuentes de información obtenidas son de tipo secundarias.

3.3.1 Fuentes secundarias

En la investigación documental secundaria se utilizaron: anuario de estadísticas de transporte de Ecuador proporcionados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), reportes de Petróleo en cifras de la Asociación de Industrias Hidrocarburíferas de Ecuador (AIHE), información del Balance Energético Nacional del Ministerio de Recursos Naturales no Renovables de Ecuador, los registros estadísticos de cama y egresos hospitalarios proporcionados por el INEC, artículos de estudios relacionados al sector transporte, uso de energías alternativas y desarrollo sostenible. Por último, se utilizó, la metodología del IPCC (2006) Estimación de CO_{2e} por fuentes móviles.

3.4 Población y muestra

La población de estudio utilizada para el análisis corresponde, al sector transporte terrestre de Guayaquil durante el periodo 2014-2020. En 2020, el total de vehículos en la urbe corresponde a 512.592.

3.5 Herramientas de análisis a utilizar

Para el desarrollo del estudio se utilizó la herramienta de Microsoft Excel.

Por medio del uso de esta herramienta, se realizó el análisis gráfico del comportamiento de los principales indicadores del sector transporte terrestre de Guayaquil y también para evaluar el comportamiento de los principales indicadores de desarrollo sostenible.

También se realizó el análisis gráfico del comportamiento de las emisiones de CO₂ del sector transporte terrestre de Guayaquil durante el periodo 2014-2020, en base al cálculo de las emisiones de CO_{2e} para fuentes móviles los pasos desarrollados fueron los siguientes:

- Conversión del consumo de galones de combustibles a toneladas métricas del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020
- Conversión del consumo de combustibles en toneladas métricas a Tera Joules por tipo de combustible consumido.
- Conversión del consumo de energías en Tera Joules a el contenido de carbono en toneladas por tipo de combustible consumido
- Conversión del contenido de carbono por tipo de combustible a las emisiones totales de CO₂e en toneladas
- Total, de emisiones de tCO₂e en Guayaquil del sector transporte terrestre de Guayaquil por tipo de combustible durante el periodo 2014-2020.

Una vez obtenidas las emisiones se realizó el análisis gráfico del comportamiento de las emisiones totales en tCO₂e por tipo de combustible consumido del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020. Posteriormente el análisis gráfico del comportamiento de las emisiones totales de tCO₂e mediante la implementación de combustibles alternativos durante los años de estudio 2014-2020

Y por último el análisis gráfico de los costos generados por sustitución de energías convencionales (gasolina y diésel) a energías alternativas (gas natural comprimido y biodiésel de palma) para determinar la brecha monetaria que existe frente a una transición energética del parque automotor de Guayaquil.

CAPÍTULO IV

4. Análisis de los resultados

En esta sección, se describe la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en donde se utilizaron los diferentes indicadores propuestos en la teoría. En primer lugar, se realiza la caracterización del sector transporte terrestre; luego se presenta la caracterización del desarrollo sostenible de Guayaquil; en tercer lugar se muestran las políticas públicas con relación al sector transporte terrestre y el desarrollo sostenible, después se realiza la metodología del IPCC 2006 para combustión móvil donde se estiman las emisiones de CO₂e anuales durante el periodo 2014-2020 y a su vez se presenta la comparación de los costos de sustitución de las energías convencionales utilizadas en Guayaquil por las energías alternativas, y en último lugar se manifiesta una propuesta de acciones para promover el uso de energías alternativas utilizadas en el sector transporte terrestre y de esta forma aportar al desarrollo sostenible.

4.1 Caracterización del sector transporte terrestre de Guayaquil

En este apartado se realiza la caracterización del sector transporte terrestre de Guayaquil, en las que se presentan, la cual comprende: Análisis del PIB del sector, precio de los combustibles, número de vehículos motorizados, índice de motorización, número de vehículos por clase y por tipo de combustible, y por último el consumo anual de combustibles.

4.1.1 Análisis del PIB del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020

El primero de los indicadores de caracterización del sector transporte terrestre de Guayaquil corresponde a el PIB del sector mencionado. En la figura 5 se observa el PIB del sector transporte terrestre de Guayaquil. En el periodo estudiado se evidencia un comportamiento creciente lo cual represento un total de 28.80% en el año 2014 al 2019.

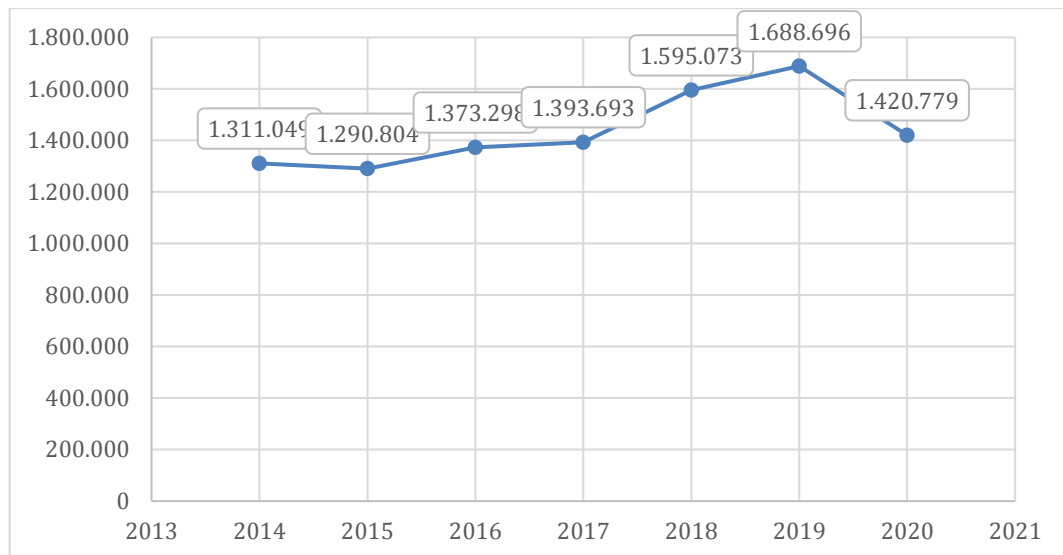


Figura 5. PIB del sector transporte terrestre de Guayaquil 2010-2020 (Miles de Millones USD).

Nota. Adaptado de Banco Central del Ecuador. Boletín Anuario 2010-2020.

Es importante mencionar que durante el año 2014 fue donde menos productividad alcanzó el PIB ya que solamente logró atribuir a la economía un total de USD 1,311,049,000 millones. Por otro lado, en el año 2019 se consiguió la más alta productividad, con una cantidad de USD 1,688,686 millones por lo que se efectuó una gestión económica productiva, en el año establecido, porque el resultado de este sector está vinculado con el comportamiento positivo de la mayoría de las actividades productivas y al aumento de las importaciones, que tienen una vinculación con los servicios de transporte.

Además, del año 2014 al 2020 tuvo un crecimiento del 8%, sin embargo, en el año 2020, el PIB del sector transporte decayó un total del 15,86% con respecto al año 2019 por el motivo de la pandemia COVID-19 que hubo restricciones de movilidad, además que al principio de la pandemia la mayoría de los trabajos se hacían en la modalidad online por lo que los ciudadanos no necesitaban transporte para sus actividades. El subsidio también incidió en esta caída porque aumentaron los precios de los combustibles, y dado a ello los transportistas suspendieron por un tiempo su actividad ya que no les parecía beneficioso mantenerse trabajando con esos precios de los combustibles y el sueldo que ganaban.

En conclusión, el sector transporte terrestre de Guayaquil no se ha visto afectado en gran parte del periodo estudiado, la creciente actividad comercial, la actividad de servicios ha mantenido al sector en crecimiento productivo. Sin embargo, es importante resaltar que es necesario una reactivación de este sector en específico del servicio de transporte, puesto que durante el último periodo casualmente con la reducción de los subsidios se afectaron los costos operacionales y la reducción de los pasajeros producto del confinamiento del servicio de transporte siendo los transportistas los mayores afectados.

4.1.2 Análisis de los precios de los combustibles convencionales de Ecuador 2010-2020

El segundo de los indicadores comprende a los precios de los combustibles convencionales en donde como principales se destacan el precio de diésel, la gasolina súper y la gasolina extra, aunque a partir de estos se pueden derivar otros derivados similares a los que comúnmente se consumen.

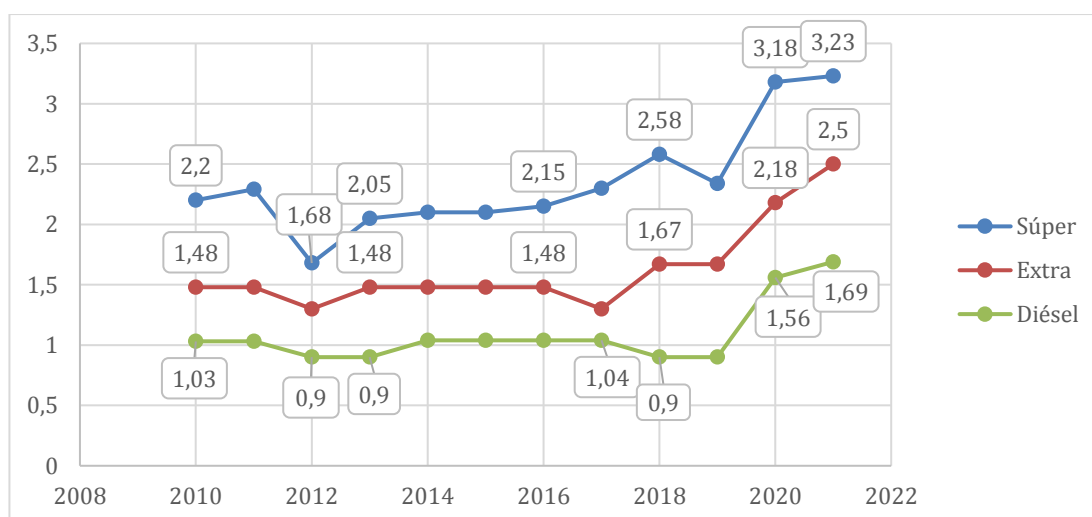


Figura 6. Precios de los combustibles de Ecuador 2010-2021 (USD por galón)

Nota. Adaptado de EP-Petroecuador. Estructura de precios 2010-2021.

Ecuador a pesar de los años ha mantenido un bajo precio de los combustibles por el gasto del subsidio que hace el Estado. En primera instancia, el 2012 fue uno de los años donde más bajo fue el precio de los tres combustibles Súper (1,68), Extra (1,3) y Diésel (0,9) por el motivo que el subsidio abarcaba gran cantidad del gasto por la política que estableció el expresidente Rafael Correa en lo cual la gasolina súper

abarcaba un 37% de subsidio y el diésel una cantidad de 46% subsidiada. En segunda instancia se observa como en el transcurso del periodo 2010 al 2021 fueron creciendo los precios de los combustibles porque quitaron poco a poco el subsidio de estos, se muestra un crecimiento del 46 % del año 2021 comparado con el año 2010 en el precio de la gasolina súper, mientras que, por otro lado, la gasolina extra ha aumentado un 68,91%, de la misma manera pasa con el precio del diésel ya que aumento 64,07%.

Otro punto por destacar es el precio más costoso de la gasolina súper (3,23), Extra (2,50) y Diésel (1.69) ya que fueron en el año 2021 por la causa que ya no se aplica tanto el subsidio en los tipos de combustibles porque Ecuador quiere llegar a tener los precios internacionales.

En conclusión, los precios de los combustibles en gran parte del periodo estudiado mantenían sus precios estables y no sufrían las fluctuaciones de los precios internacionales debido a que se mantenían subsidiados por el estado ecuatoriano. Por lo que una vez reducidos las afectaciones económicas se empezaron a notar a pesar de que su consumo no se redujo, actualmente las fluctuaciones de los precios en estos tres tipos: gasolina súper, gasolina extra y diésel son muy variables.

4.1.3 Análisis por clase del total de vehículos motorizados del sector transporte terrestre de Guayaquil

El tercero de los indicadores está relacionado con el parque automotor de la urbe en donde se presentan los principales tipos de vehículos utilizados por el sector transporte terrestre de Guayaquil, de acuerdo con su clase, estos son: automóviles, camionetas, SUVs, motocicletas y vehículos pesados.

Dentro del periodo analizado entre 2010 y 2020, se determinó que el automovil es el medio de transporte con mayor porcentaje dentro del parque automotor de la urbe, en promedio el parque aumotor de automoviles ha crecido en un 27% más desde el inicio del periodo hasta 2020, y en promedio del total de vehículos que cada año se matriculan en la urbe el 37.19 corresponde a los automoviles. En un principio existian 127.160 automóviles, actualmente existe 168.120 vehiculos.

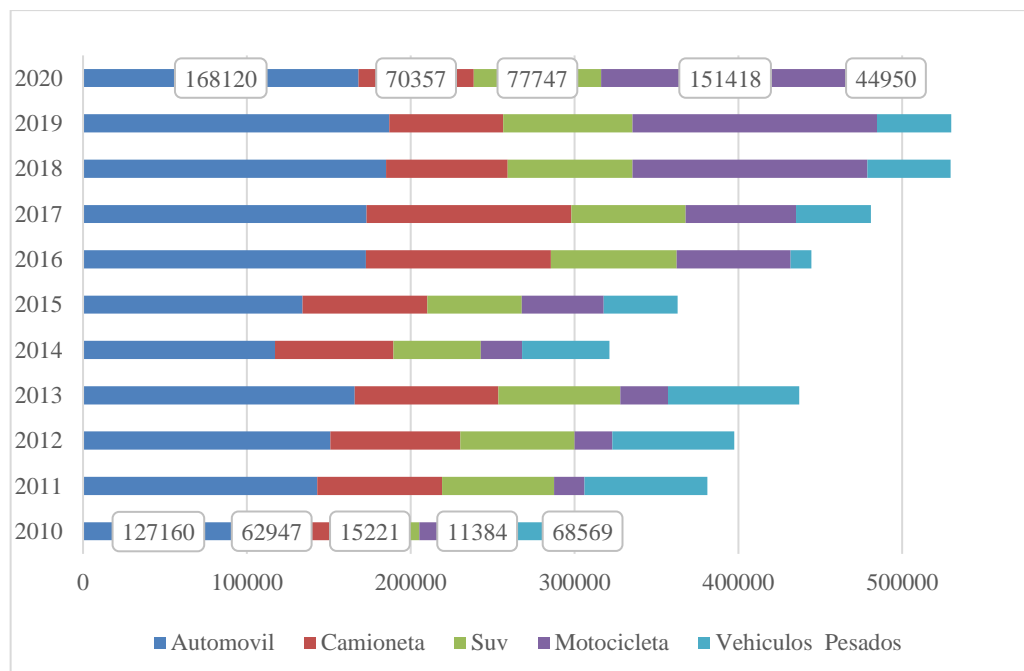


Figura 7. Número de vehículos motorizados por clase del sector transporte terrestre de Guayaquil 2010-2020

Nota. Adaptado de la Agencia Nacional Ecuatoriana de Transporte (2010-2020). Anuario de estadísticas de transporte.

En segundo lugar se encuentran las motocicletas, que durante el periodo estudia en solo uno de sus años presentan decrecimiento en su número dentro del parque automotor, efectuandose este decrecimiento en el 2014. Posterior a ese año el parque de motocicletas ha venido en aumento, siendo el 2018 donde se produjo el crecimiento más representativo con 112% más que en el 2017, donde alcanzó a representar más del 27% de la ocupación dentro del parque automotor en general, superando a las SUVs y a la camioneta. Durante el año 2019 y 2020 también se produjeron crecimiento menos significativos de 4% y 1%, en esos mismos años la participación en el parque automor fue del 28% y 29% repectivamente.. Por lo que podemos concluir que este medio de traslado ha crecido notablemente en un periodo muy corto, pues desde 2012 a 2020, el crecimiento fue de 1230%.

En tercer lugar, se encuentran las SUVs y los camionetas, entre ambas el pocentaje de ocupación del parque automor ha sido variable. Cabe resaltar que para la comparación de estos medios de transporte es importante dividirlos en dos periodos. Pues durante 2010 hasta 2017 las camionetas ocupaban gran parte del parque automor en promedio el 22.12%, pero a partir de 2018, su participación decayó al 13.63%,mientras que la partipación de las SUV's aumentó. Esto se refleja en el

aumento del número de vehículos dentro de este medio. Por lo que mediante un análisis rápido se determina que existió un efecto sustituto en la adquisición de estos bienes. Es decir la preferencia del consumidor por la SUV's en lugar de la camioneta.

Ya por último, se encuentran los vehículos pesados que en general el número de estos vehículos ha decrecido a lo largo del periodo analizado, pasando de 68569 a 44950. La causa principal de la caída de estos últimos se debe al envejecimiento de su parque automotor, en especial al rubro de las furgonetas, solo la reducción de estas ha pasado de 21000 unidades a 13908. Otros aspectos que empujaban el decrecimiento de este medio es que durante 2015 se vio afectada la importación de medios en donde se aplicaba un arancel a aquellos productos provenientes de otros países por lo que la adquisición de estos se veía afectada ya que los altos precios impedían a los empresarios adquirirlos. Este parque también comprende a vehículos de alto cilindraje, por lo que el costo tiende a ser más caro y solo pueden ser adquiridos por los grandes productores o comerciantes.

En conclusión durante el periodo estudiado entre 2010 y 2020, se destaca el principal crecimiento de los automóviles y de las motocicletas, actualmente ocupan más del 50% de las clases de vehículos de transporte terrestre del sector. Entre las camionetas y las SUVs se ha presentado una sustitución por preferencias de los usuarios de transporte debido a que actualmente la ocupación de las SUVs supera a la de las camionetas. Por otra parte, los vehículos pesados han perdido espacio dentro del porcentaje total del parque automotor de Guayaquil, pero cabe especificar que no es porque su flota no haya aumentado sino más bien porque el transporte ligero ha mantenido un crecimiento muy superior a lo de los vehículos pesados.

4.1.4 Análisis del índice de motorización del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020

Otro de los indicadores relacionados con el parque automotor de la urbe es el índice de motorización. Este indicador relaciona la cantidad de vehículos que existen en la ciudad por cada 100 habitantes. En Guayaquil este indicador ha mantenido un comportamiento creciente.

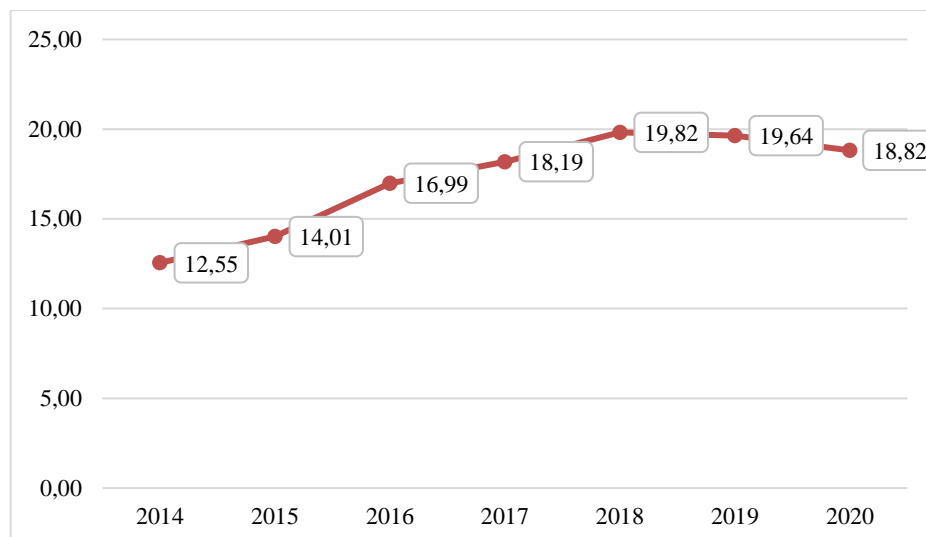


Figura 8. Índice de motorización en Guayaquil 2014-2020 (Número de vehículos por cada 100 habitantes)

Nota. Agencia Nacional Ecuatoriana de Tránsito (2020). Anuario de estadísticas de transporte.

El índice de motorización en Guayaquil muestra un comportamiento creciente durante el periodo estudiado, en los cuales destacan los años de 2016 y 2019 como los puntos en donde mayor crecimiento tuvo este índice, solo de 2014 a 2016 aumentaron en 4 los vehículos por cada 100 habitantes en la urbe, y en 2019 aumentaron a 3 más por cada 100 habitantes, situación que nos deja en el contexto actual de 19 vehículos por cada 100 habitantes, lo que representa un problema para la sociedad debido a que el crecimiento acelerado de la flota vehicular es mayor al crecimiento poblacional.

A pesar de que no existe una medida de valores mínimos o máximos predeterminados para su elavucción si permite tener una referencia del por qué la congestión vehicular ha aumentado, o el por qué de la mala distribución del espacio vial. Donde cada vez, es más frecuente que gran parte de la red de transporte este ocupado por los vehículos motorizados y se de menos espacio a los medios de traslado alternativos.

En concusión, el aumento del índice de motorización es un problema que exige una pronto evaluación puesto que la infraestructura de transporte que realizan los municipios está adaptada para proyecciones de crecimiento del parque automotor. Sin embargo existe la posibilidad de que durante los últimos años el crecimiento no haya

sido el esperado por lo que sería necesario la implementación de medidas mitigantes para que no se sigan intensificando los problemas anteriormente mencionados.

4.1.5 Análisis por tipo de combustible del total de vehículos motorizados en el sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020

El sector transporte Terrestre de Guayaquil, puede ser clasificado por número de vehículos que utilizan algún tipo de combustible: estos pueden ser de energías convencionales como el diésel y la gasolina, y de energías alternativas como electricidad o eléctrica y de combustión.

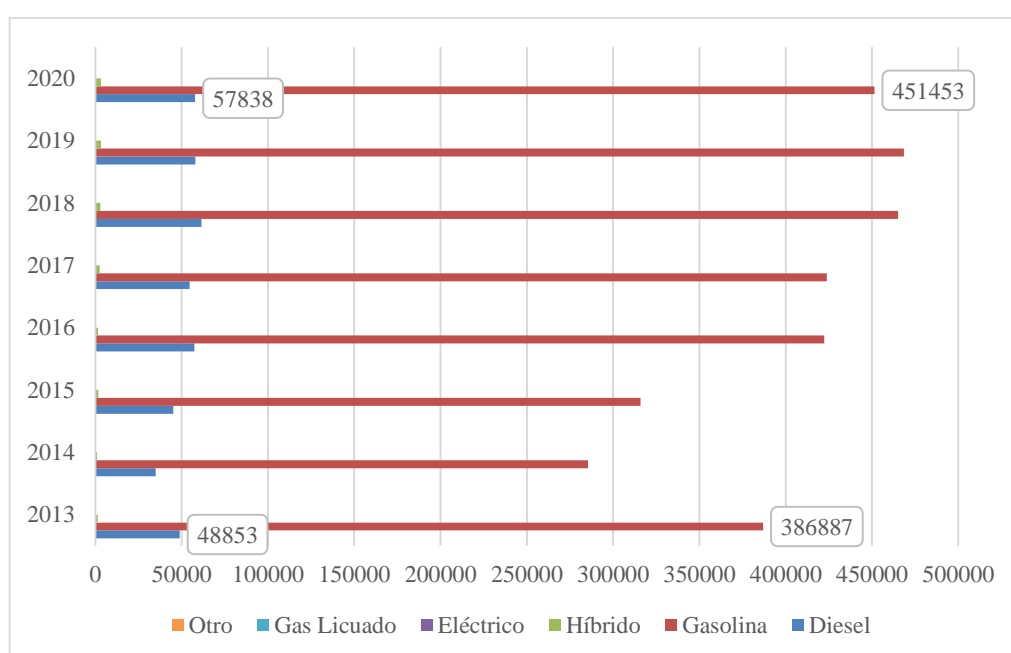


Figura 9. Número de vehículos por tipo de combustible del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020.

Nota. Adaptado de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Anuario de estadísticas de transporte 2013-2020.

Dentro del periodo analizado, entre 2013 y 2020. La mayoría de vehículos funcionan con un motor de combustión a gasolina y a combustión a diésel. Durante el 2013 los vehículos que funcionaban con motor a gasolina representaban el 88.50% del total, mientras que los vehículos a diésel representaban el 11.17% y en una proporción mucho menor, que no llega ni al 1% los vehículos híbridos y eléctricos. En 2020, esta ocupación sigue siendo bastante similar pues el 88.07% de los vehículos funcionan a gasolina y los vehículos a gasolina el 11.83% del consumo, ya por último se encuentran los vehículos eléctricos e híbridos con una ocupación de 0.006%. En

este aspecto es importante resaltar la proporción de híbridos y eléctricos suele ser variable de acuerdo a la fuente, AIHE afirma que existe más del 1% del mercado que utiliza vehículos híbridos.

Es importante mencionar que el número de vehículos de automoviles y el número de motocicletas influye de gran manera debido a que la mayoría de estos funcionan a gasolina. Más del 98% de los automoviles en 2020 funcionan con motor a gasolina al igual que las motocicletas donde alcanzan el 99% . Y siendo estos dos los medios de transporte terrestre con mayor número dentro del parque automotor hace que la participación de esta energía a combustión sea la más utilizada.

En conclusión la energía mayormente utilizada por el parque automotor de Guayaquil es energía de combustión fósil y en específico del combustible gasolina pero esto se debe a que gran parte del parque automotor está ocupado por motocicletas y automóviles siendo estos causalmente los que necesitan esencialmente de este combustible para el funcionamiento de sus motores.

4.1.6 Análisis del número de vehículos por tipo de energía utilizada del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020

El sector transporte Terrestre de Guayaquil también se puede clasificar por tipo el tipo de vehículo de acuerdo con la energía utilizada, estas pueden ser de dos tipos, energías alternativas y energías convencionales (diésel y gasolina).

Durante el periodo estudiado entre 2013 y 2020, los vehículos con que funcionan con energías convencionales han aumentado en un 58% para vehículos que funcionan con gasolina y un 65% para vehículos que funcionan con diésel. Mientras que los vehículos alternativos han duplicado su crecimiento pasando de 1397 vehículos en 2013 a 3301 en 2014.

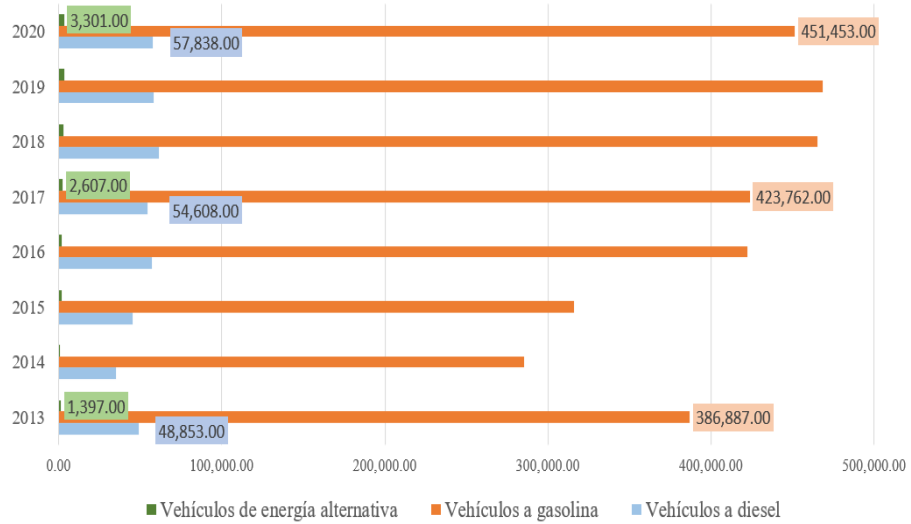


Figura 10. Número de vehículos por tipo de energía utilizada del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020

Nota. Agencia Nacional Ecuatoriana de Tránsito (2013-2020). Anuario de estadísticas de transporte.

Entre los cuales podemos destacar el crecimiento de los vehículos que híbridos los cuales han presentado un crecimiento del 135%, al igual que los vehículos electricos los cuales han crecido en 850%. Sin embargo los vehículos a GLP han reducido su cantidad pasando de 36 vehículos a 11 vehículos.

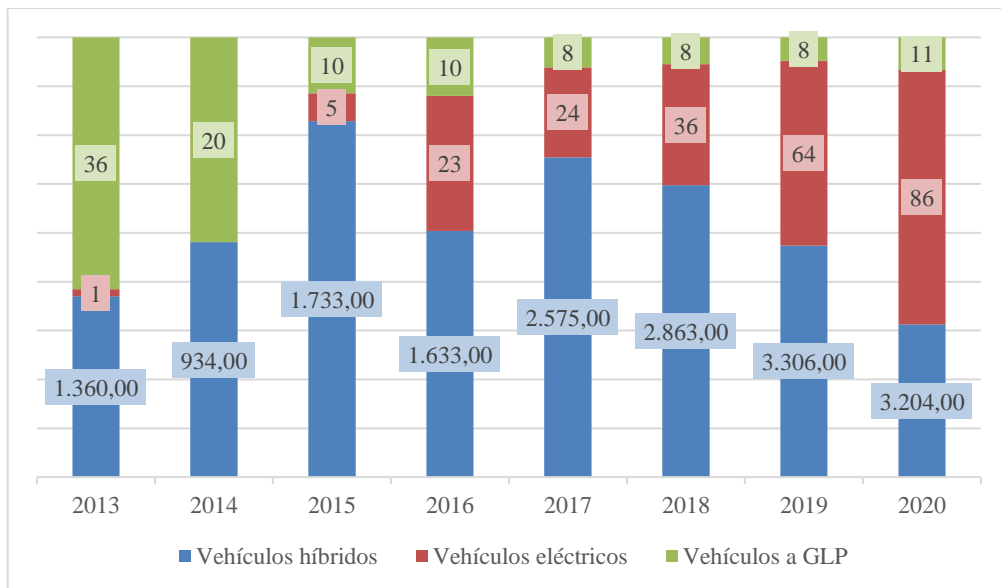


Figura 11. Número de vehículos por tipo de energía alternativa utilizada del sector transporte terrestre de Guayaquil 2013-2020

Nota. Agencia Nacional Ecuatoriana de Tránsito (2013-2020). Anuario de estadísticas de transporte.

En conclusión, se observa un crecimiento de los vehículos de energías alternativas pero no a un ritmo acelerado a pesar de que los rendimientos indican lo contrario puesto que a pesar aumentar su número las vehiculos que funcionan con energías convencionales siguen ocupando la mayor cantidad del parque automotor de Guayaquil. Sin embargo es importante destacar el crecimiento de los vehículos híbridos, que de acuerdo a las estadísticas parece ser el tipo de energía alternativa más viable y de mayor preferencia de los usuarios de transporte guayaquileños.

4.1.7 Análisis del consumo de combustible del sector transporte terrestre de Guayaquil 2014-2020

Como se mencionó en los apartados anteriores, el parque automotor de Guayaquil hace uso mayoritario de energías convencionales, debido a que sus principales vehículos funcionan con este tipo de energía, por lo que es relevante caracterizar el consumo anual de estos combustibles, los cuales se dividen en tres: gasolina extra, gasolina súper y diésel.

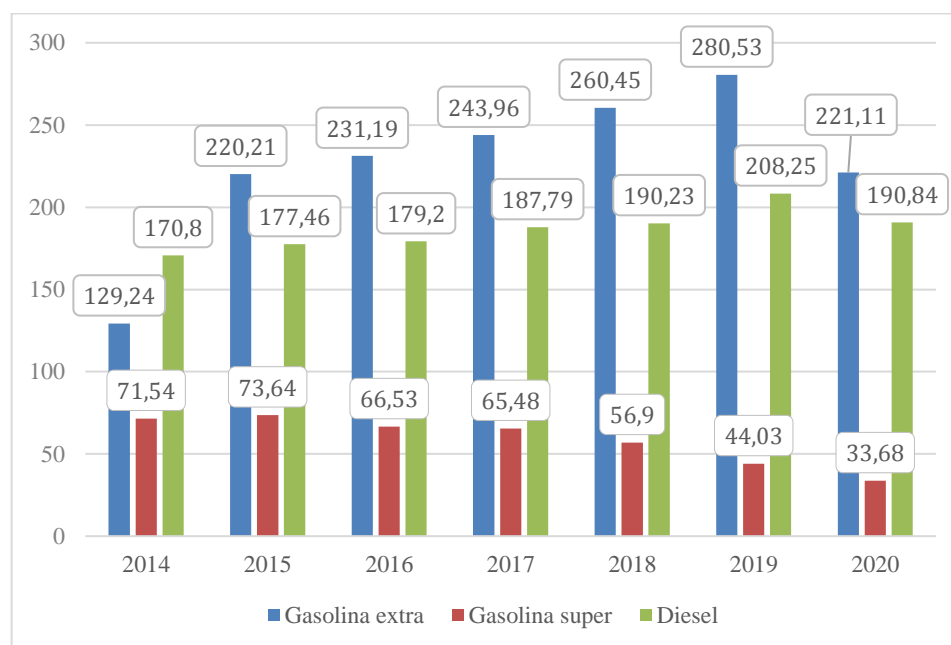


Figura 12. Consumo combustible del sector transporte terrestre Guayaquil 2014-2020 (Millones de galones).

Nota. Adaptado de: Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (2020). El Petróleo en Cifras. 3-59; p. 31.

Dentro del periodo analizado, entre 2014 y 2020. Los datos presentados demuestran que efectivamente el aumento del consumo de combustible de gasolina ha

crecido a través del tiempo, pasando de 129.24 millones galones anuales a 221.11 millones de gasolines anuales, lo que representa un crecimiento de 71.08%. Sin embargo 211.11 no es la cifra máxima alcanzada durante el periodo estudiado. En 2020 por efectos de la pandemia el consumo se vio reducido en un 21.18% a diferencia del año anterior donde el consumo fue de 280.53 millones de galones anuales.

Por otra parte la gasolina súper si ha sido menos consumida por parte de los Guayaquileños, pues desde 2014 hasta 2020 el consumo se redujo en más del 52.92%, el decrecimiento de este combustible ha sido progresivo a través del tiempo, solo en 2015 creció en un 2% y luego de ese año solo se presentan menos cantidad consumida por el sector transporte terrestre de la ciudad.

Por último, el diésel ha presentado un crecimiento en el consumo de 11.73% entre los años 2014 a 2020. Sin embargo así mismo, como en el caso de la gasolina aquel año no representó el año de mayor consumo, por efectos de la pandemia el consumo de diésel se vio reducid en un 8.36%. En el año 2019 se alcanzó la cifra de 208.25 millones de barriles anuales.

Para concluir con esta parte, queda demostrado el gran consumo de la gasolina y diésel dentro del transporte terrestre de Guayaquil. Mientras que la gasolina súper ha perdido espacio dentro del mercado de combustibles.

Como conclusión de esta sección, el sector transporte terrestre de Guayaquil posee una alta densidad vehicular, además gran parte del parque automotor del país es ocupado por las motocicletas y los automoviles, también el crecimiento de los vehículos pesados ha sido menor con relación a los vehiculos ligeros. También, el sector transporte terrestre de Guayaquil, debido al crecimiento continuo del número de vehículos ha presentado una mayor tendencia al consumo de combustibles específicamente de gasolina y diésel, siendo estas las principales energías convencionales utilizadas, dejando de lado el uso de las energías alternativas que representan un porcentaje mínimo en comparación con las energías convencionales.

4.2 Caracterización del desarrollo sostenible en Guayaquil

En este apartado, se presenta la caracterización del desarrollo sostenible en Guayaquil mediante el uso de indicadores propuestos por la teoría en donde se analizan los tres tipos de enfoque del desarrollo sostenible: para el enfoque económico se utilizó la tasa de crecimiento del PIB y PIB per cápita, para el enfoque social se utilizó la tasa de desempleo y el índice de pobreza, y por último para el enfoque ambiental se utilizó la producción de residuos per cápita y el promedio de temperatura máxima media.

4.2.1 Análisis del enfoque económico del desarrollo sostenible de Guayaquil

En el aspecto económico se evaluaron los indicadores crecimiento del PIB y PIB per cápita de Guayaquil. En la figura 13, se observa la tasa de crecimiento promedio anual del PIB de Guayaquil, este indicador forma parte del desarrollo sostenible en el aspecto económico debido a que por medio de la tasa de crecimiento anual de bienes y servicios se puede determinar el funcionamiento básico de la economía y si la sostenibilidad de esta se encuentra en riesgo o no, gracias a los registros históricos.

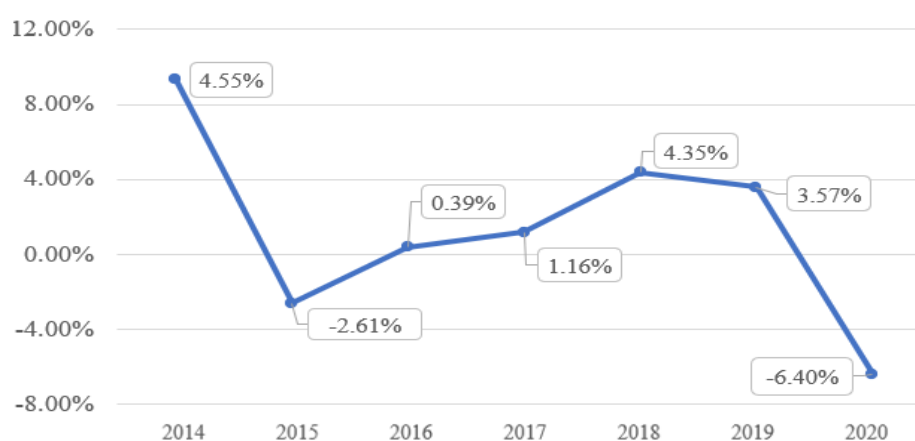


Figura 13. Tasa de crecimiento promedio anual del PIB de Guayaquil 2014-2020 (Porcentaje)

Nota. Banco Central del Ecuador (2020). Cuentas nacionales regionales.

Respecto al PIB de Guayaquil, los porcentajes muestran que solo durante 2015 y 2020 se produjeron grandes decrecimientos del PIB mientras que para los años siguientes la economía se ha mantenido en el crecimiento promedio del país entre el 1% y 3% lo cual indica que no se han visto condiciones los aspectos de sostenibilidad

económica sino más bien los sectores se han desarrollado en el crecimiento de la productividad y el empleo. Entre los cuales destacan los sectores como: manufactura, construcción, comercio, transporte y las actividades profesionales como pilares fundamentales de aportación al PIB de la urbe empleo. Exceptuando el último año donde se vio afectado en gran parte el sector de la construcción y del transporte, mientras que las otras dos actividades mencionadas anteriormente lograron afrontar las condiciones que suponía la pandemia mundial.

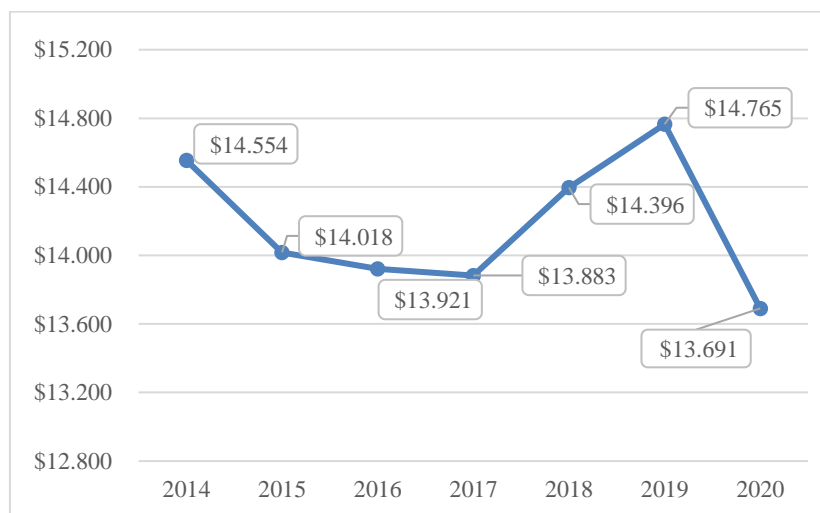


Figura 14. Producto Interno Bruto per Cápita en Guayaquil 2014-2020 (USD por habitante)

Nota. Banco Central del Ecuador (2020). Cuentas Nacionales Regionales.

En la figura 14, se presenta el PIB per cápita anual de Guayaquil. Este indicador forma parte de los indicadores de desarrollo sostenible en donde se mide la riqueza o sostenibilidad económica por habitante durante los periodos. Bien es sabido que, un mayor nivel de renta una relación directa con el nivel de educación, del poder adquisitivo y de desarrollo económico. Sin embargo, este indicador es cuestionado debido a que no toma en cuenta aspectos como la desigualdad en el reparto de las riquezas.

No obstante, sirve como referencia para la sostenibilidad productiva de la urbe, y al mantener una relación directa con el PIB la distribución de la riqueza ha presentado tendencias constantes entre 2015, 2016 y 2017 ya que el crecimiento económico fue de apenas -2.65%, 0.39% y 1.16% respectivamente. En los años posteriores la distribución crece hasta alcanzar el máximo de \$14,765 por habitante, para en 2020

caer a \$13,691 por habitante, a causa de las condiciones ya antes mencionadas suscitadas durante ese año.

En resumen, los indicadores de enfoque económico como la tasa de crecimiento promedio anual y PIB per cápita, permiten conocer de forma puntual como se ha desarrollado la economía en Guayaquil durante el periodo 2014-2020. En contextos generales los indicadores muestran una estabilidad en el sentido de que los valores nominales del PIB per cápita y el crecimiento del PIB no ha variado fuertemente, a excepción del año 2020.

4.2.2 Análisis del enfoque social del desarrollo sostenible en Guayaquil

En esta sección, se realiza el análisis de los indicadores del enfoque social del desarrollo sostenible mediante la tasa de pobreza y la tasa de desempleo. Consiguientemente, en la figura 15 se muestra la tasa de pobreza en Guayaquil en el periodo 2014 al 2020. El fin de la pobreza es uno de los objetivos del desarrollo sostenible, por lo que el índice de pobreza es una medición para la evaluación general sobre el progreso de una ciudad en cuanto a la disminución, evaluación de políticas y proyectos específicos.

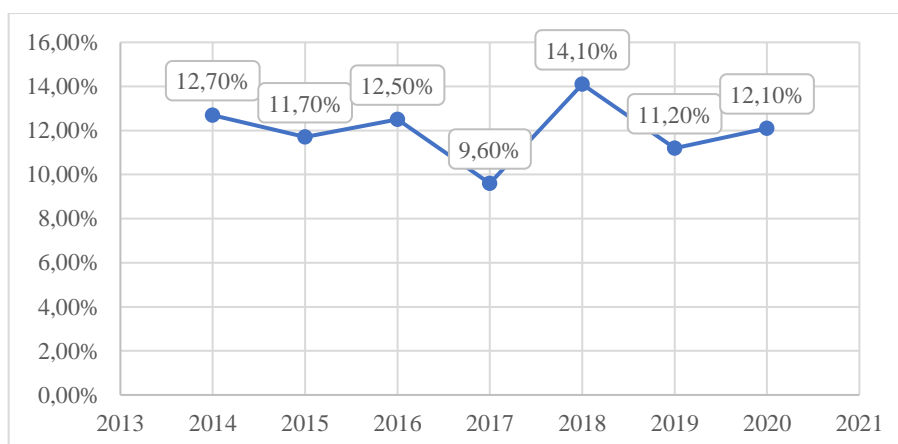


Figura 15. Tasa de pobreza en Guayaquil 2014-2020.

Nota. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Reporte de Pobreza y Desigualdad.

El año 2018 se alcanzó la tasa de pobreza más alta, con un total de 14.10%. En Guayaquil el ingreso familiar por persona era menor a USD 84,79 mensuales, de igual

manera, este crecimiento si fue bastante significativo dado a que, comparado a su año anterior, 2018, creció un 4,5%. Mientras que el punto más bajo en el periodo estudiado fue en el año 2017 con una cantidad de 9.60%. Del año 2014 al 2020 se registra un decrecimiento del 0.60% por lo que no es tan significativo en el estudio ya que al pasar del año se mantiene el índice de pobreza, de igual manera, tiene un promedio de 12% en los años estudiados.

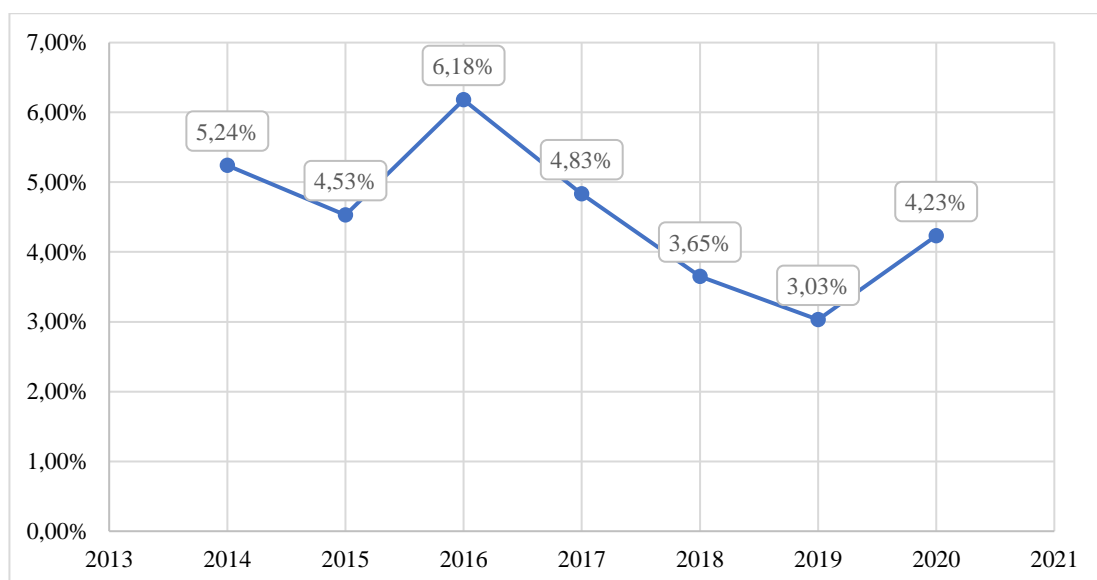


Figura 16. Tasa de Desempleo en Guayaquil 2014-2020.

Nota. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Desigualdad.

En la figura 16, se evidencia la tasa de desempleo de Guayaquil en el periodo 2014-2020. La tasa de desempleo mide la parte de la fuerza de trabajo, por lo que están las personas con trabajo remunerado o autoempleadas, disponibles para trabajar o que están buscando trabajo. Se relaciona con el desarrollo sostenible porque incide en el aspecto social del mismo dado a que los ciudadanos pueden o no obtener un trabajo decente. En la figura que el punto más alto en el periodo estudiado fue en el año 2016 con un total de 6.18%. Por otro lado, en el 2019 fue año más bajo de la tasa de desempleo, representando una cantidad de 3.03%, por lo tanto, en el 2019 se encontraba menos nivel de desocupación de los ciudadanos por lo cual la mayoría consiguió empleo.

Del año 2014 al 2016 se muestra una tendencia creciente, sin embargo, desde el año 2016 se observa una tendencia decreciente hasta el año 2019, para el año 2020 fue donde aumentó alcanzando un total de 4.23% por motivos de la pandemia en donde algunos negocios quebraron o se produjeron recortes de personal debido a que no poseían liquidez para pagarles. En el periodo de estudio 2014 al 2020 una tasa de desempleo de 4.53%. Además, desde el año 2014 hasta el 2020 se registró un decrecimiento del 1.01%.

Como principal conclusión de este enfoque, los indicadores de pobreza se han mantenido a lo largo de los años. Sin embargo, la tasa de desempleo se ha visto reducida, esto se debe a que el empleo como tal no está generando plazas para los más pobres sino más bien se ha centrado en brindar plazas de trabajo para una clase distinta a la población que carece de recursos económicos.

4.2.3 Análisis del enfoque ambiental del desarrollo sostenible de Guayaquil

En el enfoque ambiental del desarrollo sostenible, los indicadores son muy escasos, pero se tomaron los de la temperatura promedio máximo anual de Guayaquil y la producción per cápita de residuos. En la figura 17, se presenta la temperatura promedio anual máxima de Guayaquil, este indicador se relaciona con el desarrollo sostenible ambiental, debido a que como referencia se puede determinar si la consumición de las energías está afectando a la temperatura del ambiente lo que pone en riesgo su estabilidad.

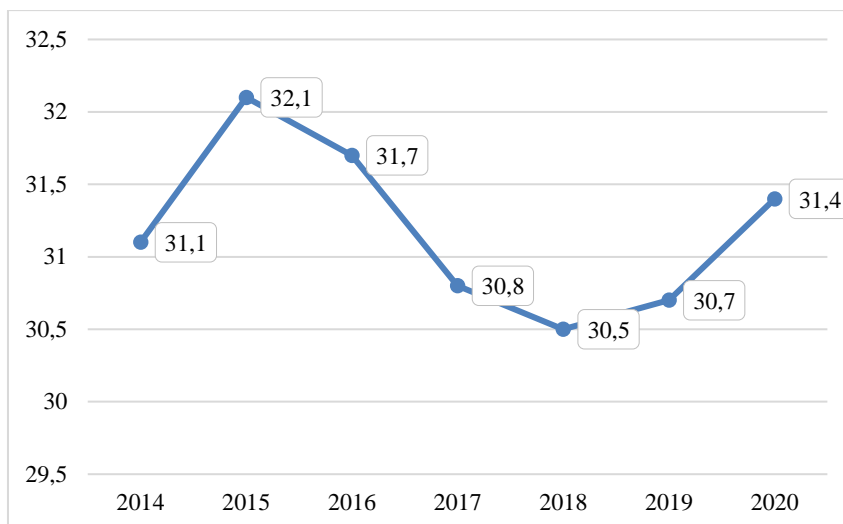


Figura 17. Temperatura Promedio Anual Máxima en Guayaquil 2014-2020. (Grados centígrados).

Nota. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Energética. Atmosfera y Clima. Temperatura Promedio Anual Máxima.

En la figura 17 se observa una reducción, de la temperatura promedio máximo anual en los años 2016 y 2017 no significa que se hallan alcanzado temperaturas similares a las de 2015, puesto que existen factores distintos que influyen en este valor como, por ejemplo: la hora en las que se tomaron las temperaturas, las zonas, los meses y las etapas del año. Generalmente se pueden alcanzar grandes temperaturas en distintas zonas de la urbe donde existe mayor concentración de gases de efecto invernadero. En aspectos generales este indicador sirve como referencia, pero no explica a ciencia cierta si realmente la temperatura ha variado o no en el tiempo. Lo que sí, es una realidad es el aumento de la demanda de energía que como resultados trae una mayor contaminación.

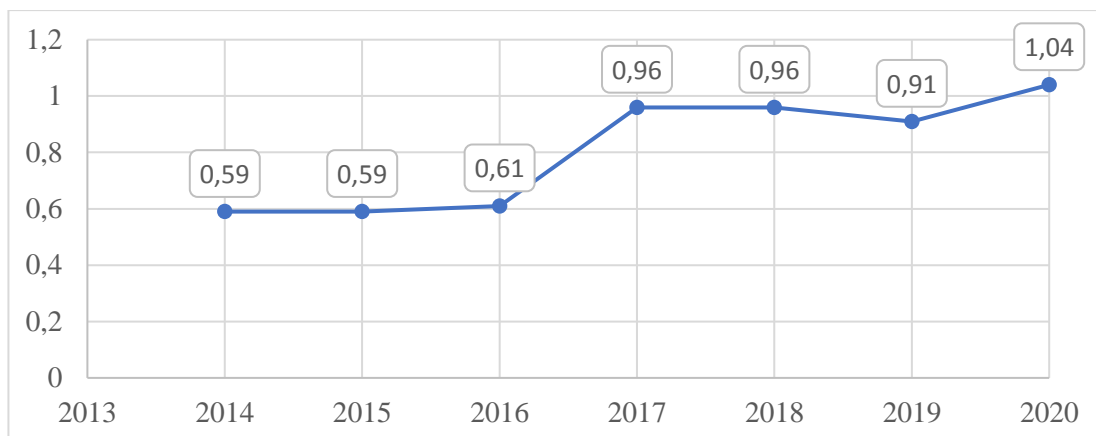


Figura 18. Producción per cápita de residuos sólidos en Guayaquil 2014-2020 (Kg diarios por persona).

Nota. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Registro de Gestión de Residuos Sólidos, 2014 – 2020.

En la figura 18, se muestra la producción per cápita de los residuos sólidos. Este indicador se relaciona con el desarrollo sostenible porque demuestra la producción de los residuos sólidos por persona. Se puede evidenciar en la figura 18, que ha existido un comportamiento creciente en el periodo de estudio, es decir, un incremento del 76% de la producción de residuos en 2020 respecto al año 2014. En el año donde menos producción de contaminación por habitante fue en el 2014 con 0.59 kg per cápita. Por otro lado, en 2020 la producción fue de 1.04 kg por cada ciudadano. Además, Guayaquil es la provincia que mayor cantidad de residuos sólidos produce en el país.

En conclusión, la temperatura promedio anual de Guayaquil, es variable pero este indicador no define con precisión la percepción de la temperatura para los habitantes en la ciudad, debido a que las muestras deben ser realizadas bajo condiciones donde se sigan patrones como las horas, el lugar, el clima en donde se midió la temperatura. Respecto a la producción de residuos per cápita demuestra que se está consumiendo el doble de lo que se consumía hace 6 años, lo que implica que es necesario una mejora en la gestión ya que este indicador amenaza a la sostenibilidad ambiental.

4.3 Políticas públicas con relación al sector transporte terrestre y desarrollo sostenible de Ecuador

En este apartado se demuestra la caracterización de las políticas públicas relacionadas con el sector transporte y el desarrollo sostenible. Por lo cual se menciona algunos artículos de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial

En primer lugar, la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial establece:

Art. 214G.- Movilidad Activa. - La movilidad activa es aquella que depende del movimiento físico de las personas, incluye la caminata y el uso de la bicicleta; se vincula a los principios de la movilidad sostenible, desde la cual se prioriza aquellos modos de transporte que generan menor impacto ambiental, social y económico. La promoción de estos modos de transporte busca disminuir el uso del vehículo a motor para desplazamientos de corta y mediana distancia.

En resumen, esta política impulsa la movilidad activa, uno de ellos es el uso de bicicleta para así disminuir el uso de vehículo convencional para desplazamiento tanto de corta distancia como mediana distancia. Sin embargo, no hay una correcta gestión porque pocas personas lo usan como transporte, de acuerdo con el INEC (2019) “En el año 2019 solo el 1.63% usa la bicicleta como medio de traslado”. Por lo tanto, pocos son los ciudadanos que se transportan a sus respectivos destinos mediante la bicicleta por el motivo de sus limitadas vías para ciclistas

Holanda es uno de los países que más usan bicicleta, y su parte esencial para incentivar el uso de las bicicletas son sus superautopistas, de acuerdo con Cáceres & Cuevas (2020):

El uso de la bicicleta está muy extendido en Holanda. El 27% de todos los viajes se hacen en bicicleta y en algunas ciudades, esta cifra es mucho más alta. Las superautopistas de bicicletas son una parte esencial de la promoción del uso de la bicicleta, no sólo dentro de las ciudades sino también entre ellas (p. 8).

En resumen, se debería implementar más inversión en la infraestructura de la ciclovía para así impulsar el uso de bicicletas en los ciudadanos ya que en la actualidad Guayaquil posee muy pocas ciclovías y en la mayoría de ellas están malas condiciones.

Por otro lado, en la misma ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial establece el impulso de la movilidad eléctrica:

Art 214B- Incentivos a la movilidad eléctrica y cero emisiones. - El Gobierno Central, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados dentro de su jurisdicción y en el ámbito de sus competencias, desarrollarán y promoverán incentivos que impulsen el transporte terrestre ciento por ciento eléctrico y de cero emisiones.

En pocas palabras, se desarrollarán y promoverán incentivos que impulsen el transporte terrestre para que sea 100% eléctrico. No obstante, la realidad actual es otra, los vehículos eléctricos no han despegado desde el 2015, según AEDE (2021) “En el año 2021 se han vendido un total 268 vehículos eléctricos”. En definitiva, no se están implementando las correctas políticas para incentivar a los ciudadanos a comprar vehículos eléctricos. Se debe implementar el incentivo de Noruega, el país con más vehículos eléctricos a nivel mundial. Así lo afirma Wirth (2016):

Noruega es el país con mayor proporción de vehículos eléctricos per cápita a nivel mundial. El fuerte incentivo para la compra de vehículos eléctricos es porque Noruega grava con impuestos muy altos los carburantes para recaudar y disuadir del uso de vehículos con motor de combustión interna (p. 93).

Por lo tanto, subir los precios de los combustibles fósiles, incidirá a la hora de que un ciudadano quiera comprar un vehículo convencional, además que Ecuador mantiene bajo los precios de los combustibles por el subsidio por ello es el motivo que no han crecido las ventas de los vehículos eléctricos en los últimos años.

En la misma ley mencionada se evidencia “Art. 214 A.- Interés Público. - Se declara de interés público la movilidad eléctrica y sostenible; el uso de energías renovables como insumo indispensable para el fortalecimiento de la transportación y la movilidad” Por lo que se muestra un interés público por el uso de energías renovables para el fortalecimiento del sector transporte. Pero en los últimos años, son muy pocas las unidades que utilizan energías renovables, así lo demuestra el Plan Nacional de Eficiencia Energética (2017) “En los medios de transporte solo el 1.7% usan energías renovables”. En definitiva, las instituciones públicas de Ecuador no muestran mayor interés para que entre en el mercado más vehículos con energías renovables.

Una de las políticas para tener una transición energética es los impuestos ambientales, de acuerdo con Organización de los Estados Americanos (2006):

Impuesto ambiental este sistema consiste en un impuesto que se cobra a todos los servicios de electricidad. La ganancia se deposita en un fondo para apoyar la energía renovable y el desarrollo de tecnologías de eficiencia energética. El Reino Unido ha puesto en práctica una variación de este método con su programa “Non-Fossil Fuel Obligation”. El gobierno impone un gravamen sobre todas las ventas minoristas de electricidad para ayudar a financiar los proyectos de energía renovable (p. 3)

En síntesis, el impuesto ambiental ayudaría de gran cantidad para la transición energética en el país por el motivo de que genera inversión para que eso se enfoque a desarrollar energías renovables a gran cantidad como lo realiza el Reino Unido con su programa de obligación de combustible no fósil.

De igual manera, otra de las políticas para una correcta transición energética es la de Suecia con su sistema de cuota con los certificados transables, según

En Suecia, el sistema de cuota, en conjunto con los certificados transables, comenzó a operar en 2003 con el objetivo de aumentar la generación de energía renovable. Este sistema ha permitido duplicar la generación de energía renovable en 9 años, desde 6,5TWh en 2001 hasta 14,7TWh en 2009

Por lo tanto, esta implementación da ingresos a los generadores renovables por el motivo que los generadores convencionales deben comprar estos certificados transables para poder cumplir la cuota y con ello no pagar la multa determinada. Ese ingreso va destino a mejorar las energías renovables

Por otro lado, en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial muestra:

Art. 214S.- Pacificación de tránsito. - Se considera la pacificación de tránsito como una estrategia que prioriza la movilidad activa, limitando la velocidad de circulación de toda clase de vehículos; y dándole al espacio público vial un tratamiento enfocado a las necesidades de encuentro social, fomento y consolidación de la cultura de seguridad vial. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados establecerán vías de carácter local o residencial, zonas pacificadas o de tráfico calmado, debidamente señalizadas, en las que la velocidad permitida no excederá de 30 km/h. Para favorecer la seguridad vial en dichas zonas, se podrá aplicar medidas encaminadas a reducir la intensidad y velocidad de los vehículos.

En resumen, la política establece una pacificación de tránsito como una estrategia que prioriza la movilidad activa, limitando la velocidad de circulación de todos los tipos de vehículos. En la actualidad esto no se llega a cumplir, De acuerdo con el ANT (2021, p. 2) “El sobrepasar las velocidades establecidas por la autoridad ha dejado un total de 1.653 (44 %) accidentes en la ciudad, cerca de la mitad del total

general”. Por lo que la mayoría de los accidentes de la ciudad de Guayaquil es por sobrepasar las velocidades determinadas por el Agencia de Tránsito Municipal.

Para llegar a una movilidad sostenible, el implemento bajas velocidades en el máximo es positivo para el desarrollo sostenible, de acuerdo con Gonzales (2007):

La circulación a un máximo de 30 kilómetros por hora permite reducciones sustanciales de la contaminación acústica y del aire. Asimismo, el peligro que supone el tráfico, y especialmente el automóvil, para el resto de los usuarios se ve fuertemente disminuido (p. 11).

Por consiguiente, la política del impulso de la circulación a un máximo de 30 kilómetros en ciertas zonas ayudaría que los ciudadanos se sientan más seguros en las vías y incide positivamente en el desarrollo sostenible porque esto genera menos contaminación tanto acústica como de aire.

Por otra parte, la ausencia de información para el sector transporte es bastante frecuente en países de América Latina, En la ley mencionada muestra:

Art. 214K.- Sistema de Información de Movilidad. - Los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán diseñar, implementar y mantener un Sistema de Información de Movilidad que permita dar seguimiento y evaluar sus políticas, planes y ejecución de proyectos, el mismo que deberá ser incorporado al Sistema Nacional que tiene a su cargo la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

En pocas palabras, esta política demuestra la información de la movilidad que permita dar seguimiento de este. No obstante, es escasa la información para medir la sostenibilidad en Ecuador por ello una propuesta política es la implementación de indicadores específicos para hacer una correcta medición del desarrollo sostenible. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2013):

Creación de un observatorio de estadísticas relativas a la movilidad urbana sostenible que permita recabar información relativa a: Uso de los servicios de transporte urbano (pasajeros, boletos vendidos, etc.) Indicadores de calidad de servicio al usuario: tiempos de viaje, espera, distancia a las paradas, ocupación de vehículos, etc.; Indicadores de operación de los servicios: costos de operación de los servicios, cantidad y tipo de vehículos, kilómetros recorridos, vehículos horas, montos de recaudación, etc.; Indicadores de externalidades; emisiones locales, emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), accidentes de tránsito, consumo energético, ruido, etc. (p. 9).

Por lo tanto, una correcta base de datos que tenga los indicadores de operación de servicios, indicadores de externalidades, Indicadores de calidad de servicio, uso de

los servicios de transporte implicaría una mejor base científica para una correcta planificación del sector transporte relacionado con el desarrollo sostenible.

En paralelo, la tarifación vial es una manera de llegar al desarrollo sostenible por lo cual debería cobrarse todos los costos vehiculares en el mismo. De acuerdo con Singh (2014):

Desde el punto de vista de la movilidad sostenible, estas políticas tienen como objetivo aumentar los costos percibidos del uso del automóvil privado para promover una división modal a favor del uso de otros modos de transporte, como el transporte público, la bicicleta y la caminata (p. 11).

Por lo cual en Ecuador no se mantiene una tarifa vial con los costes externos para promover el transporte alternativo. Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial menciona:

Art 214N.- Accesibilidad: Garantizar que el acceso y derecho a la ciudad se dé en igualdad de condiciones, con derecho preferente a las clases de transporte sostenibles, sin discriminación de género, edad, capacidad o condición, tarifas equitativas y con información clara y oportuna.

De la misma forma, Alemania es uno de los países con más tarifación vial en las partes urbanas para evitar el congestionamiento vehicular y la contaminación del mismo. De acuerdo con Bull (2003, p. 40) “Alemania es uno de los países con más tarifación vial urbana, esto ha evitado el congestionamiento en las vías por lo que ha provocado menos contaminación y ha implicado que los habitantes usen más alternativas de transporte”

En definitiva, en Ecuador las tarifas son equitativas por lo que su precio es bajo, se debería implementar una política para que las tarifas viales sean todos los cargos de los costos externos del uso del vehículo para así impulsar a las personas a utilizar otros tipos de transportes alternativo y además tener tarifa gratuita a los vehículos eléctricos para un correcto impulso de este.

Si bien es cierto que el índice de motorización ha crecido en grandes cantidades en Guayaquil, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (2020) “Por cada 100 habitantes registra 19 vehículos en el año 2020” por lo que se registra un aumento bastante alto del parque automotor en los últimos años. Una de las políticas para implementar desarrollo sostenible en el sector transporte es fomentar la baja densidad, así lo afirma Singh (2014):

La rápida urbanización y las crecientes presiones sobre la infraestructura existente han resultado en una rápida expansión horizontal de las ciudades. Como resultado, las distancias de viaje han aumentado; y también hay un aumento en la propiedad de vehículos está aumentando; aumento en el costo de provisión de infraestructura y crecientes problemas de tráfico de congestión, contaminación del aire y mala calidad de vida. Una baja densidad provocaría mejores usos de tierra, eficiente uso de la infraestructura del transporte y reducir la dependencia del transporte (p. 12).

En resumen, el fomento de menores densidades en la vía implicaría menos contaminación en el aire y mejor calidad de vida. De igual manera, esto beneficiaría por el correcto uso de tierra, eficiente uso de la infraestructura del transporte y reduce la dependencia de este. En Ecuador no existe una política de control en este. Por ende, se puede implementar una política para la infraestructura y mejorar otros medios de transporte como por ejemplo la bicicleta y caminar.

4.4 Aplicación para el cálculo de las emisiones (método)

En la investigación, se utilizó el método de Directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de efecto invernadero, en donde se hace mención a el capítulo de la combustión móvil. Esta combustión generada, producto de la combustión vehicular producen emisiones de gases directos e indirectos. Entre las emisiones directas se menciona el dióxido de carbono CO₂, metano CH₄, Óxido nitroso N₂O. Pero también por este proceso termodinámico se generan las combustiones indirectas, algunas de estas son: monóxido de carbono CO, compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, dióxido de azufre SO₂, material particulado y óxido de nitrato NO₂ las cuales afectan al medio ambiente y por consiguiente afectan a la salud humana.

Para la cuantificación de las emisiones mencionadas (directas e indirectas) se las trató con una sola metodología para luego separarlas porcentualmente mediante la normativa establecida por Europa Lehrmittel.

Tabla 29*Tipos de sustancias contaminantes por vehículos de gasolina y diésel*

Tipo de sustancia	Vehículos	
	Gasolina	Diésel
Nitrógeno (N ₂)	71%	67%
Dióxido de Carbono (CO ₂)	14%	12%
Vapor de agua (H ₂ O)	13%	11%
Oxígeno (O ₂)	-	9.70%
Monóxido de carbono (CO)	1%	0.04%
Hidrocarburos (HC)	0.50%	0.03%
Óxido de nitrógeno (NO _x)	0.50%	0.15%
Dióxido de Azufre (SO ₂)	-	0.03%
Material Particulado (hollín)	-	0.06%

Nota. Adaptado de Europa Lehrmittel (2014). Modern Automotive Technology. 1-83; p. 19

Para el cálculo de las emisiones existen diferentes metodologías, pero la aplicación del método depende de la información con la se cuenta en cada país. Por eso mediante el uso del método de Directrices del IPCC del 2006 en donde se siguen a cabalidad los lineamientos aplicados a un solo sector, en este caso al de transporte terrestre de Guayaquil, resulta ser la metodología más apegada de acuerdo a la información con la que cuenta el país.

El método de referencia calcula solamente las emisiones de CO_{2e} provenientes de la quemas de combustibles fósiles. Multiplicando el combustible consumido en un año promedio por un factor de emisión establecido. Se presenta la siguiente fórmula para la cuantificación de emisiones en fuente movil.

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a * EF_a]$$

Dónde:

Tabla 30*Variables de la estimación de emisiones*

Emisión	Emisiones de CO_{2e} (Kg)
Combustible _a	Combustible vendido (TJ)
EF _a	Factor de emisión (Kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12
A	Tipo de combustibles (gasolina, diésel, GLP. Etc.).

Nota. Tomado de Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2006). Capítulo 3: Combustion movil. 1-78; p. 12

Para el cálculo de las emsiones por quema de combustibles fósiles, las directrices del IPCC-2006 demuestra que se pueden realizar mediante el cálculo de unidades energéticas (kWh o J) o mediante unidades físicas (m³, kg, entre otros).

Los factores de emisión por la quema de combustibles, presenta la conversión en función del poder calorífico por tipo de combustible a combustionar en unidades de energpia (TJ) y el factor de emisión (tC/TJ), expresado en función de consumo , en unidades estandarizadas de la siguiente manera:

Tabla 31*Factores de consumición de combustibles convencionales*

Consumición de combustibles		
Tipos de combustibles	Factor de la conversión	Factor de emisión de carbón
	Tonelada TJ/1000	t C/TJ
Crudo de petróleo	38.95	20
Gasolina	44.95	18.9
Jet Keroseno	44.15	19.5
Otros Keroseno	43.87	19.6
Diésel	43.16	20.2
Residuales de petróleo	40.57	21.1
Gas licuado de petróleo	47.65	17.2
Biomasa	16.23	29.9

Nota. Tomado de Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2006). Capítulo 1: Introduccion. 1-30; p. 22

Por último, se presenta la fracción de carbono preexistentes en los tipos de combustibles por su naturaleza. Representado de la siguiente manera:

Tabla 32

Fracción de carbono oxidado

Fracción de carbono oxidado	
Carbón	0.98
Petróleo y derivados	0.99
Gas	0.995
Turba para la generación de electricidad	0.99

Nota. Tomado de Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2006). Capítulo 3: Combustión móvil. 1-78; p. 44

Es importante resaltar que la cifra es un promedio global, pero puede variar para los diferentes tipos de carbón debido a la procedencia, y puede llegar a ser tan bajo hasta 0.91. También la fracción de carbono de la turba en los hogares puede ser mucho menor.

4.4.1 Cálculo de las emisiones de CO₂e del sector transporte terrestre durante el periodo 2014-2020

La información respecto al tipo de combustible que utiliza el parque automotor de Guayaquil se obtuvo de la base de datos de EP-Petroecuador, del volumen de consumo anual promedio de los siguientes combustibles fósiles. Para el año 2020 que resultó ser el año donde menos se consumió combustibles producto del efecto pandemia. Los resultados muestran que para gasolina extra se consumieron 221.11 millones de galones de gasolina extra, 33.68 millones de galones de gasolina súper y 190.84 millones de galones de diésel. Explicado desde otra unidad de tiempo: 614,164.44 gal/diarios de gasolina, 93,555.55 gal/diarios de gasolina súper y 530,111.11 gal/diarios de diésel.

De esta manera, para este año se puede determinar el número de galones consumidos por tipo de motor de acuerdo con el parque automotor de Guayaquil durante el año 2020. Expresado de la siguiente manera:

Tabla 33*Consumo de gasolina anual por tipo de motor en Guayaquil 2020*

Tipo de vehículos	Número de vehículos Guayaquil 2020	Consumo (gal/año)		
		Gasolina Extra	Gasolina Súper	Diésel
Motor a gasolina	451,453	221,110,000	33,680,000	
Motor a diésel	57,838			190,840,000

Nota. Adaptado de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Anuario de estadísticas de transporte de Ecuador

Para el cálculo de las emisiones de combustibles fósiles, como la gasolina y el diésel, se consideran las directrices propuestas por el IPCC, la cual consiste en convertir los galones a las toneladas métricas/año (Tm/año).

Por lo que, para la conversión, se necesita de la cantidad de galones consumidos al año de gasolina del sector transporte terrestre de Guayaquil que es 254,790,000 gal/año dividido para 347.59 que es la cantidad de galones que contiene una tonelada métrica de combustible de gasolina, dando como resultado 733,018.78 Tm/año.

Así mismo para la conversión del combustible, se necesita la cantidad de galones consumidos al año diésel del sector transporte terrestre de Guayaquil que es 190,840,000 gal/año dividido para 310,79 que es la cantidad de galones que contiene una tonelada métrica de combustible diésel, dando como resultado 614,048.07 Tm/año

El factor de conversión en poder calorífico, para la gasolina es de 0.04495 TJ y para el diésel es 0.04316 TJ. Posterior a esto, multiplicamos la cantidad de combustible consumido anualmente en toneladas métricas por este factor para cada un correspondientemente donde obtenemos el consumo de combustible total en Tera Joule (energía calorífica del combustible). Por lo que para la gasolina el valor es de 32,949.19 TJ/ Año y para el diésel 26,502.31 TJ/Año.

Para el factor de emisión de carbono, los valores son: 18,9 tC/TJ (toneladas de carbón por Tera Joule) para la gasolina, y para el diésel es de 20,2 tC/TJ. Este factor

de emisión lo multiplicamos por el valor obtenido anteriormente en donde obtenemos los valores 622,739.77 tC/año de gasolina y 535346,75 tC/ año de diésel.

Una vez obtenido los valores de carbono de los combustibles, se los multiplica por la fracción de carbono por defecto que contiene tanto para el combustible de gasolina como para el del diésel. El valor es de 0.99 para ambos, por ser derivados de petróleo.

Para finalizar con este proceso, luego de realizar la multiplicación anterior se obtuvieron los siguientes resultados sobre las emisiones reales de CO_{2e}, que se generaron por el sector transporte terrestre de Guayaquil. Estos valores para la gasolina representan 2,260,545.38 tCO_{2e} mientras que para el diésel se obtuvo 1,943,308.73 tCO_{2e}.

Tabla 34

Emisiones de tCO_{2e} por motor en Guayaquil 2020

Tipo de vehículos	Emisión de gases (tCO _{2e} /año)		
	Gasolina	Diésel	Emisiones totales
Motor a gasolina	2,260,545.38 tCO _{2e}	-	2,260,545.38 tCO _{2e}
Motor a diésel	-	1,943,307.73 tCO _{2e}	1,943,307.73 tCO _{2e}
Porcentaje de participación	53.77%	46.23%	4,203,854.11tCO _{2e}

Esta metodología presenta las emisiones totales de CO_{2e}. Sin embargo, es importante realizar la desagregación de compuestos directos e indirectos en porcentaje establecidos por Europa Lehrmittel para los dos tipos de vehículos con motor a diésel y motor a gasolina. De esta manera mediante la siguiente tabla se presentan la distribución porcentual de emisiones de gases directos e indirectos durante el año 2020:

Tabla 35

Distribución porcentual de los gases directos e indirectos del sector transporte terrestre en Guayaquil 2020

Tipos de contaminantes	Vehículos		Consumo (gal/año)	
	Gasolina	Diésel	Gasolina	Diésel
Nitrógeno	71%	67%	1,604,987.22	1,302,016.85
Dióxido de Carbono	14%	12%	316,476.35	233,197.05
Vapor de agua	13%	11%	293,870.90	213,763.96
Oxígeno	-	9.70%	-	188,500.95
Monóxido de carbono	1%	0.04%	22,605.45	777.323
Hidrocarburos	0.50%	0.03%	11,302.73	485.827
Óxido de Nitrógeno	0.50%	0.15%	11,302.73	2,914.96
Dióxido de Azufre	-	0.03%	-	485.827
Materia Particulado	-	0.06%	-	1,165.99
Total	100%	100%	2,260,545.38 tCO _{2e}	1,943,307.73 tCO _{2e}

Dicha metodología se aplicó para los años siguientes a partir del 2014 a 2019, Demostrado de la siguiente manera por tipo de consumo:

Tabla 36*Emisiones de tCO_{2e} anual por tipo de vehículo en Guayaquil 2014-2020*

Año	Tipo de vehículos	Emisión de gases (tCO _{2e} /año)	
		Gasolina	Diésel
2014	Vehículo a gasolina	1,781,358.38 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel	-	1,739,242.99 tCO _{2e}
2015	Vehículo a gasolina	2,607,093.14 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel	-	1,807,061.24 tCO _{2e}
2016	Vehículo a gasolina	2,641,428.51 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel	-	1,824,779.53 tCO _{2e}
2017	Vehículo a gasolina	2,745,410.58 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel	-	1,912,250.82 tCO _{2e}
2018	Vehículo a gasolina	2,815,589.61 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel	-	1,937,097.15 tCO _{2e}
2019	Vehículo a gasolina	2,879,558.10 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel	-	2,120,593.39 tCO _{2e}

4.4.2 Análisis de las emisiones totales de CO_{2e} producto del consumo de combustibles del parque automotor de Guayaquil 2014-2020

Por medio de la metodología empleada se logró determinar las emisiones en tCO_{2e} del parque automotor de Guayaquil durante el periodo 2014-2020. En donde, se observa un crecimiento de las emisiones significativa durante el periodo 2014-2015 de 46.25% siendo este el aumento más pronunciado entre años, esto se debe principalmente al aumento de los vehículos a gasolina trayendo como efecto el aumento del consumo de este combustible, mientras que para el diésel la mayor cantidad de emisiones se produjeron en el periodo de 2018-2019 con un aumento de 9%. En promedio las emisiones de diésel aumentan en 2% anualmente mientras que

para la gasolina aumenta en promedio de 5% anualmente, por lo que durante el periodo estudiado ambas crecieron en más de 12% las emisiones producto de la combustión de diésel y un 30% en las emisiones de diésel producto de la combustión de gasolina. Mientras que la suma de ambas emisiones que en promedio crece en 3% anualmente.

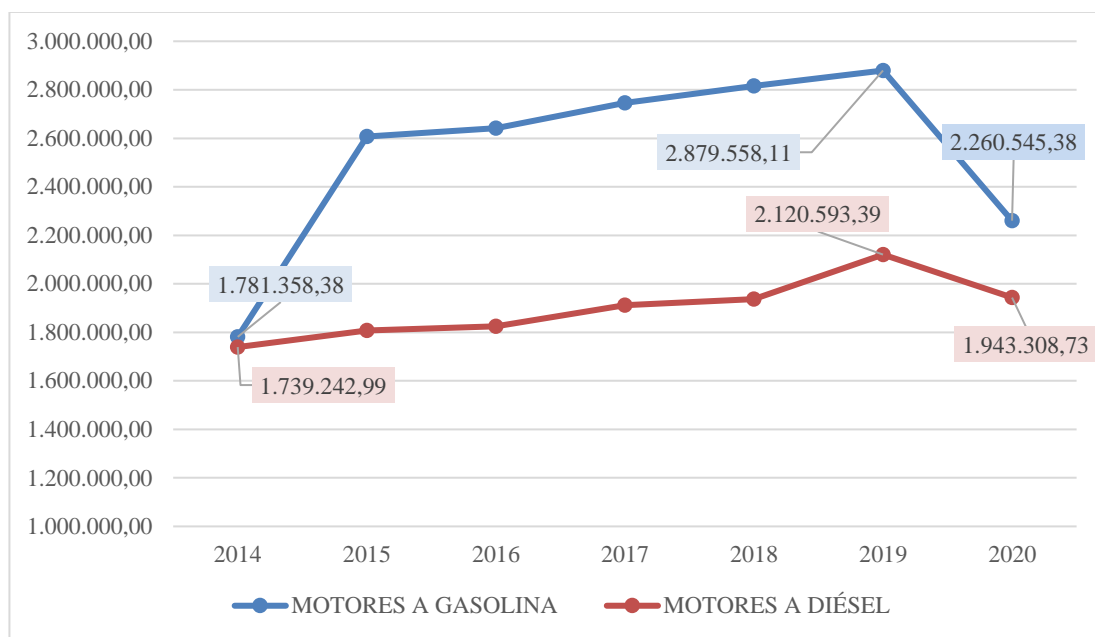


Figura 19. Emisiones totales de tCO₂e del parque automotor de Guayaquil 2014-2020 (toneladas de CO₂)

Cabe recalcar, que solo durante el periodo 2020, producto de la paralización de las actividades económicas las emisiones se redujeron en 8.36% para la gasolina mientras que para el diésel en 21.49% esto porque la mayor parte de la industria posee vehículos de carga pesada que son los que principalmente dejaron de funcionar durante la paralización. Reduciendo el consumo de galones de diésel por lo que se emitieron menos gases contaminantes hacia el ambiente.

Por otra parte, la suma de las emisiones representa un valor de 3'520,601.37 durante el 2014 siendo este el menor durante el periodo estudiado, mientras que para 2019 se alcanzó la cifra más alta con 5'000,151, 50, resaltando que en 2020 se redujo el consumo de combustible la cifra en un 15.92%. Lo cual representa una importante ayuda para el medio ambiente.

En conclusión, las emisiones de tCO₂e han presentado una tendencia crecimiento durante los últimos periodos. En 2015 se produjo el crecimiento más pronunciado por el aumento de consumo de gasolinas extra, esto mantiene relación

con el aumento del parque automotor durante este año, lo cual en un contexto general ha terminado afectando al ambiente de la urbe.

Bajo este contexto, el sector transporte terrestre de Guayaquil producto de un mayor consumo de los galones de combustibles convencionales tanto de gasolina como del diésel, ha generado mayores emisiones de tCO₂e lo cual incide negativamente sobre el desarrollo sostenible bajo el enfoque ambiental, ya que se está provocando el agotamiento progresivo de los recursos naturales. También como consecuencia se generó una mayor contaminación atmosférica, entre las cuales se puede mencionar las originadas por fuentes primarias como: emisiones de CO₂e, y las fuentes secundarias producidas por las combinaciones generadas en el ambiente con las sustancias emanadas de los vehículos hacia la atmósfera desarrollando sustancias como el óxido nítrico y el hollín las cuales afectan a la calidad de vida de las personas dentro de la ciudad puesto que, una mayor contaminación implica temperaturas más altas, mayor concentración de gases de efecto invernadero y mayor cantidad de enfermedades derivadas de la contaminación atmosférica.

4.4.3 Morbilidad de enfermedades respiratorias por contaminación ambiental en Guayaquil 2013-2020

En la figura 20, se evidencia la morbilidad de las enfermedades respiratorias por contaminación, la contaminación de aire puede duplicar la probabilidad de que una persona pueda tener enfermedades respiratorias a largo o mediano plazo.

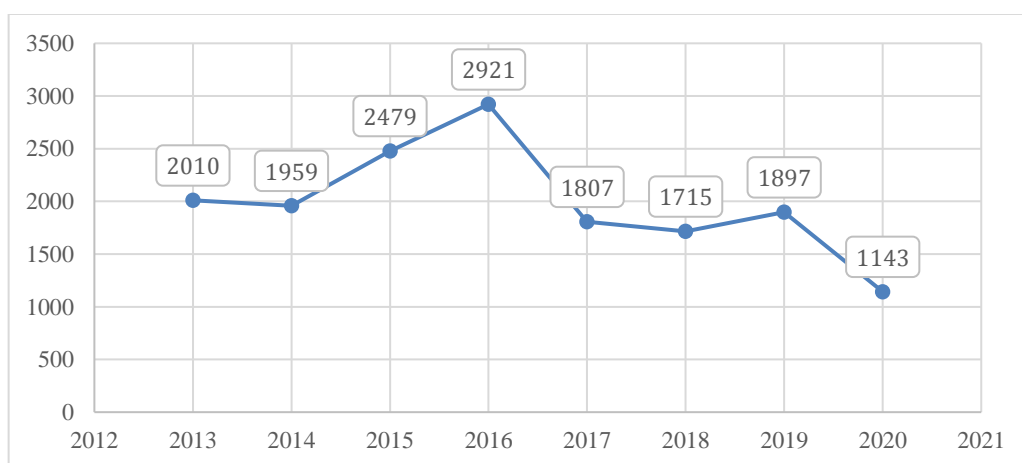


Figura 20. Morbilidad de enfermedades respiratorias por contaminación en Guayaquil 2013-2020

Nota. Instituto de Estadísticas y Censos (2020). Registro estadístico de camas y egresos hospitalarios

Uno de los puntos a destacar es el año 2016, en donde se registró la cantidad de casos más alta de morbilidad por contaminación con 2921 casos, mientras que en el año 2020 se presentó la cantidad más baja de casos de morbilidad por contaminación en donde se reportaron un total de 1143 casos. Del año 2013 al 2020 hubo un decrecimiento de 43% respectivamente. Mientras que solo durante el periodo 2015-2016 se presentan los puntos más altos de casos, y que causalmente coinciden con algunos de los puntos de crecimiento de las emisiones de CO₂. Por otro lado, en el año 2020 por motivo de pandemia, decreció la cantidad total de emisiones de CO₂ por lo que disminuyeron los casos de morbilidad. En este año también incidió el motivo de la restricción de movilidad y el uso de mascarillas.

De igual manera, la morbilidad de enfermedades respiratorias puede derivar a casos mucho más graves como muertes por cardiopatía isquémica y enfermedades cerebrovasculares. Así lo afirma la Organización Panamericana de la Salud y el Ministerio de Salud del Ecuador en donde se les atribuye cerca del 80% de estas muertes por causas de contaminación atmosférica. En base a esto, el crecimiento de muertes en Guayaquil atribuidos a los casos mencionados ha presentado entre 2014-2020 una tasa de crecimiento de 119% para la cardiopatía isquémica pasando de 723 muertes a 1580 muertes anuales, por lo que los casos de muerte producto de esta enfermedad se han duplicado, mientras el crecimiento de las muertes por enfermedades cerebrovasculares es de 21%, pasando de 502 muertes a 608 muertes anuales. A pesar de que en la actualidad no se han presentado datos específicos de muertes por contaminación atmosférica en la urbe, si es importante hacer referencia a las principales enfermedades causadas por el problema de las emisiones derivadas de la combustión de energías convencionales. Por lo tanto, esta referencia muestra las afectaciones sobre el aspecto social del desarrollo sostenible debido a que las consecuencias han sido evidentes en la salud humana.

4.4.4 Estimación de las emisiones de tCO_{2e} ante el implemento de energías de combustión alternativas renovables en el parque automotor de Guayaquil 2010-2020

Una vez conocidos las estimaciones de tCO_{2e} por uso de energías no renovables (diésel y gasolina). Se realizó una estimación de las emisiones de tCO_{2e} en transición del 100% del consumo de las energías no renovables a las energías alternativas, de dos tipos: gas natural comprimido y biodiésel de palma, estas como alternativas de cambio para la gasolina y el diésel respectivamente. De esta manera para la aplicación de las estimaciones de tCO_{2e} para fuentes móviles según la Metodología del IPCC se realiza la transformación de los valores en las unidades pertinentes del proceso a seguir:

Tabla 37

Factores de consumición de los combustibles alternativos

Combustible alternativo	Factor de emisión de CO ₂	Factor de conversión (TJ/Ton)	de Densidad gr/cm ³
Diésel de palma	6.88 kgCO ₂ /gal	37000 MJ/Kg	875 kg/m ³
Gas natural	58.06 KgCo ₂ /GJ	11990 cal/kg	158.49 kg/m ³

Nota. IPCC (1996). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual IPCC

Tabla 38

Factores de consumición de los combustibles alternativos ajustados

Combustible alternativo	Factor de emisión de CO ₂ tC/TJ	Factor de conversión (TJ/Ton)	Densidad gr/cm ³
Diésel de palma	15.31 tC/TJ	0.03700 TJ/Ton	875 gr/cm ³
Gas natural	15.28 tC/TJ	0.05016616 TJ/Ton	0.015849 gr/cm ³

Para el año 2020, se sustituyó el valor equivalente al consumo anual de gasolina del parque automotor de Guayaquil por el gas natural comprimido para vehículos, mientras que para el diésel de palma se sustituyó el valor equivalente del consumo anual de diésel proveniente de fuentes fósiles del parque automotor de Guayaquil. De esta manera para el año 2020, en el supuesto caso que solo se hubiesen usado energías

alternativas para reemplazar a la gasolina por el gas natural serían 1'094,759,849 galones de gas natural comprimido. Mientras que para el diésel de palma se necesitan 193'543,804 galones para reemplazar al diésel fósil. Por lo que el valor marginal de gas por el de gasolina es de 4.29 galones y para el diésel de palma por el diésel normal 1.13 galones.

Bajo este supuesto, el procedimiento a realizar es convertir los galones a Toneladas métricas. Para el gas natural comprimido se convirtieron los galones en toneladas con una densidad de 0.015849 gr/cm^3 obteniendo como resultado 656,801.21 Toneladas métricas anuales consumidas. Así mismo para el diésel de palma se convirtieron los galones en toneladas con una densidad de 0.0875 gr/cm^3 obteniendo como resultado 716,278.78 Toneladas métricas anuales.

El factor de conversión en poder calorífico, para el gas natural comprimido es de 0.05016616 TJ y para el diésel de palma es de 0.03700 TJ. Posterior a esto, multiplicamos la cantidad de combustible consumido en toneladas métricas para cada uno como corresponde, donde se obtiene el consumo de combustible total en Tera Joule (energía calorífica del combustible). Por lo que para el gas natural comprimido 32,949.19 TJ/Ton y para el diésel de palma es de 26,502.31 TJ/Ton.

Para el factor de emisión de carbono, los valores son: 15.28 tC/TJ para el gas natural comprimido y 15.28 tC/TJ para el consumo de diésel de palma. Este factor se lo multiplica por el valor obtenido anteriormente en Tera Joules, mostrando como resultado los valores anuales de las toneladas de carbono emitidas al año, son: 503,763.20 tC/año de gas natural comprimido y 405,750.44 tC/año de diésel de palma.

Ante estos valores se multiplica, la fracción de carbono que emite tanto para el gas natural y el diésel de palma de 0.99.

Finalmente, para finalizar con el proceso, se obtuvieron las emisiones reales de CO_{2e}, que se generaron bajo este supuesto en donde los valores para el diésel de palma son de 1'472,874.10 tCO_{2e} y para el gas natural comprimido 1'828,660.40 tCO_{2e}.

Tabla 39

Emisiones de tCO_{2e} por tipo de motor bajo el uso de energías alternativas en Guayaquil 2020

Tipo de vehículos	Emisión de gases (tCO _{2e} /año)		
	GNC	Biodiésel de palma	Emisiones totales
Motor a gas natural comprimido	1'828,660.40 tCO _{2e}	-	1'828,660.40 tCO _{2e}
Motor a diésel de palma	-	1'472,874.10 tCO _{2e}	1'472,874.10 tCO _{2e}
Porcentaje de participación	55.39%	44.61%	3'301,534.51 tCO _{2e}

Por lo que, bajo este supuesto ideal, las emisiones de tCO_{2e}, se reducirían un 21.62% en donde la misma cantidad demanda de energía para los combustibles y para el diésel equivalentes en gas natural comprimido y diésel de palma, teniendo efectos favorables en el ambiente. Pasando de 4'203,854.11 tCO₂ a 3'301,534.51 tCO_{2e}.

Esta misma metodología se aplicó para los años anteriores 2014 – 2019. En donde se estimó las emisiones bajo el mismo supuesto. Mostrado de la siguiente manera:

Tabla 40

Emisiones de tCO_{2e} anual por tipo de vehículo bajo el uso de energías en Guayaquil 2014-2020

Año	Tipo de vehículos	Emisión de gases (tCO _{2e} /año)	
		GNC	Diésel de palma
2014	Vehículo a GNC	1,441,023.74 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel de palma	-	1,318,208.42 tCO _{2e}
2015	Vehículo a GNC	2,108,999.03 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel de palma	-	1,369,609.29 tCO _{2e}
2016	Vehículo a GNC	2,136,774.51 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel de palma	-	1,383,038.34 tCO _{2e}
2017	Vehículo a GNC	2,220,890.45 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel de palma	-	1,449,334.66 tCO _{2e}
2018	Vehículo a GNC	2,277,661.53 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel de palma	-	1,468,166. 21 tCO _{2e}
2019	Vehículo a GNC	2,329,408.63 tCO _{2e}	-
	Vehículo a diésel de palma	-	1,607241.82 tCO _{2e}

4.4.5 Análisis de las emisiones totales de CO_{2e} ante el implemento de energías de combustión alternativas renovables en el parque automotor de Guayaquil 2010-2020

Mediante la implementación de energías alternativas en el parque automotor de Guayaquil se presenta un decrecimiento de las emisiones de tCO_{2e}, lo cual resulta beneficioso en el aspecto ambiental, la implementación de vehículos impulsados con gas natural comprimido y vehículos impulsados con biodiésel suponen una transición energética más eco-amigable con el ambiente.

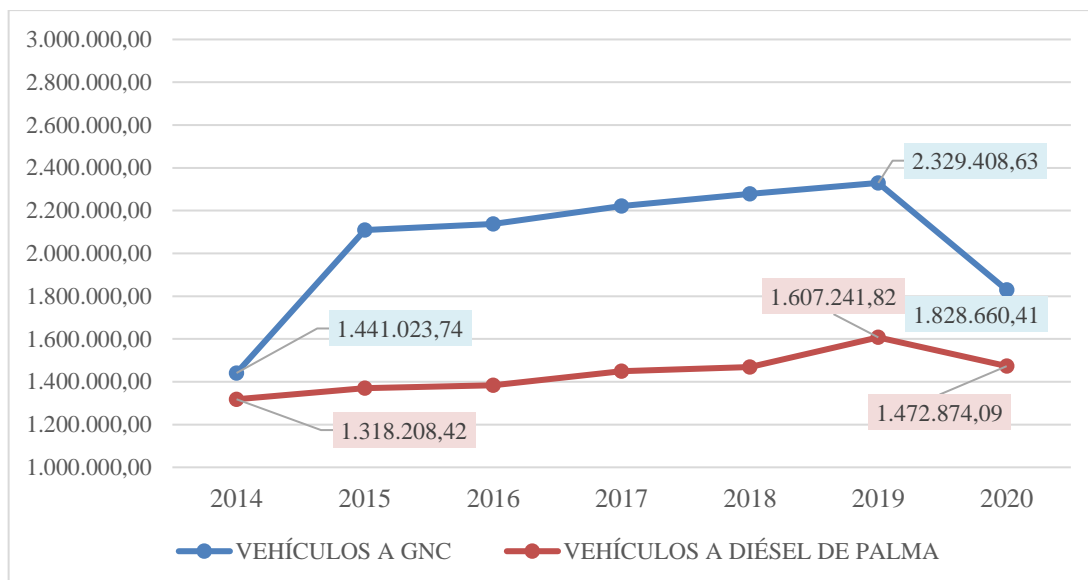


Figura 21. Emisiones totales de CO₂e bajo uso de energías alternativas del parque automotor de Guayaquil 2014-2020

En la figura 21, se prestan la estimación de emisiones para combustibles alternativos, existe una reducción de emisiones en 21.62% en las emisiones. Una sustitución del uso de los motores a gasolina por el uso de gas natural comprimido representaría una reducción de 19.10% anual de las emisiones de CO₂e, mientras que una sustitución de los vehículos a diésel para diésel representa una reducción del 24.20% en las emisiones. Por lo que la sustitución de estas energías alternativas representa un aporte para reducir el impacto ambiental producto de la combustión fósil.

Bajo este supuesto ideal, el sector transporte terrestre de Guayaquil mediante el uso de energías alternativas en donde no se afectó a la cantidad demanda de combustibles y se mantuvo el mismo consumo equivalente a las energías convencionales, se observa un decrecimiento de las emisiones mediante uso de energías alternativas con respecto a las emisiones producto de la combustión de diésel y la gasolina. A pesar de que el uso del gas natural comprimido y el uso del biodiésel de palma no es una fuente de emisión cero, si aporta de gran forma al desarrollo sostenible bajo el enfoque ambiental, debido a que la reducción del 24.20% de las emisiones produce una menor contaminación atmosférica, menos emisiones de CO₂e y por lo tanto menos reacciones entre sustancias contaminantes y medio ambiente, temperaturas menos altas, menores concentraciones de gases de invernadero y como consecuencia un menor número de casos de morbilidad derivados de la contaminación.

Por lo tanto, su implementación si incide positivamente en el desarrollo sostenible medioambiental.

Sin embargo, es importante también considerar los costos de estos combustibles en el mercado para comprender si realmente es beneficioso en el aspecto económico.

4.4.6 Comparación de costos totales por sustitución de energías convencionales por energías alternativas y su beneficio ambiental

En la comparación por costos totales, se utilizaron los precios promedios de referencia para la gasolina y diésel proporcionados por EP-PETROECUADOR, y los precios de referencia de los combustibles alternativos proporcionados por el Ministerio de Transición Ecológica y El Reto Demográfico de España que es una economía de referencia para los precios de combustibles alternativos. Debido a que Ecuador no cuenta con los precios de referencia por años, se realizó la conversión en dólares en base a la demanda de energía en galones. Donde como base un galón de gasolina equivale 4.11 galones de Gas Natural Comprimido (GNC) y un galón de diésel equivale a 1.13 galones de diésel de palma.

En torno a esto, se multiplicó el precio por los millones de galones consumidos durante el periodo 2014-2020 en donde se obtuvieron los costos totales, en el caso de la gasolina se realizó la sustitución por el gas natural comprimido, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 41

Precios de las gasolinas en Ecuador y del gas natural comprimido de España 2014-2020 (USD por galón)

Año	Precio	Precio	Precio
	USD/GL	USD/GL	USD/GL
	Gasolina	Gasolina	Gas Natural
	Extra	Súper	Comprimido
2014	1.48	2.1	3.2
2015	1.48	2.1	2.59
2016	1.48	2.15	2.36
2017	1.3	2.3	2.53
2018	1.67	2.58	2.56
2019	2.18	2.18	2.62
2020	2.18	3.18	2.65

Nota. Petroecuador (2020). Informes Estadísticos Anuales. Precios de los combustibles. 1-57; p. 27. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (2020). Series Historias del precio del gas natural comprimido.

Los precios de la gasolina extra y de la gasolina súper han experimentado cambios significativos en el nivel de precios para el consumidor final, entre 2014 y 2020 el precio de la gasolina extra presentó una variación del 47.29% mientras que para el precio de la gasolina súper la variación ha sido del 51.14% esto se debe a que, durante los últimos dos años, frente a las intervenciones del Estado ecuatoriano con el objetivo de cumplir las normativas del FMI y en las necesidades de reducir la brecha fiscal redujo el subsidio a los combustibles y unos meses después se implementó el sistema de bandas para los precios de los combustibles del 5%.

Por otra parte, el Gas Natural Comprimido en 2014 mantenía precios que superaban los 3 dólares. Pero durante otros años debido al aumento de la demanda y la mayor producción de este tipo de energía alternativa se redujo su precio hasta los 2.36 USD en 2016 luego durante los años posteriores el precio oscila entre los 2.53 USD y 2.65 USD.

Tabla 42

Costos totales de sustitución de las gasolinas por el gas natural comprimido en Guayaquil 2014-2020 (USD)

Año	Costo Total de Gasolina (USD)	Costo Total de Gas Natural Comprimido (USD)	Ahorro por reducción de 19.10% de emisiones de CO ₂ e	Pago por galón para beneficio ambiental (USD)
2014	341,509,200	643,440,619	-301,931,419	-0.88
2015	480,554,800	761,922,923	-281,368,123	-0.58
2016	485,200,700	702,568,004	-217,367,304	-0.44
2017	467,752,000	784,315,943	-316,563,943	-0.67
2018	581,753,500	813,610,441	-231,856,941	-0.39
2019	751,570,800	851,006,432	-99,435,632	-0.13
2020	589,122,200	675,490,288	-86,368,088	-0.14

Respecto a los costos por sustitución, por la implementación de energía alternativa (gas natural comprimido) no representa ningún tipo de ahorro monetario frente al beneficio ambiental. En 2014 este valor representa 301,931,419 millones de dólares, pero a partir de 2018, 2019 y 2020 donde se empiezan a reducir los subsidios estatales para los combustibles los precios tendieron a aumentar. hasta 581,753,500. Lo que como resultado trajo la reducción de la brecha de pago por decremento del 19.10% de las emisiones de tCO₂e por uso de gas natural comprimido pasando de los 0.88 centavos por galón consumido a los 0.14 centavos por galón consumido de esta energía alternativa.

Bajo este aspecto, el pago por reducción de las emisiones de tCO₂e se volvería sostenible económicamente debido a que se está produciendo un desarrollo responsable, bajo el concepto de una economía ecológica ya que se implementan energías alternativas que benefician al medio ambiente. Sin embargo, su implementación en el contexto ecuatoriano podría generar controversias debido a que como en casos históricos ante el alza de los precios de los combustibles convencionales la sociedad ecuatoriana tendió a la inconformidad de la medida implementada. No obstante, quedaría en revisión la posibilidad de utilización del gas natural comprimido

debido a que a través del tiempo la brecha por pago de beneficio ambiental se reduce, y bajo la situación actual que se vive en la economía ecuatoriana en donde el precio de los combustibles crece ante la implementación del sistema de bandas es probable que sus costos equiparen a el costo por uso de energías alternativas por lo que en torno a este escenario, la decisión de cambio de energías sería del usuario de transporte sin necesidad de pagar un centavo más.

Por otro lado, es importante hacer mención de que a través del tiempo el uso mayoritario de las gasolinas incide negativamente en la sostenibilidad económica debido a que, no se realizado ninguna implementación relevante que haya permitido la reducción de las emisiones mediante el uso de energías convencionales, por lo que no se ha implementado un desarrollo económico responsable. A esto debemos agregarle que las gasolinas cada vez resultan más caras lo cual afecta al bolsillo de los guayaquileños y no presentan ninguna mejora en su calidad, ya que según la Asociación de Industrias Hidrocarburíferas de Ecuador en 2021, las gasolinas ecuatorianas que se expenden en las gasolineras son de tipo Euro 2, lo que significa un retraso de 20 años comparado con países europeos donde rigen actualmente las normas Euro 5 o Euro 6. Lo que implica que no se ha desarrollado una mejora continua en la calidad de la gasolina lo cual no solo afecta al ambiente sino también a los motores de los vehículos generando daños en este.

Por otra parte, para la estimación de costos totales del diésel se multiplicó el precio por los millones de galones consumidos durante el periodo 2014-2020. En el caso del diésel se realizó la sustitución por el diésel de palma, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 43

Precio del diésel en Ecuador y del diésel de palma en España 2014-2020 (USD por galón)

Año	Precio USD/GL Diésel	Precio USD/GL Diésel de palma
2014	1.29	5.51
2015	1.1	4.70
2016	1	4.27
2017	1.08	4.61
2018	1.12	4.79
2019	1.22	5.21
2020	1.24	4.63

Nota. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España. Series Historias del precio del diésel.

Los precios el diésel no han presentado cambios significativos a través del tiempo, la reducción ha sido a penas de 3 centavos durante el periodo estudiado debido a que este combustible es mucho menos caro en su valor al venta al público a diferencia de las gasolina, por lo que competir en precios frente al diésel de palma es mucho más complicado ya que solo el litro de este combustible alternativo oscila entre el 1.20 y el 1.45 por lo que se necesitarían 3.78 veces el precio de este para adquirir un galón de gasolina de diésel de palma.

Tabla 44

Costos totales de sustitución de las gasolinas por el diésel de palma en Guayaquil 2014-2020 (USD)

Año	Costo Total de Diésel	Costo Total de Diésel de Palma	Ahorro por reducción de 24.10% de emisiones de CO ₂ e	Pago por galón para beneficio ambiental
2014	177,632,000	980,213,263.35	-802,581,263	-4.51
2015	184,558,400	868,432,684.70	-683,874,284	-3.7
2016	186,368,000	797,225,172.89	-610,857,172	-3.27
2017	195,301,600	902,275,605.10	-706,974,005	-3.61
2018	171,207,000	820,255,589.99	-649,048,589	-3.79
2019	187,425,000	978,130,967.74	-790,705,967	-4.21
2020	297,710,400	1,379,691,178.82	-1,081,980,778	-3.63

Respecto a los costos por sustitución, por la implementación de energía alternativa (diésel de palma) no representa ningún tipo de ahorro monetario frente al beneficio ambiental. Más bien hay que pagar entre 4 y 3 dólares más por galón dependiendo del año durante el periodo estudiado. A diferencia de la comparación por sustitución de las gasolinas por el gas natural comprimido si se observa una brecha mucho más amplia que en vez de reducirse con el tiempo ha aumentado. Representado un alto costo por beneficio ambiental de 3.63 dólares por galón consumido de esta energía alternativa.

En este aspecto, el pago por reducción de las emisiones de tCO₂e se volvería económicamente sostenible debido a que se implementaría el uso de una energía alternativa como lo es el diésel de palma, ya que se produce un desarrollo responsable. A diferencia de las gasolinas esta energía alternativa presenta un costo de sustitución mayor, por lo cual se vuelve mucho más cuestionable el hecho de implementarla ya que los precios establecidos por sustitución son muy altos, y como consecuencia afectaría al bolsillo de los guayaquileños de forma significativa. Es importante recalcar que el diésel a pesar de que durante los últimos años no ha presentado un incremento importante en el nivel precios se mantiene debido a que existe un subsidio estatal por

lo que su adquisición no ha afectado considerablemente a los gastos de los guayaquileños. No obstante, es importante mencionar que al igual que con las gasolinas el desarrollo sostenible bajo el enfoque económico no está siendo responsable, puesto que, de acuerdo con la Asociación de Industrias Ecuatorianas en 2021, presenta una calidad de categoría euro 1, la cual es bastante dañina para el medio ambiente y a su vez es generadora de problemas mecánicos para los vehículos que funcionan con este tipo de energía.

4.4.7 Análisis de las emisiones de CO₂e emitidas por uso de vehículos eléctricos y vehículo a hidrógeno

Actualmente, existen también otros tipos de energías alternativas que funcionan en base a fuentes primarias de energía como la electricidad e hidrógeno. Estas fuentes, durante los últimos años son catalogadas como las energías con mayor proyección a futuro debido a que su emisión de gases contaminantes es mucho menor a las anteriormente mencionadas como: el GNC y el diésel de palma. Sin embargo, la sostenibilidad de estas energías depende de la procedencia de la fuente primaria. Por lo que en esta sección se presenta una comparación de cada energía convencional con las energías alternativas mencionadas (electricidad e hidrógeno). En la figura 22, se evidencian las emisiones y toneladas generadas de los vehículos con batería de electricidad limpia en su vida útil.

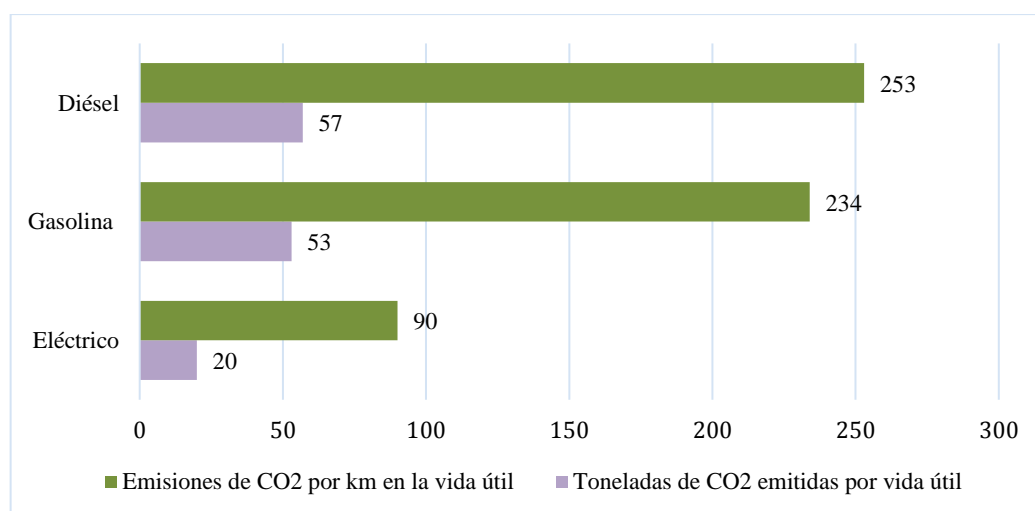


Figura 22. Emisiones y Toneladas de CO₂ generadas de los Vehículos eléctricos con batería de electricidad limpia en su vida útil (gCO₂ e/km y Toneladas)

Nota. Adaptado de *Transport & Environment (2020). How clean are electric cars? Analysis of electric car lifecycle.* 1-33; p. 11

Los vehículos eléctricos son unos de los transportes sostenibles más utilizados por su poca emisión de CO₂, aunque este mismo depende de algunos factores para que pueda emitir menos contaminación, uno de ellos es la batería de electricidad. Este vehículo emite 90 gCO₂ e/km y genera 20 toneladas de CO₂ en su vida útil, cabe recalcar que la vida útil de los vehículos eléctricos es de 150.000 km- 200.000 km. Por lo que, comparado con el vehículo a gasolina, emite 144 gramos menos de CO₂ e/km y genera 23 toneladas de CO₂e menos en su vida útil. Por otro lado, el vehículo a diésel es otro de los vehículos insostenibles que se usa en la actualidad, produciendo 253 gCO₂ e/km y 57 toneladas de CO₂ en su vida útil, comparado con el vehículo eléctrico con energía eléctrica, emite 163 gramos menos de CO₂ e/km y 37 toneladas de CO₂e menos en su vida útil.

En este caso, la figura 23 se muestran las emisiones y toneladas de CO₂ generadas de los vehículos eléctricos con batería de electricidad y baterías de electricidad proveniente de energías renovables.

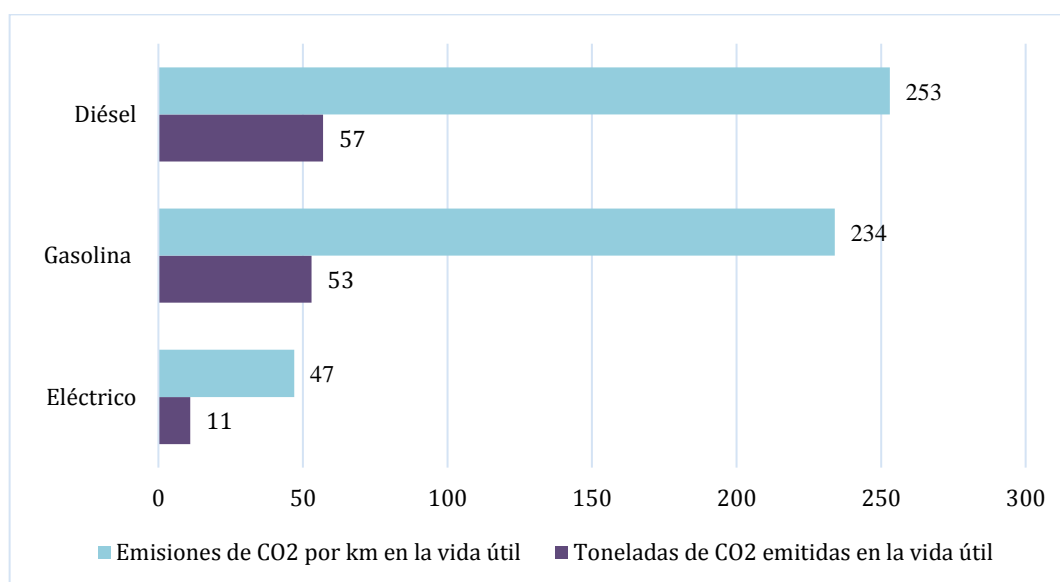


Figura 23. Emisiones y Toneladas de CO₂ generadas de los vehículos eléctricos con batería de electricidad limpia y energía renovable (gCO₂ e/km y Toneladas)

Nota. Adaptado de *Transport & Environment (2020). How clean are electric cars? Analysis of electric car lifecycle.* 1-33; p. 11

La batería con energía eléctrica proveniente de energía renovable es uno de los grandes factores para que los vehículos eléctricos no lleguen a emitir grandes cantidades de emisiones de CO₂e, comparado con el vehículo eléctrico que utiliza batería con electricidad. Entre las principales diferencias se obtienen una emisión 43

gCO₂ e/km menos y 9 toneladas de CO₂ menos generadas durante la vida útil. Por otro lado, este vehículo emite 206 gramos menos de CO₂ e/km y 46 toneladas menos que los vehículos a diésel respectivamente. De igual manera con los vehículos a gasolina, que emiten una cantidad de 187 gCO₂ e/km y 42 toneladas menos durante su vida útil. Por lo tanto, la implementación de estos vehículos eléctricos independientemente de donde provenga la fuente primaria de generación de electricidad aporta al desarrollo sostenible ambiental debido a que se genera menos contaminación.

Otro de los vehículos sostenibles ambientalmente son los vehículos que funcionan en base al uso del hidrógeno. Sin embargo, este vehículo también depende de las fuentes primarias de donde se obtenga esta energía.

En la figura 24, se muestra las emisiones de CO₂e generadas por vehículos que utilizan hidrógenos provenientes de energías renovables. Esta fuente de energía es conocida como hidrógeno verde. El vehículo de hidrógeno a pila de combustible con energía renovable genera 0 gCO₂ e/km la cual la convierte en la energía 100% ecológica. De igual manera por lo que proviene de energías renovables, no provoca emisiones de fabricación, convirtiéndola en la única energía para vehículos con 0 emisiones.

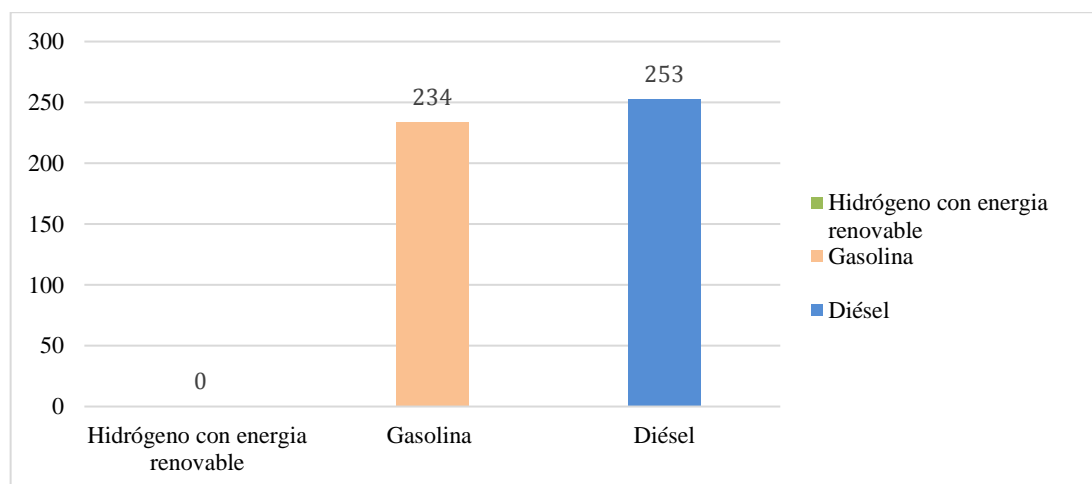


Figura 24. Emisiones de CO₂ generadas por vehículos de hidrógeno con energía renovable (gCO₂ e/km)

Nota. Adaptado de Energy Management Agency (2007). *Hydrogen and fuel cell. renewable energy.* 2-18; p. 18

En la figura 25, se muestran las emisiones de CO₂ por vehículos de hidrógeno reformado con gas natural. Esta energía se la denominada hidrógeno gris.

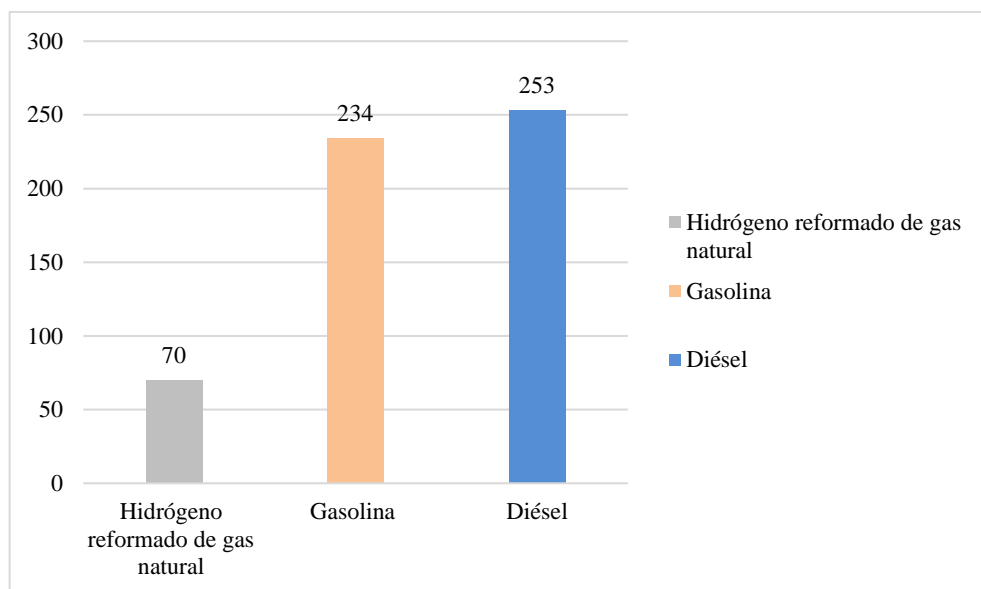


Figura 25. Emisiones de CO₂ por vehículos de hidrógeno reformado con gas natural (gCO₂ e/km)

Nota. Adaptado de Energy Management Agency (2007). Hydrogen and fuel cell. renewable energy. 2-18; p. 18

Es uno de los vehículos sostenibles más usados actualmente de este apartado y denominado como hidrógeno gris por el motivo que genera emisiones de CO₂ tanto en su fabricación como en el uso. El vehículo de hidrógeno reformado de gas natural genera 70 gCO₂ e/km, comparado con los vehículos a gasolina genera menos 164 gCO₂ e/km. De la misma forma pasa con los vehículos a diésel en lo cual genera 183 gCO₂ e/km menos. Este vehículo es una de las alternativas para una mejor sostenibilidad ya que mantienen casi los mismos valores de emisión con el vehículo impulsado con electricidad.

En la figura 26 se observa las emisiones de CO₂ por vehículos de hidrógeno con energía no renovable, a esta energía del hidrógeno se la conoce como hidrógeno negro.

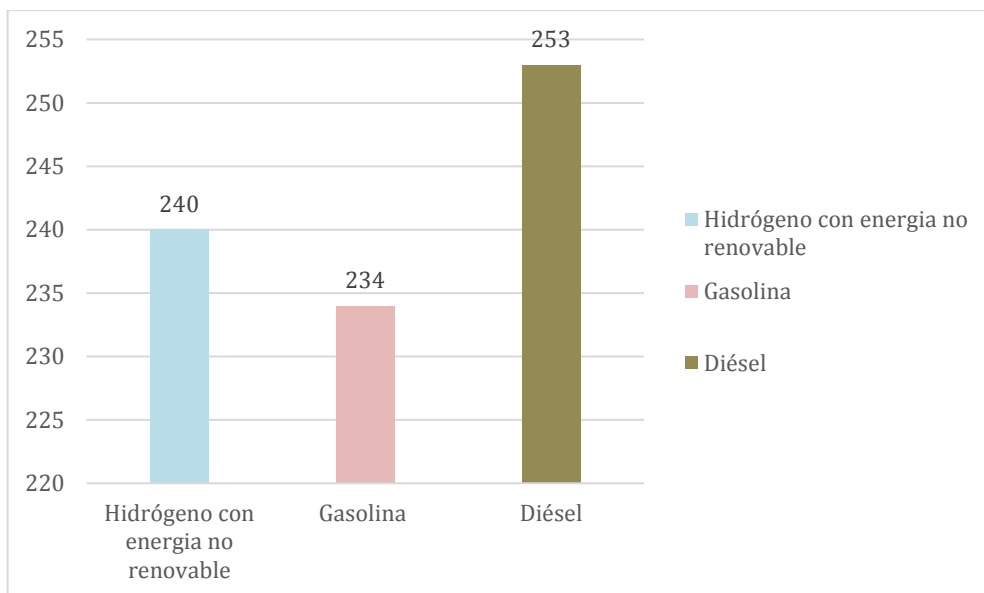


Figura 26. Emisiones de CO₂ por vehículos de hidrógeno reformado con energía renovable (gCO₂ e/km)

Nota. Adaptado de Energy Management Agency (2007). Hydrogen and fuel cell. renewable energy. 2-18; p. 18

Esta es una de las combinaciones que menos sostenibilidad tiene ya que como se evidencia en la figura 26, emite una cantidad de 240 gCO₂ e/km, por ende, emite más de 6 gCO₂ e/km en comparación con la gasolina. Por lo tanto, este vehículo no llega a ser una alternativa atractiva a largo plazo por el simple motivo que llega a tener valores semejantes o inclusive superiores a las de los combustibles convencionales.

En conclusión, las energías mencionadas como el hidrógeno y la electricidad emiten menos cantidades de CO₂e comparado con otras energías como las de GNC y diésel de palma. Y su desarrollo aparentemente es mucho más viable que otro tipo de energías alternativas, es importante mencionar que dentro del rubro de las energías alternativas la única que es capaz de alcanzar cero emisiones por combustión es la de vehículos que utilizan hidrógeno verde. No obstante, la implementación todas las energías alternativas mencionadas con anterioridad a excepción del hidrógeno negro, aportan al desarrollo sostenible bajo los tres enfoques: económico, ambiental y social. Debido a que se presenta un desarrollo económico responsable con el medio ambiente, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad de vida de los habitantes de la urbe con efectos como: mejoramiento de la calidad del aire, reducción de las concentraciones, disminución de enfermedades por contaminación, menores temperaturas, etc.

4.5 Acciones tendientes para mejorar el uso de energías alternativas en el sector transporte terrestre de Guayaquil

En esta sección se desarrollan la propuesta por parte de los autores ante los problemas que presenta el sector transporte terrestre de Guayaquil en relación con el uso de energías y el desarrollo sostenible.

En primer lugar, se la implementación de políticas públicas que permitan mejorar el uso de energías del transporte y su relación con el desarrollo sostenible. Debido a que estas políticas como se ha hecho mención en la sección anterior han tenido resultados significativos en otros países por lo que podrían realizarse en Ecuador en espera de un efecto positivo.

Por otra parte, se plantea la transformación de la producción energética. En Ecuador el sector productivo energético está enfocado en explotar al máximo los combustibles derivados de petróleo, que en un futuro no muy lejano serán escasos ya que no se pueden producir de forma infinita. Por lo que, es necesaria la producción de energías alternativas, que vendrá acompañado de resultados favorables para el desarrollo económico y la innovación, y que a su vez favorecerá la demanda de energía del sector transporte que cada vez es mayor.

Otra propuesta, que se plantea es disminuir el uso de combustibles fósiles, ya que a un mayor consumo existe una mayor emanación de CO₂ y de sus gases derivados. En lugar de estos, se propone el consumo de combustibles alternativos como: el gas natural comprimido renovable, el uso de biodiésel, el etanol, etc., ya que estos tienen un efecto menos nocivo para el ambiente y no emanan los mismos gases de efecto invernadero que cuando se consume un derivado del carbono.

Otra propuesta, es fomentar la adquisición de vehículos alternativos. El desarrollo de vehículos eléctricos e híbridos ha presentado una evolución constante a nivel mundial. A pesar de que Ecuador no produzca este tipo de vehículos las concesionarias de autos quienes, si las importan, deberían proponer una meta de ventas anuales de vehículos híbridos o eléctricos, ya que estos vehículos a largo plazo pueden competir en precios con los vehículos de combustión fósil y la diferencia radical es que las emisiones de gases serán mucho menores que la de los vehículos a combustión.

También, una propuesta para reducir el aumento de la flota vehicular es la implementación del car-sharing que es la implementación de un sistema de alquiler de autos. Por medio de esta alternativa, se reduce la necesidad de adquisición de vehículos y se reduce la necesidad dependiente del automóvil. Estos vehículos solo se alquilarían ante eventuales necesidades de traslado, lo que como resultado mantendría la posibilidad de uso del transporte público para recorrer distancias largas y para las distancias cortas el eventual uso de las bicicletas o la caminata. Es importante mencionar que el car sharing se podría mejorar si la flota de alquiler comprendiera solo vehículos de energía alternativa.

En este contexto otra de las propuestas es reducir las necesidades de transportación, los usuarios de transporte generalmente se trasladan para actividades como trabajo, educación y recreamiento. Por lo que la implementación de formas de trabajo no presenciales (teletrabajo) y educación (educación virtual) de cierta forma reduce el consumo de energía y como efecto también se produce una menor cantidad de vehículos en la urbe lo que elimina la congestión vehicular y con ella el efecto de contaminación y de contaminación auditiva que se presentan usualmente en las denominadas horas pico.

En conclusión, estas acciones tendientes a mejorar el uso de energías en el sector transporte terrestre de Guayaquil aportan en gran medida al desarrollo sostenible de la ciudad garantizando una urbe mucho más eco-amigable con el ambiente.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

En la siguiente sección se muestran las conclusiones de los autores respecto a la teoría revisada, el análisis de los resultados que se logró por medio de la caracterización del sector transporte, la caracterización del desarrollo sostenible y el método de estimación de las emisiones de CO₂e mediante el uso de energías convencionales y uso de energías alternativas para el sector transporte terrestre de Guayaquil y su relación con el desarrollo sostenible, las políticas y las acciones tendientes a mejorar el problema de estudio.

5.1 Conclusiones

En base a los objetivos específicos planteados dentro del estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Mediante las teorías revisadas en este trabajo de investigación, se presentan conceptos fundamentales, sobre el sector transporte terrestre, las energías alternativas y energías convencionales, el desarrollo sostenible y como estas se relacionan. También se mencionan políticas para el alcanzar el desarrollo sostenible por medio del uso del transporte.

Una vez revisados los aspectos teóricos, la caracterización del sector transporte terrestre de Guayaquil. Presenta resultados como el crecimiento del índice de motorización en la urbe de 12 vehículos a 18 vehículos por cada cien habitantes. Lo cual demuestra un crecimiento del parque automotor, en donde actualmente el 99.36% de los vehículos utilizan energías convencionales. Mientras que el 0.64% restante hace uso de energías alternativas. Como consecuencia de esto, la priorización del uso energías convencionales ha provocado el incremento de la demanda de los combustibles como el diésel y la gasolina, las cuales han presentado un crecimiento de su consumo en 26.90% y 11.73%, respectivamente durante el periodo 2014-2020.

Ante esta situación, el desarrollo sostenible de la ciudad se ha visto afectado bajo los tres enfoques: económico, ambiental y social. Puesto que, por la parte económica, ante la caída de los subsidios estatales a los combustibles el precio real de

estos recaen sobre los gastos de los ciudadanos quienes deben pagar un 49.29% más por la gasolina extra y un 51.42% más por la gasolina super. A esto debemos sumarle que bajo el contexto del desarrollo sostenible donde se plantea una economía responsable, tampoco se está priorizando la sostenibilidad ambiental puesto que en este aspecto las emisiones de CO₂e han aumentado en 19.40% durante el periodo 2014-2020, provenientes en un 57.58% de vehículos a gasolina y un 42.42% provenientes por vehículos a diésel. Por último, bajo el aspecto social, ante el incremento de las emisiones de CO₂e los casos de morbilidad por contaminación han sumado un total de 13,921. Sin embargo, este número puede ascender si les atribuimos otras enfermedades relacionadas directamente con la contaminación, de acuerdo con la OMS estas enfermedades son: cardiopatías isquémicas y cerebrovasculares, las cuales han presentado un crecimiento de 119% y 21%, respectivamente durante el periodo 2014-2020.

Ante la incidencia negativa del uso de energías convencionales con el desarrollo sostenible, mediante un supuesto ideal de implementación de energías alternativas como: el gas natural comprimido en reemplazo de la gasolina y el diésel de palma en reemplazo del diésel, y bajo las mismas necesidades demandadas de combustibles, se lograría un decrecimiento de las emisiones de CO₂e en 24.20% lo que demuestra un efecto positivo para el desarrollo sostenible debido a que se emplea el concepto de una economía responsable que afecta en menor proporción al medio ambiente y que como consecuencia derivará en menores casos de morbilidad por contaminación. Sin embargo, es importante resaltar que en bajo el enfoque económico si se presentarían cambios en el nivel de precios por la implementación de este tipo de energía. El pago por beneficio ambiental en reducción del 19.10% de emisiones de CO₂e representaría 0.17 dólares más por galón de gas natural comprimido en comparación con el precio por galón de gasolina, mientras que para el pago por beneficio ambiental del 24.60% en reducción de las emisiones de CO₂e representaría 4.21 dólares por galón de diésel de palma en comparación con el precio por galón del diésel. Ante esta situación, no se descarta la implementación del gas natural comprimido debido a que el pago de 0.17 dólares más por galón en comparación al precio por galón de la gasolina para ciertos ciudadanos Guayaquileños que posean de disponibilidad de pago, el precio de esta energía alternativa se vuelve accesible.

Por lo tanto, es necesario la implementación de políticas públicas como: mejorar infraestructura para transportes alternativos, aumentar el precio de los combustibles fósiles, aumento de la tarifa vial, impuestos para vehículos de combustión fósil. No obstante, las políticas públicas solo pueden solucionar una parte del problema, por lo que también es necesario la implementación de estrategias relacionadas al transporte sostenible como: necesidades reducidas de viaje, car-sharing, reducción del consumo de combustibles e impulsar el uso de vehículos alternativos.

5.2 Recomendaciones

Como se ha mencionado en el apartado anterior, se recomienda una transición energética dejando de utilizar las energías convencionales que son las que mayormente se consumen por parte del sector transporte terrestre de Guayaquil para utilizar la energía alternativas, mediante la implementación de políticas públicas en relación con el sector transporte y las estrategias de desarrollo sostenible.

Para futuras investigaciones, es necesario la implementación de una base de datos mucho más amplia de las clases de vehículos, por tipo de energía utilizada puesto que sería interesante determinar qué clase de vehículo produce una mayor contaminación para orientar de manera más específica las medidas que se deberían tomar de acuerdo con el consumo de combustible que esta demanda.

Por otra parte, también se recomienda la mejora de la base de datos de la Agencia Nacional Ecuatoriana de Tránsito y la revelación de la base de datos de la Agencia de Tránsito Municipal puesto que solo cuentan con el registro de las defunciones por accidentes. Sería interesante determinar el tiempo promedio de viajes de los ciudadanos por tipo de transporte utilizado, los principales modelos de vehículos del parque automotor de la urbe, entre otras características.

Referencias bibliográficas

- Abreu, J. (2014). *El método de la Investigación. International Journal of Good Conscience*. (9) 195-204. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Agencia Nacional de Transito (2020). Anuario estadístico del sector transporte. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/anuarios-de-transporte-2/>
- Agencia Nacional de Transito (2021). Estadísticas de siniestros de tránsito. https://www.ant.gob.ec/?page_id=2670
- Alomá, E. & Marlave, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de carnot en textos universitarios de termodinámica. *Educere*, 11(37), 477-487. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35603814.pdf>
- Alonso, M. (2013). *Sistemas fotovoltaicos*. (Máster en energías renovables). Centro de Investigación Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. <https://static.eoi.es/savia/documents/componente45335.pdf>
- Alvarez, S., Evelson, P., Boveris, A. (2008). Etanol: El combustible del futuro. Universidad de Buenos Aires. http://repositorioubu.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruci/index/assoc/HWA_280.dir/280.PDF
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (2021). Sector automotor en cifras. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/01/12.-Sector-en-Cifras-Resumen-Diciembre.pdf>
- Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (2020). El petróleo en cifras. <https://www.aihe.org.ec/2021/04/06/folleto-el-petroleo-en-cifras-2020/>
- Banco Central del Ecuador (2020). Boletín Anuario 2010-2020. <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/327-ver-bolet%C3%ADn-anuario-por-a%C3%B1os>
- Banco Central del Ecuador (2020). Cuentas Nacionales Regionales. <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/293-cuentas-provinciales>

- Banco Central del Ecuador. (2020). Boletines de prensa. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1383-la-economia-ecuatoriana-decrecio-12-4-en-el-segundo-trimestre-de-2020>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bickel, P. & Friedrich, R. (2005). *Externalities of Energy*. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung — IER Universität Stuttgart, Germany <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b2b86b52-4f18-4b4e-a134-b1c81ad8a1b2>
- Black, W.R. (1997). “North American transportation: perspectives on Research needs and sustainable transportation.” *Transportation Geography*. J. 5 (1): 12-19.
- British Petroleum. (2021). Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
- Bull, A. (2003). Congestión de tránsito. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/27813/S0301049_es.pdf
- Caceres, M & Cuevas, C (2020). Políticas de promoción del uso de la bicicleta en Dinamarca, Holanda y Ciudad de México. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29063/1/BCN_Políticas_de_promocion_del_uso_de_la_bicicleta_en_Dinamarca_Holanda_y_Ciudad_de_Mexico_.pdf
- Cardenas, A., Tinajero, B., & Villanueva, S. (2011). *Biodiesel vegetal con diésel PEMEX en un*
- Castillo, F & Torres, A (2011). Análisis de rendimiento, consumo y emisiones generadas por los vehículos híbridos. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga.

https://www.researchgate.net/publication/277065797_Analisis_de_rendimiento_consumo_y_emisiones_generadas_por_los_vehiculos_hibridos

Chica, F., & Espinoza, F. (2008). El biodisel como alternativa para reducir las emisiones contaminantes en la ciudad de Cuenca. *Ingenius*.

Cobos, E. (31 de julio de 2021). Costo del subsidio de los combustibles. *Primicias*.
<https://www.primicias.ec/noticias/economia/banda-precios-ecuador-subsidios-combustibles/>

Colomer, J. (1993). *El ferrocarril en el sistema de transportes: aspectos económicos y sociales*. Universidad de La Coruña. Fundación de la Ingeniería Civil de Galicia
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/9474/CC_22_art_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2013). Políticas integradas y sostenibles de movilidad: revisión y propuesta de un marco conceptual. Boletín de Facilitación del Transporte y el Comercio en América latina y el Caribe.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36168/1/FAL-323-WEB_es.pdf

Corporacion Nacional de Electricidad (2017). Plan Nacional de Eficiencia Energética.
<https://www.cnelep.gob.ec/plan-nacional-eficiencia-energetica/>

Correa, E. (2018). El sistema de transporte y el caos vehicular en la ciudad de huacho periodo 2016. Universidad Federal Villareal. Repositorio Institucional de Universidad Federal Villareal.
http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3497/UNFV_Correa_Celis_%20Erber_%20Efrain_Maestr%C3%ADa_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Correa, F. (2003). Economía del desarrollo sostenible: propuestas y limitaciones de la teoría neoclásica. *Semestre Económico* 6(12).
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5248646.pdf>.

Cueva, J. (2019). Evaluar la calidad de gasto del estado ecuatoriano en el año 2018 y 2019, frente al impuesto ambiental a la contaminación vehicular, como fuente de ingreso tributario. Pontifica Universidad Católica de Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18821/TESIS%20FINAL%20%286%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- DeLaurentis, D., Lewe, J. H., & Schrage, D. (2003). Abstraction and Modeling Hypothesis for Future Transportation Architectures. *AIAA International Air and Space Symposium and Exposition: The Next 100 Years*. <https://doi.org/10.2514/6.2003-2514>
- Diario El Universo. (23 de agosto del 2020). En Guayaquil, crisis de la transportación echa abajo planes de mejor servicio y los usuarios son los perjudicados. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/08/23/nota/7950085/guayaquil-crisis-transportacion-echa-abajo-planes-mejor-servicio/>
- Diaz, R. (2017). Vehículos de combustible alternativo para la Ciudad de México mediante matrices de decisiones. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/14694/1/TESIS%20Veh%C3%ADculos%20de%20combustible%20alternativo%20para%20la%20Ciudad%20de%20M%C3%A9xico%20mediante%20matrices%20de%20decisiones.pdf>
- Du, H., & Kommalapati, R. (2016). Assessment of Bioethanol Applications on Transportation Vehicles in Houston. *Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications*, 06(03). <https://doi.org/10.4172/2090-4541.1000207>
- Duque, G. (2006). *Fundamentos de economía y transportes Parte III: Introducción a la economía del transporte*. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional de Universidad Nacional de Colombia <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3385/03-int-ec-transp.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Elenes, N. (2012). *Análisis de factibilidad de un sistema de bombeo de agua con energía solar como propuesta de adaptación para riego en Rayón, Sonora*. (Tesis de grado) Universidad de Sonora. http://www.irsitio.com/refbase/documentos/48_ElenesFelix+BenitezBaltazar2012.pdf
- Espinosa, F., Osorio R. & Diaz J. (2021). Calentamiento global: Radiación cósmica solar y la relación con los fenómenos del Niño y la Niña. *Braintech Chile – Tecnología e Innovación*. 1-6. <https://braintech.cl/calentamiento-global-radiacion-solar-y-fenomenos-climaticos/>

- Fernández, C. & Baptista P. (2014). Metodología de la investigación (Vol. 6). McGraw-Hill Education. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Ferreira, K. & Lopes, J. (2000). *Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. Enseñanza de las ciencias, 2004, 22(1), 159–166.* <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21968>
- Ferreri, L. (2013). *Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas.* Revista mexicana de Física, 59(2), 36-43. <https://www.redalyc.org/pdf/570/57030971005.pdf>
- Ferris, J. (2001). Enfermedades asociadas a la polución atmosférica por combustibles fósiles. *Revista Especial Pediatría.* 57(3). 213-225. <http://www.pehsu.org/az/pdf/fosiles.pdf>
- Fevrier, S., & Ayales, I. (1996). *Género, comunicación y desarrollo sostenible.* Iica. https://books.google.com.ec/books/about/G%C3%A9nero_comunicaci%C3%B3n_y_desarrollo_soste.html?id=s-xnWckTJq0C&redir_esc=y
- Fischer, R., & Gscheidle, R. (2014b). *Modern Automotive Technology.* Beltz Verlag. <https://www.europa-lehrmittel.de/leseprobe/23018-2.pdf>
- Flores, D. Gonzales, M. & Barragan A. (2011). Energía Solar, una Energía alternativa ante el cambio climático. *Revista de Divulgación* <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/367>
- Franco, J. (1998). Las conferencias marítimas en el transporte internacional de mercancías: una perspectiva desde el derecho de la competencia. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628536.pdf>.
- Galan, A., Fernandez, C., Larrazabal, R., Pla De La Rosa, J., & Vivaracho, L. (2008). Nuevos combustibles y tecnologías de propulsión. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Nuevos_Combustibles_6_2d83b8b8.pdf
- García, A. (15 de octubre de 2021). El transporte en crisis transita a lo eléctrico. *El Comercio.* <https://www.elcomercio.com/actualidad/guayaquil/transporte-tesis-electrico-buses-combustibles.html>

- García, J. (2020). *Introducción al Transporte de Mercancías*. Nota Técnica. Repositorio Oficial UPV Riunet. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/138752>
- Gómez, A. Rodríguez, A. & Barrios, D. (2020). *Enfoques y Amenazas del desarrollo sostenible*. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://ru.iiec.unam.mx/5114/>
- González, E. (2016). *La logística del transporte aéreo de mercancías en México*. Universidad Autónoma del Estado de México. Repositorio de la Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66973/tesis%20final-split-merge.pdf;jsessionid=F6C02DDE2D9BBFD941843C496531CCD1?sequence=3>
- González, M. (2007). Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible. *Ecologistas en Acción*.
- Gracia, J. (2015). Desarrollo sostenible: origen, evolución y enfoques. (Documento de docencia No. 3). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1074>
- Green, K. (1995) *Defending Automobility: A Critical Examination of the Environmental and Social Costs of Auto Use*.
- Gutiérrez, M. & Gutiérrez, E. Desarrollo sostenible. *Revista de Enseñanza Universitaria*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3907509>
- Hage, J., & Alter, C. (1997). A Typology of Interorganizational Relationships and Networks. *Contemporary Capitalism*, 94–126. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139174701.004>
- Herguedas, A., & Taranco, C. (2012). *Biomasa, combustibles y sostenibilidad*. I HTAGRA <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>
- Hickman, R., Hall, P. & Banister, D. (2013). Planning more for sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, 33, 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004>

https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali2.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU): Desigualdad y Pobreza. Boletín Técnico. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2020/Diciembre-2020/Boletin%20tecnico%20pobreza%20diciembre%202020.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2019). Estadísticas Ambientales: Información Ambiental en Hogares – Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo. <https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/BIINEC-war/index.xhtml>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Anuario Estadístico del sector transporte. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/anuarios-de-transporte-2/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Anuario estadístico del sector transporte. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2020/2020_ANET_PPT.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Camas y Egresos Hospitalarios. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/camas-y-egresos-hospitalarios/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Registro de Gestión de Residuos Sólidos. <https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/BIINEC-war/index.xhtml>

Lakshmanan, T. (2007), "The Wider Economic Benefits of Transportation: An Overview", *OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers*, No. 2007/08, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/234804032336>.

Larrouyet, C. (2015). *Desarrollo sustentable. Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta*. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154>

Leitón, J. (2007). *Modelos de eficiencia económica: El transporte ferroviario*, Documento de Trabajo, No. 02/07, Universidad Católica Boliviana, Instituto de

Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), La Paz.
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/72813/1/537540563.pdf>

Litman, A. (2009). *Transportation Cost and Benefit Analysis: Techniques, Estimates and Implications*. Victoria Transport Policy Institute.
<https://www.vtpi.org/tca/tca01.pdf>

Litman, T. & Laube, F. (2002). *Automobile Dependency and Economic Development*. Institute for Science and Technology Policy. <https://www.vtpi.org/ecodev.pdf>

Litman, T., & Burwell, D. (2006). Issues in sustainable transport. *Int. J. Global Environmental Issues*, 6(4), 331–345. https://www.vtpi.org/sus_iss.pdf

Longar, M. Perez, Maria. & Alvarado, J. *Perspectivas de Energía Renovable: Biomasa*. Universidad Autónoma de México
<https://biblat.unam.mx/hevila/MundosigloXXI/2005/no2/4.pdf>

Marroyo, J. & García, J. (2015), *Trabajo, potencia y energía*. Universidad de León.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4876001>

Martinez, A. & Caro, R. (2010). *Fuentes energéticas*.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4548648.pdf>.

Martinez, H. (2018). El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina. Documentos Proyectos. Comisión Económica para América Latina y Caribe.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44344/1/S1800399_es.pdf

Martinez, J. (2012). *Autos Híbridos*. Universidad Católica. http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Autos_Hibridos.pdf

Martino, A., Casamassima, G. & Fiorello, D. (2009). *The impact of oil prices fluctuations on transport and its related sectors*. Policy Department Structural and Cohesion Policies.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2009/419084/IPO_L-TRAN_ET\(2009\)419084_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2009/419084/IPO_L-TRAN_ET(2009)419084_EN.pdf)

Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2017). Balance Eficiencia Energético Nacional 2017.
https://issuu.com/revistavirtualmrnr/docs/balance_energetico_nacional_2017

- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2019). Balance Energético Nacional 2019. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Balance-Energetico-Nacional-2019-1.pdf>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Energética (2020). Temperatura Promedio Anual Máxima. <http://pras.ambiente.gob.ec/web/siesap/inicio>
- Miranda, A. Suset, A. Machado, H. & Campos, M. (2007). El Desarrollo sostenible: Perspectivas y enfoques en una nueva época. *Pastos y Forrajes*, 30(2), 1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942007000200001&lng=es&tlng=es.
- Molinero, A., & Sánchez, L. (2005). Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración. México: UAEM. https://kupdf.net/download/transporte-p-uacute-blico-planeaci-oacute-n-dise-ntilde-o-operaci-oacute-n-y-administraci-oacute-n-escrito-por-angel-molinero-luis-ignacio-s-aacute-nchez-arellano_58ab9b376454a7f249b1e986_pdf
- Monroy, A., Narváez, R., Vera, B., & Bautista, L. (2017). Generación de bioetanol como combustible alternativo a partir de compuestos lignocelulósicos a nivel laboratorio. *Revista de Energía Química y Física*. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol4num13/Revista_de_Energia_Quimica_y_Fisica_V4_N13_7.pdf
- Moreno, J. (2011). Gas natural como combustible alternativo para vehículos. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://core.ac.uk/download/pdf/41803319.pdf>
- Moreno, L. (2011). Regulación Internacional de Las Energías Renovables y de la Eficiencia Energética. Universidad Externado de Colombia. <http://hernandezmendible.com/librosypublicaciones/segundocapitulo/Energ%C3%ADas%20Renovables%20y%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica.pdf>
- Mosaberpanah, M. & Khales, S. (2012). The Role of Transportation in Sustainable Development. *ICSDEC 2012*, 441–448. <https://doi.org/10.1061/9780784412688.053>
- motor de bomba de mando mecánico*. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/2361/1/Tesis%20Biodiesel.pdf>

- Moyano, M., & Iñigo, G. (2006). *Auto solar*. Ciencia y Tecnología de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. http://www.etpcba.com.ar/Documentos/Nivel_Medio/Recursos%20Didacticos/22_Auto_Solar.pdf
- Neill, D. & Suarez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la investigación científica*. Vol. 1. Editorial UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14229/1/Cap.1-Investigaci%c3%b3n%20cient%c3%adfica.pdf>
- Newman, P. & Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and Cities*. Amsterdam University Press.
- Nieto, E. Grisales, H. Montealegre, N. & Piñeros, J. (2020). Reflexiones en torno al informe de la contraloría sobre el impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población de Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*. 39(1), 1–3. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e341072>
- Niskota, A., Perujo, A., Jensen, P. & Jesinghaus, J (2009). *Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities*. Joint Research Centre: Institute for Environment and Sustainability. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC54971/sust_transp_ind_report_final.pdf.
- Ogryzek, M., Adamska-Kmieć, D. & Klimach, A. (2020). Sustainable Transport: An Efficient Transportation Network—Case Study. *Sustainability*, 12(19), 8274. <https://doi.org/10.3390/su12198274>
- Organización de los Estados Americanos (2004). *Reforma de políticas sobre energía renovable en América Latina y el Caribe*. Series sobre Elementos de Políticas. https://www.oas.org/dsd/policy_series/5_spa.pdf
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. 1-78. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/0_Overview/V0_0_Cover.pdf

- Patier, D. & Browne, M. (2010). A methodology for the evaluation of urban logistics innovations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6229–6241. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.033>
- Pavón, L. (2013). *Macroeconomía aplicada*. (2a. ed.). McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=560&pg=14>
- Paz, J. G. (1975). *Los transportes*. Salvat. <https://www.buscalibre.us/libro-los-transportes/48358966/p/48358966>
- Pereira, M. (2015). *Las energías renovables: ¿Es posible hablar de un derecho energético ambiental? Elementos para una discusión*. *Jurídicas CUC*, 11(1), 233-254. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5162525>
- PetroEcuador (2020) *Informes Estadísticos Anuales: Precios al combustible*. <https://www.eppetroecuador.ec/?p=6855>
- PetroEcuador (2020). *Estructura de precios*. <https://www.eppetroecuador.ec/?p=6855>
- Pfaffenberger, W. Jhan, K. Djourdjin, M (2006). *Renewable energies – environmental benefits, economic growth and job creation*. Environmental Assessment Institute, Denmark. http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/press/downloads/060506_Bremer_insitute_impact_jobs_renewable_energies.pdf.
- Pita, S. & Pértegas, S. (2002) *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. *CAD ATEN PRIMARIA*. (9): 76-78
- Portales, G. (2001). *Transportación internacional*. Edición Trillas, México. https://etrillas.mx/libro/transportacion-internacional_7139
- Puig, I. Martínez, A. Vicuña, Z. Córdova, G. Álvarez, P. *Subsidios a los Combustibles Fósiles en Ecuador: Diagnóstico y Opciones para su Progresiva Reducción*. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. 28(1), 87-106. <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/download/338980/429880>.
- Quintero, J. Cortazar, A &. Ramírez, A. (2018). *Transporte marítimo internacional: aspectos operativos y comercio, logística portuaria, aspectos jurídicos y comerciales, prospectiva para Colombia*. *Journal de Ciencia e Ingeniería*. 10 (1): 18-31. <https://jci.uniautonoma.edu.co/2018/2018-3.pdf>

- Quintero, J., & Quintero, L. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente. *Revista Ingeniería y Región*, 14(2), 87-97. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5432139>
- Quiroga, M. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible*. Naciones Unidas, CEPAL/ECLAC, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5570/S0110817_es.pdf
- Ramírez, A. & Sánchez, J. (2009). Enfoques de Desarrollo Sostenible y Urbanismo. *Revista Digital Universitaria* 10(7). <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art42/art42.pdf>
- Ramos, E. (2021). Diseño de un transporte por cable. Universidad de la Laguna. Repositorio de la Universidad de la Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/24231/Diseno%20de%20un%20transporte%20por%20cable.pdf?sequence=1>.
- Reinoso, T. & Mantilla, L. El impuesto verde en ecuador: debut y despedida de una ilusión ambiental. *Revista digital de Medio Ambiente Ojeando la agenda*. <https://mirevistadigital.files.wordpress.com/2020/03/el-impuesto-verde-en-ecuador.pdf>
- Reinoso, T. (2020). Análisis descriptivo del impuesto verde en el Ecuador durante su período de vigencia. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/31727/1/T4855i.pdf>
- Rincón, J. (2020). *Energías Renovables, una Alternativa para Ampliar Cobertura del Servicio Energético en Colombia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38962/jfrinconro.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Robillard, C. (2009). Generación de electricidad a partir de energía geotérmica. Universidad de Lima. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493011.pdf>
- Rodas, Y. & Arango M. (2017). *Optimización de la estructura de costos para la generación de energía hidroeléctrica: Una aplicación del Modelo Black Litterman*. *Revista Espacio*. 38(26) 1-18 <https://www.revistaespacios.com/a17v38n26/a17v38n26p18.pdf>
- Rojas, E., Romero, V., & Pancha J. (2020). Análisis del comportamiento de las emisiones de CO₂, CO y del factor lambda de un vehículo con sistema de

- inyección convencional con catalizador y sin catalizador. *Ingenius*. 23. 23-29.
DOI: <https://doi.org/10.17163/ings.n23.2020.02>.
- Romero, A., Vera, M. (2018). Economía Política del petróleo. *Criterio Libre*. 16(28), 133-156. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6676023.pdf>.
- Ruiz, A. (2015). *Tres Ensayos sobre Economía del Transporte*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. Repositorio Institucional de la UB. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2015/hdl_10803_310593/akrm1de1.pdf
- Ruiz, S. (2006). *Energías alternativas aplicadas al diseño* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. https://repositorio.unam.mx/contenidos/ficha/energias-alternativas-aplicadas-al-diseno-de-la-energia-solar-al-hidrogeno-como-combustible-250931?c=BDedam&d=false&q=*&i=2&v=1&t=search_0&as=0
- Sanabria, A. (2008). El papel del transporte en el crecimiento económico colombiano en la segunda mitad del siglo XX. *Apuntes del Cenes*, 27(46), 141–182. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cenes/article/view/240>
- Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martínez, F. J., & Marquez-Barja, J. M. (2021). A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372–404. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010022>
- Sanz, A. (2010). Transporte, economía, ecología y poder. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 1(73), 148-177. Recuperado de: <https://www.ogasun.ejgv.euskadi.eus/r51-k86aekon/es/k86aEkonomiazWar/ekonomiaz/getArticulosPubl?idPubl=68>
- Sarmiento, E (1996). La crisis de la infraestructura vial. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá. <https://www.econbiz.de/Record/la-crisis-de-la-infraestructura-vial-sarmiento-palacio-eduardo/10000949002>
- Sauma, E (2012). Políticas de fomento a las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile. Centro de Políticas Públicas UC. <https://politicaspublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/descargar-politicas-de-fomento-a-las-energias-renovables-no-convencionales.pdf>

- Singh, S (2014). Policies for Sustainable Mobility. The Energy and Resources Institute. <https://www.teriin.org/projects/nfa/2008-2013/pdf/working-paper-13-policies-for-sustainable-mobility.pdf>.
- Strange, T., & Bayley, A. (2008). Sustainable Development. *OECD Insights*. <https://doi.org/10.1787/9789264055742-en>
- Torres, W. (31 de julio de 2021). Ecuador gastó USD 581,2 millones en subsidios desde la vigencia de las bandas. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/banda-precios-ecuador-subsidios-combustibles/>
- Tovar, M. (2008). *Modos de transporte y su desarrollo*. Instituto Politécnico Nacional. Repositorio Instituto Politécnico Nacional. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/1996/1.%20MODOS%20DE%20TRANSPORTE%20Y%20SU%20DESARROLLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tretyak, V., Rekun, G., Andreieva, K., & Bieliai, M. (2019). The role of stakeholders' interests management mechanism in the transport services market development. *SHS Web of Conferences*, 67, 06053. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196706053>
- United Nations Environment Programme. (2021). Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On A World of Climate Promises Not Yet Delivered. <https://www.unep.org/es/resources/emissions-gap-report-2021>
- Van De Wyngard, R. (2010). *Energías no convencionales: Energías sustentables para Chile*. Repositorio de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/164241>
- Vargas, C., Guamán, J. & Rios, A. & Otorongo, M. (2020). Simulación de una Estrategia en Implementación de Vehículos Eléctricos en el Transporte Terrestre del Ecuador en el Horizonte 2014 – 2035. *Revista Politécnica*. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v46n1/2477-8990-rpolit-46-01-47.pdf>
- Vargas, F. (2010). Producción y caracterización de biodiésel de palma y de aceite reciclado mediante un proceso batch y un proceso continuo con un reactor helicoidal. Universitat Rovira i Virgili. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8588/Tesi.pdf?sequence=1>

- Vargas, J., Hinojosa A. & Mendieta H. (2018) Contaminación Atmosférica y Salud Humana. *Inteligencia Epidemiológica* 2020. 1, 14-17. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109150/14_extracted_revista_1_20inteli.pdf?sequence=1
- Vasco, E. (2018). El transporte aéreo y su influencia en el turismo amazónico - ecuatoriano. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(3) 122-160. <http://geol.espe.edu.ec/wp-content/uploads//2018/11/8.pdf>
- Vasconcellos, A. (2019). Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe. *Informe de Corporación Andina de Fomento*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44668/1/S1801160_es.pdf
- Vásconez, L. (11 de octubre del 2021). El galón de gasolina extra y ecopaís sube a USD 2,50. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/galon-gasolina-extra-ecopais-incremento.html>
- Vickerman, R. (2008), "The Wider Economic Benefits of Transportation: An Overview". University of Kent. https://read.oecd-ilibrary.org/transport/the-wider-economic-benefits-of-transport/the-wider-economic-benefits-of-transportation_9789282101834-4-en#page1
- Villamizar, F. (2013). *¿Desarrollo Sostenible? O ¿Sustentable?*. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14267606/desarrollo-sostenible-o-sustentable-udes>
- Villanueva, C. & Pradel, M. (2021). Las migraciones climáticas, otro efecto del calentamiento global. *Climática*. <https://www.climatica.lamarea.com/migraciones-climaticas-cambio-climatico/>
- Viscidi, L. (2017). La energía del transporte: Un enfoque en el transporte urbano en América Latina. *El Dialogo*. <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2017/11/La-energia-del-transporte-en-America-Latina.pdf>
- Vivanco, E. (2020). Energías renovables y no renovables: ventajas y desventajas de ambos tipos de energía. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovableventajas_y_desventajas_final.pdf

Vohra, K., Vodonos, A., Schwartz, J., Marais, E., Sulprizio, M., & Mickley, L. (2021). Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem. *Environmental Research*, 195, 110754. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110754>

Wirth, E (2016). Los méritos e inconvenientes de la política de incentivos a la compra de vehículos eléctricos: El caso de Noruega. *Papeles de Relaciones Ecosociales y cambio global*. 93-104; p. 93. <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/147527/retrieve>

World Meteorological Organization. (2021). Green House Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2020. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10904

World Meteorological Organization. (2021). State Of Global Climate 2021 WMO Provisional Report. <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WMO%20Provisional%20Report%20on%20the%20State%20of%20the%20Global%20Climate%202021.pdf>

Anexos

Anexo 1: Carta apto de trabajo de titulación

Guayaquil, 6 de Febrero de 2022.

Ing. Freddy Camacho Villagómez, PhD., Coordinador UTE B-2021 de la Carrera de

Economía De mis Consideraciones:

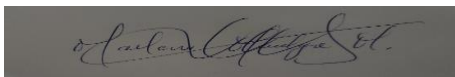
Yo la Economista Marlene Mariluz Mendoza Macías, Docente de la Carrera de Economía, designada TUTORA del proyecto de grado de los estudiantes **JOSÉ ANTONIO EGAS VERA** y **PATRICIO FERNANDO RECABARREN CASTILLO**, cumpla en informar a usted, que una vez que se han realizado las revisiones al 100% del proyecto avalo el trabajo presentado por los estudiantes titulado: **“ANÁLISIS DEL SECTOR TRANSPORTE TERRESTRE DE GUAYAQUIL, USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE AL 2021”** por haber cumplido en mi criterio con el mínimo de las formalidades requeridas.

Este trabajo de titulación ha sido orientado al 100% de todo el proceso y se procedió a validarlo en el programa de URKUND dando como resultado un **0%** de plagio.

Cabe indicar que bajo el presente informe de cumplimiento del Proyecto de Titulación del semestre B-2021 a mi cargo, asumo la responsabilidad como tutora del trabajo en mención y, los estudiantes son responsables de su respectivo desarrollo.

La calificación final obtenida para cada uno de las estudiantes en el desarrollo del proyecto de titulación es de: **10/10 (Diez sobre Diez)**.

Atentamente,



Econ. Marlene Mendoza Macías, PhD.

PROFESOR TUTOR-REVISOR PROYECTO DE GRADUACIÓN



José Antonio Egas Vera
ESTUDIANTE – AUTOR



Patricio Fernando Recabarren Castillo
ESTUDIANTE - AUTOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Recabarren Castillo, Patricio Fernando**, con C.C: # 0930779152 autor/a del trabajo de titulación: **Análisis del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021** previo a la obtención del título de **Economista** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 07 de febrero de 2022



f. _____

Nombre: **Recabarren Castillo, Patricio Fernando**

C.C: **0930779152**

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Egas Vera José Antonio**, con C.C: # 0930478565 autor/a del trabajo de titulación: **Análisis del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021** previo a la obtención del título de **Economista** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 07 de febrero de 2022

f.



Nombre: **Egas Vera José Antonio**

C.C: **0930478565**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Análisis del sector transporte terrestre de Guayaquil, uso de energías alternativas y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021.		
AUTOR(ES)	Recabarren Castillo Patricio Fernando; Egas Vera José Antonio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Econ. Jorge Luis Delgado Salazar, MGS. /Econ. Marlene Mariluz Mendoza Macias, PhD.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Empresariales		
CARRERA:	Economía		
TÍTULO OBTENIDO:	Economista		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	07 de febrero de 2022	No. DE PÁGINAS:	166
ÁREAS TEMÁTICAS:	Social, Ambiental, Económico, Políticas Públicas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sector transporte terrestre, energías alternativas, energía convencionales desarrollo sostenible, contaminación ambiental, Enfermedades por contaminación		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la situación del sector transporte terrestre de Guayaquil en cuanto al uso de energía y su incidencia en el desarrollo sostenible al 2021. Se desarrolla el marco teórico abarcando teorías del sector transporte, las principales diferencias entre las energías convencionales y alternativas aplicadas en el transporte, y el efecto de los tipos de energías sobre el desarrollo sostenible. También se menciona las principales políticas públicas en relación con el sector transporte terrestre para impulsar el desarrollo sostenible.</p> <p>El método aplicado es de tipo deductivo y cuantitativo. El tipo de investigación es descriptiva y correlacional. Se aplicó un modelo de estimación de emisiones de CO₂e propuesto por el IPCC con la que se determinó el número de tCO₂e en el ambiente producto de la combustión de energías convencionales por tipo de energía utilizada. También, se aplicó esta misma metodología para una simulación de sustitución energética por energías alternativas en el sector transporte terrestre de Guayaquil y, por último, una comparación de los costos por consumo que podrían generarse por el reemplazo energético. Como principal conclusión se determina que el consumo de energías convencionales del sector transporte terrestre de Guayaquil incide negativamente en el desarrollo sostenible ya que el aumento de las emisiones de gases contaminantes afecta el ambiente y como consecuencia ha generado casos de morbilidad por contaminación atmosférica.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0981705217 +593-0968981520	E-mail: egasjose12@gmail.com patrick99reca@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):::	Nombre: Camacho Villagomez Freddy Ronalde Teléfono: +593-4-2206953 ext 1634 E-mail: freddy.camacho.villagomez@gmail.com ; Freddy.camacho@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			