

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE UN
VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS FRENTE UN VEHÍCULO
ELÉCTRICO KIA SOUL EN LA CIUDAD DE CUENCA”**

AUTORES:

CARLOS ANDRÉS BUSTAMANTE REMACHE

RUBÉN BYRON LLUMI GUAMBO

TUTOR:

ING. ADRIÁN XAVIER SIGÜENZA REINOSO, MSc.

CUENCA - ECUADOR

2022

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Carlos Andrés Bustamante Remache con documento de identificación N° 0105570725 y Rubén Byron Llumi Guambo con documento de identificación N° 0605371475, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS FRENTE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO KIA SOUL EN LA CIUDAD DE CUENCA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero de 2022.

Carlos Andrés Bustamante Remache
C.I. 0105570725

Rubén Byron Llumi Guambo
C.I. 0605371475

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS FRENTE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO KIA SOUL EN LA CIUDAD DE CUENCA”**, realizado por Carlos Andrés Bustamante Remache y Rubén Byron Llumi Guambo, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero de 2022.



Ing. Adrián Xavier Sigüenza Reinoso, Msc.
C.I. 0103827366

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Carlos Andrés Bustamante Remache con documento de identificación N° 0105570725 y Rubén Byron Llumi Guambo con documento de identificación N° 0605371475, autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS FRENTE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO KIA SOUL EN LA CIUDAD DE CUENCA”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, enero de 2022.



Carlos Andrés Bustamante Remache
C.I. 0105570725



Rubén Byron Llumi Guambo
C.I. 0605371475

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por habernos brindado vida y salud a todos los seres queridos, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia. Por ser el apoyo incondicional en momentos difíciles.

Gracias, mis padres: María Lourdes y Nestorio Rodolfo por ser los principales promotores e impulsores de nuestras metas, por confiar y creer en nuestras habilidades, por los consejos, valores y principios inculcados día a día.

Agradezco a los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, por habernos brindado su conocimiento durante nuestra preparación como profesionales. De igual manera al ingeniero Adrián Sigüenza tutor del proyecto de investigación la cual ha sido una de las personas que nos ha apoyado y aconsejado incondicionalmente.

Carlos Andrés Bustamante Remache.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a todas aquellas personas que confiaron y me apoyaron día a día, aquellas personas que creyeron en mí. Una de esas personas es mi Mamá, ya que fue una de las personas que jamás dejó de creer en mí. Estuvo día a día apoyándome para continuar, en momentos de debilidad estuvo aquí para darme ese empujón y seguir adelante.

A mi padre por ayudarme a lograr mis metas y seguir adelante, por ser una de las personas que me apoyaron y a la vez brindaron su sabiduría mediante consejos para cumplir las metas establecidas.

A mis hermanos por estar siempre apoyándome y acompañándome a lo largo de esta etapa de vida.

A todas aquellas personas que durante el periodo de preparación estuvieron dispuestos a brindar sus conocimientos sin restricción alguna.

Carlos Andrés Bustamante Remache.

AGRADECIMIENTO

Expreso mis más sinceros agradecimientos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA por haberme abierto las puertas de esta prestigiosa institución y dado una oportunidad de triunfar, también quiero agradecer a todos aquellos maestros de la cuales me han ayudado a prepararme para un mundo lleno de competencia.

Hago hincapié mi agradecimiento al Ing. Adrián Sigüenza. MSC. Asesor del presente proyecto de titulación, quien me guio en la elaboración del presente trabajo de investigación.

También quiero agradecer a todos mi compañeros y amigos quienes fueron participe durante el trayecto de mis estudios y principalmente a nuestros Dios quien me ha cuidado y protegido, ante todo.

Ruben Byron Llumi Guambo

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación se la dedico a nuestro Dios, ya que él me ha dado la fuerza y fortaleza para poder sobresalir en mis estudios, también se la dedicó principalmente a mi madre María Guambo y mis hermanos, debido a que ellos sin importancia alguna me han dado principal atención, esfuerzo y confianza para que pueda alcanzar mis sueños, que hicieron la posibilidad de culminar mis estudios académicos y formar de mí una persona de bien y profesional.

Se la dedico también a mis familiares, amigos y mi padre que supieron ayudar de cierta forma que formaron de mi un profesional.

Ruben Byron Llumi Guambo

RESUMEN

El documento consiste en el análisis de los 2 vehículos eléctrico e híbrido, estableciendo parámetros básicos de funcionalidad y equipamiento. Donde se recopilan datos mediante un software recorriendo por rutas seleccionadas. Mediante clasificadores y por ordenanzas se clasifica el recorrido por velocidad y se logra determinar el rendimiento mediante regresiones cuadráticas y definimos la mejor alternativa.

ABSTRACT

The document is based on the analysis of the 2 electric and hybrid vehicles, establishing basic functionality and equipment. Where data are collected by software going through selected routes. By means of classifiers and by ordinances, the route is classified by speed and the performance is determined by means of quadratic regressions and we define the best alternative.

PALABRAS CLAVES TEMÁTICAS

Rendimiento

Comparativa

Análisis

Clasificadores

Energía – Generada por el vehículo

Regresiones cuadráticas

Contenido

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	2
CERTIFICACIÓN.....	3
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD.....	4
AGRADECIMIENTO	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO	7
DEDICATORIA.....	8
RESUMEN.....	9
CONTENIDO DE FIGURAS.....	16
CONTENIDO DE TABLAS.....	22
INTRODUCCIÓN.	23
PROBLEMA.....	25
Antecedentes	25
Importancia y alcance	25
OBJETIVOS.....	26
Objetivo general.	26
Objetivo específico.	26
CAPÍTULO I.....	27
1. Estudio del arte, revisiones bibliográficas, para establecer conceptos base para el estudio.	27

1.1.	Introducción.	27
1.2.	Historia del motor de combustión.	27
1.3.	Vehículo híbrido.	28
1.3.1.	Funcionamiento.	28
1.3.2.	Tipos de configuraciones.....	29
1.3.3.	Componentes principales del motor híbrido.	33
1.3.4.	Emisiones contaminantes generadas por los vehículos.....	40
1.3.5.	Gases contaminantes de vehículos de combustión interna.	40
1.3.6.	Contaminación de ruido de vehículos de combustión interna.	41
1.4.	Vehículo eléctrico.....	42
1.4.1.	Historia del vehículo eléctrico.....	42
1.4.2.	Historias recientes del vehículo eléctrico.....	43
1.4.3.	Previsiones para el futuro.	43
1.4.4.	Tipos de vehículos eléctricos.....	44
1.4.5.	Tipos de baterías.	46
1.4.6.	Tecnologías de carga.	49
1.5.	Datos técnicos y tecnológico del vehículo Toyota Prius c 2014.....	51
1.5.1.	Especificaciones técnicas TOYOTA PRIUS C 2014.....	52
1.6.	Datos técnicos y tecnológicos del vehículo KIA SOUL.	54
1.6.1.	Sistema de Suspensión Posterior.	55

1.6.2.	Sistema de Frenos	55
1.6.3.	Sistema de Dirección	56
1.6.4.	Engranaje Reductor	56
1.6.5.	Sistemas electrónicos y eléctricos.....	57
1.6.6.	Cargador (EVSE) de la batería de polímero de Iones de Litio.....	57
1.6.7.	Conexiones de Alto Voltaje	58
1.6.8.	Inversor (MCU).....	58
1.6.9.	Motor Eléctrico.....	59
1.6.10.	Funcionamiento del vehículo KIA SOUL	59
1.6.11.	Circuito de disminución de calor de la batería de alto Voltaje.	60
1.6.12.	Especificaciones técnicas KIA SOUL.....	61
CAPITULO II		61
2. Base de datos de los factores que intervienen al rendimiento vehículo híbrido en la ciudad de Cuenca, mediante software de adquisición.....		61
2.1.	Introducción.	61
2.2.	Estado actual de la ciudad de cuenca.	62
2.3.	Selección y especificaciones de 15 rutas de circulación para el vehículo híbrido.	62
2.3.1.	RUTA 1, LÍNEA 1.: LOS EUCALIPTOS – SAYAUSÌ.....	63
2.3.2.	RUTA 2, LÍNEA 2: ELOY ALFARO – TOTORACOCOA	64
2.3.3.	RUTA 3, LÍNEA 3: BELLAVISTA – KENNEDY.	65
2.3.4.	RUTA 4, LÍNEA 7: MALL DE RIO – LOS TRIGALES.	66

2.3.5.	RUTA 5, LÍNEA 10: PALUNCAY – FLORIDA	67
2.3.6.	RUTA 6 LÍNEA 12: BAÑOS – QUINTA CHICA	69
2.3.7.	RUTA 7 LÍNEA 14: FERIA LIBRE – EL VALLE	70
2.3.8.	RUTA 8 LÍNEA 15: FERIA LIBRE – MONAY BAGUANCHI.....	71
2.3.9.	RUTA 9 LÍNEA 16 MUTUALISTA AZUAY-MONAY BAGUANCHI	72
2.3.10.	RUTA 10 LÍNEA 17 5 ESQUINAS-YANATURO BAGUANCHI	73
2.3.11.	RUTA 11 LÍNEA 18 ZHUCAY-UPS.....	75
2.3.12.	RUTA 12 LÍNEA 19 TENIS CLUB-VISOREY	76
2.3.13.	RUTA 13 LÍNEA 27 BAÑOS-SININCAY.....	77
2.3.14.	RUTA 14 LÍNEA 28 FERIA LIBRE-LLACAO.....	78
2.3.15.	RUTA 15 LÍNEA 50 BALZAY-MONAY	79
2.4.	Estabilización de las condiciones de bloqueo del vehículo híbrido.	81
2.4.1.	Factores de estudio	81
2.4.2.	Factores controlables.....	82
2.4.3.	Factores NO controlables.....	82
2.4.4.	Variable de respuesta.....	83
2.5.	Instrumentos de adquisición de datos.....	83
2.5.1.	Equipos necesarios para el proceso de adquisición.....	83
2.5.2.	Protocolo de muestreo mediante diagrama de flujo.....	84
2.6.	Almacenamiento de datos.	85

2.6.1.	Datos de almacenamiento por ruta.	85
CAPITULO III.....		87
3.	Establecer una base de datos de los factores que intervienen en el rendimiento al vehículo eléctrico en la ciudad de cuenca, mediante software de adquisición.	87
3.1.	Introducción.	87
3.2.	Estabilización de las condiciones de bloqueo del vehículo eléctrico.	88
3.2.1.	Descripción de variables.....	88
3.2.3.	<i>Factores de estudio.</i>	88
3.2.4.	Factores controlables	89
3.2.5.	Factores NO Controlables	90
3.2.6.	Variables de Respuesta.	90
3.3.	Instrumentación y adquisición de datos	90
3.3.3.	Equipos necesarios para el proceso de adquisición.....	90
3.3.4.	Protocolo De Muestreo Mediante Diagrama De Flujo.....	92
3.4.	Almacenamiento de datos.	93
3.4.3.	Datos almacenados por ruta del vehículo eléctrico.....	93
CAPITULO IV		96
4.	Desarrollar un análisis comparativo del rendimiento que tiene un vehículo híbrido frente al eléctrico, aplicando regresiones cuadráticas y análisis estadísticos, para definir la mejor alternativa.....	96
4.2.	Introducción.	96

4.3.	Delimitación de datos muestra.	96
4.4.	Clasificación de datos.	97
3.2.1.	Estandarización de datos del análisis.	98
3.3.	Análisis vehículo híbrido.	98
3.3.1.	Evaluación de muestra de los datos por cada línea de buses.	98
3.3.2.	Análisis de consumo del vehículo híbrido.	100
3.4.	Análisis vehículo eléctrico.	102
3.4.1.	Evaluación de muestra de los datos por cada línea de buses.	102
4.5.2.	Análisis de consumo.	104
4.5.	Análisis comparativo entre vehículo híbrido y vehículo eléctrico.	106
5.	CONCLUSIONES	109
6.	RECOMENDACIONES	111
7.	REFERENCIAS	112

CONTENIDO DE FIGURAS.

Figura. 1-1 Dibujo de la patente de primer motor Otto patentado. Fuente: (Prof. F. Payri, 2011)	
.....	27
Figura. 1-2 Diseño vehículo híbrido de Henri Pieper. Fuente: (Castillo J. , 2020)	28
Figura. 1-3 Sistema híbrido en serie. Fuente: (argentaria, 2019)	30
Figura. 1-4 Sistema híbrido en paralelo. Fuente: (argentaria, 2019).	30
Figura. 1-5 Estructura híbrida por combinación de fuerzas de tracción. Fuente: (argentaria, 2019)	31
Figura. 1-6 Estructura híbrida por combinación de par en la transmisión. Fuente: (argentaria, 2019)	32
Figura. 1-7 Estructura híbrida por combinación de ar en el eje. Fuente: : (argentaria, 2019)	32
Figura. 1-8 Estructura híbrida por combinación. Fuente: (argentaria, 2019)	33
Figura. 1-9 componentes principales de motor híbrido. Fuente: (Toyota, s.f.)	33
Figura. 1-10 motor de combustión. Fuente: (Toyota, s.f.)	34
Figura. 1-11 motor eléctrico. Fuente: (Toyota, s.f.)	35
Figura. 1-12 batería de alta tensión. Fuente: (Toyota, s.f.)	36
Figura. 1-13 transmisión híbrida. Fuente: (Velez, 2013).	37
Figura. 1-14 freno regenerativo. Fuente: (walters, 2020).	38
Figura. 1-15 inversor de vehículo híbrido. Fuente: (Barbadillo, 2011).	39
Figura. 1-16 vehículo eléctrico. Fuente: (@simonelectric.com, 2020).	42
Figura. 1-17 Esquema de configuración típica de un vehículo eléctrico. Fuente: (karakeneo73, 2019)	45
Figura. 1-18 composición de una batería de ion-litio fuente: (Pinto, 2018).	48

Figura. 1-19 Comparativa entre las baterías de grafito y las baterías de litio convencionales.	
Fuente: (AGUILAR, 2017).	49
Figura. 1-20 Tecnología de carga. Fuente: (tecnofisis global, 2020).....	50
Figura. 1-21 Tecnología de carga. Fuente: (tecnofisis global, 2020).....	50
Figura. 1-22 vehículo híbrido Toyota Prius. Fuentes: (Toyota España, 2020).....	51
Figura. 1-23 medidas del vehículo Toyota Prius. Fuente: (Ecuador, 2015).	54
Figura. 1-24 Suspensión kia Soul. Fuentes: (all, 2020).	55
Figura. 1-25 freno. Fuente: (Peralta, 2018).....	55
Figura. 1-26 sistema de dirección. Fuente (Guerrero, 2018):.....	56
Figura. 1-27 engrane reductor. Fuente: (Guerrero, 2018).....	56
Figura. 1-28 Celdas Acumuladores de Energía. Fuente: (Guerrero, 2018)	57
Figura. 1-29 Cargador (EVSE) de la batería de polímero de Iones de Litio. Fuente: (Guerrero, 2018).	58
Figura. 1-30 Convertidor. Fuente: (Guerrero, 2018).....	58
Figura. 1-31 Inversor. Fuente: (Guerrero, 2018).	59
Figura. 1-32 motor eléctrico. Fuente: (Guerrero, 2018).	59
Figura. 1-33 funcionamiento del vehículo KIA SOUL. Fuente: (Guerrero, 2018).	59
Figura. 1-34 circuito de enfriamiento Fuente: (Guerrero, 2018).	60
Figura. 2-1 línea 1 ruta y segmento en zona urbana y rural. Fuente (Bustamante & Llumi; 2021).	63
Figura. 2-2 Perfil de Altimetría Línea 1 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	63
Figura. 2-3 Línea 2 ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	64
Figura. 2-4 Perfil de Altimetría Línea 2. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).	65

Figura. 2-5 Línea 3 ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	65
Figura. 2-6 Perfil de Altimetría Línea 3 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	66
Figura. 2-7 Línea 7 ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	67
Figura. 2-8 Perfil de Altimetría Línea 7 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	67
Figura. 2-9 Línea 10, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	68
Figura. 2-10 Perfil de Altimetría Línea 10 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	68
Figura. 2-11 Línea 12, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	69
Figura. 2-12 Perfil de Altimetría Línea 12 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	70
Figura. 2-13 Línea 14, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	70
Figura. 2-14 Perfil de Altimetría Línea 14 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	71
Figura. 2-15 Línea 15, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	71
Figura. 2-16 Perfil de Altimetría Línea 15 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	72
Figura. 2-17 Línea 16, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	73
Figura. 2-18 Perfil de Altimetría Línea 16 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	73
Figura. 2-19 Línea 17, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	74
Figura. 2-20 Perfil de Altimetría Línea 17 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	74

Figura. 2-21 Línea 18, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	75
Figura. 2-22 Perfil de Altimetría Línea 18 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	76
Figura. 2-23 Línea 19, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	76
Figura. 2-24 Perfil de Altimetría Línea 19 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	77
Figura. 2-25 Línea 13, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	77
Figura. 2-26 Perfil de altimetría línea 2 Perfil de Altimetría Línea 27 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).	78
Figura. 2-27 Línea 28, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	79
Figura. 2-28 Perfil de altimetría línea 28 Perfil de Altimetría Línea 28 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).	79
Figura. 2-29 Línea 50, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).	80
Figura. 2-30 Perfil de Altimetría Línea 50 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	80
Figura. 2-31 factores de estudio Fuente (Bustamante & Llumi, 2021).	81
Figura. 2-32 Diagrama de Flujo para la adquisición de datos. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	84
Figura. 2-33 Almacenamientos de datos filtrados Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	85
Figura. 2-34 Dispersión de datos del vehículo híbrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).	87
Figura. 3-1 factores de control vehículo eléctrico Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	88
Figura. 3-2 pantalla de software de EMOLAB V2.0.1 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	91

Figura. 3-3 Diagrama de Flujo para la Adquisición de datos Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	92
Figura. 3-4 Muestra de datos filtrados de vehículo eléctrico Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	93
Figura. 3-5 Dispersión de Datos del Tiempo Frente a El Consumo, La Velocidad y La Distancia Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	95
Figura. 3-6 Dispersión de Datos del Tiempo Frente a El Consumo Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	96
Figura. 4.3-1 Depreciación de datos de modo de manejo agresivo Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	98
Figura. 4.3-2 Dispersión de datos de precisión de cada ruta. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)	100
Figura. 4.3-3 Consumo vs distancia vehículo híbrido. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	100
Figura. 4.3-4 Consumo totales por ruta en galones vehículo eléctrico. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).....	101
Figura. 4.5-1 Totales de consumo \$ por kilómetro recorrido. Vehículo híbrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).....	104
Figura. 4.5-2 Consumo vs distancia vehículo híbrido. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	104
Figura. 4.5-3 barras consumo porcentual del vehículo eléctrico. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	105
Figura. 4.6-1 rendimiento vehículo híbrido frente al eléctrico Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	107
Figura. 4.6-2 costo por kilómetro recorrido (Bustamante & Llumi; 2021)	108

CONTENIDO DE TABLAS.

Tabla 1.7-1 contaminación de niveles de ruido. Fuente: (tutera, 2018).....	41
Tabla 1.8-1 ventajas y desventajas de los vehículos eléctrico. Fuente: (Fernandez, 2020).	45
Tabla 1.8-2 tipos de batería. Fuente: (RAMCES, 2018).....	46
Tabla 1.9-1 especificación técnicas Toyota. Fuente: (Ecuador, 2015).	52
Tabla 1.9-2 especificación chasis. Fuente: (Ecuador, 2015).....	53
Tabla 1.10-1 especificaciones técnicas KIA SOUL. Fuente: (kia motors, 2020).....	61
Tabla 2.6-1Adquisición de Datos para cada Línea de Buses Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).	85
Tabla 3.4-1 Datos Del Vehículo Eléctrico Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).....	93
Tabla 4.3-1 muestra de datos Clasificados por KNN. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	98
Tabla 4.3-2 Totales de consumo \$ por kilómetro recorrido. Vehículo hibrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).....	101
Tabla 4.5-2 consumo general de vehículo eléctrico. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	105
Tabla 4.6-1 costos de consumo energético por total de recorrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)	108

INTRODUCCIÓN.

Desde que empezó el parque automotor hasta la actualidad lo que se ha venido realizando una serie de modificaciones, por lo cual se han mejorado considerablemente la eficiencia de cada uno de los vehículos. A su vez también la contaminación se ha ido aumentando, cual se dado soluciones dentro del mismo motor de combustión o movilidades alteras. Dentro de estas soluciones se han realizado una serie de configuraciones, dando como resultado como son los vehículos híbridos y eléctricos.

Por otro lado, están los vehículos eléctricos, estos son un gran paso que poco a poco se va fortaleciendo, ya sea por los cambios climáticos, contaminación, entre otros factores los cuales beneficia el tener un vehículo eléctrico. A su vez algunos factores como el rendimiento son desconocidas, es por ello que dentro de este trabajo podremos identificar la eficiencia de los vehículos híbrido (Toyota Prius) y el eléctrico (Kia Soul) en la ciudad de Cuenca.

Actualmente en la ciudad de Cuenca se tiene un gran impacto el empleo de estos medios de transporte. Los cuales cada vez tiene mejor acogida ya que por el costo que tiene y los beneficios que brindan son muy llamativos para la sociedad.

Con los vehículos eléctricos sin duda el hecho de que la energía empleada puede ser renovable es un gran paso. También se cuenta con cero emisiones contaminantes, lo cual para muchas personas que viven en la ciudad es muy favorable. Por otro lado, los beneficios de emisiones de sonido son cero en comparación con los medios de transporte convencionales. La ciudad cuenta con lugares turísticos y acogedores, pero estos podrían ser opacados por la contaminación actual generada por el parque automotor. Con los medios de transporte antes mencionado se reducirían en un 90%.

Uno de los beneficios a destacar de los vehículos eléctricos es su eficiencia al contar elementos los cuales aprovechan al máximo y reducen la pérdida de energía en comparación con los vehículos convencionales. Estos aprovechan al máximo logrando así ser estos medios de transporte unos de los más eficientes.

Los vehículos híbridos por otro lado cuentan con una serie de innovación lo cual hay marcas como Toyota las cuales son pioneras en la innovación de autos los cuales día a día

innova para contar medios de transporte con un mayor rendimiento. Estudios anteriores realizados por estudiantes de la universidad llegaron a resultados impresionantes en cuanto a rendimiento. Al contar con configuraciones las cuales ayudan a aprovechar al máximo su rendimiento.

Con los incrementos de costos de los combustibles hoy en día se vuelve cada vez más conveniente contar con un vehículo eléctrico en comparación con uno convencional, es por ello que cada vez la gente opta por fuentes de transporte con energía renovable, la cual es mucho más económica. Es por ello que aparte de ser más económico es mucho más silencioso.

PROBLEMA.

Antecedentes: La utilización de vehículos híbridos y eléctricos bajo una perspectiva general de los ciudadanos de la ciudad de Cuenca, no tienen en claro el rendimiento de que pueden alcanzar estas unidades, generando incertidumbre de reemplazar o no a los vehículos de combustión interna. Dado que se registra 76.521 vehículos matriculados y 98.527 que fueron revisados técnicamente en el 2021 (info@emov.gob.ec, 2021). vendido 6.581 vehículos híbridos y 240 autos eléctricos (Castillo M. A.).

Importancia y alcance: La movilidad ha sido un tema primordial para la humanidad desde su nacimiento. La ciudad de Cuenca de una geografía de valle rodeada de montañas ha sido la ciudad con mayor número de automóviles por persona en el Ecuador (Parra, s.f.). Según los informes de INEC, 145729 vehículos fueron matriculados de siendo el 90,3 de carácter liviano (Censos, 2020). Siendo importante la movilidad con fines distintos como las actividades económicas, comerciales, turísticas, etc. Considerando esto es primordial el rendimiento de los motores de combustión interna, está entre el 20% al 30% de la eficiencia del motor (IBAÑEZ, 2019). Además de la baja eficiencia de rendimiento de estos motores a desencadenado hechos como la contaminación, según estudios revela que el 50 % de la contaminación ambiental es producida este tipo de movilidad (ambiente.gob.ec, 2019).

Los vehículos convencionales no solo desarrollan emisiones al medio ambiente, a su vez también crean otro tipo de contaminación como son aquellas que engloban los ruidos que estos producen. A nivel nacional se han realizado estudios que demuestran y clasifican en 4 categorías a niveles de ruido que pueden generar los vehículos de combustión interna: los silenciosos (media inferior a 84 dB) por otro lado también está la categoría poco ruidosos (media entre 84 y 86 dB). También está la categoría ruidosos (media entre 86 y 90 dB) y finalmente se obtuvo a los muy ruidosos (media mayor a 90 dB) (Alberto Ramirez, 2011).

Delimitación Geográfica: Bajo esta perspectiva se han generado soluciones alternas de movilidad como la implementación de vehículos híbridos y eléctricos (CASTILLO, 2018), han sido una parte importante para la reducción de contaminantes de vehículos eléctricos que es 0% en emisiones contaminantes al medio ambiente (GARCIA, 2021). Que se realizará dentro de la ciudad de Cuenca.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

Realizar el análisis comparativo del rendimiento de un híbrido Toyota Prius frente un vehículo eléctrico Kia Soul EV en la ciudad de Cuenca utilizando análisis experimentales para definir la mejor alternativa.

Objetivo específico.

- Generar un estudio del estado de arte, realizando revisiones bibliográficas, para establecer conceptos base para este estudio
- Establecer una base de datos de los factores que intervienen al rendimiento vehículo híbrido en la ciudad de Cuenca, mediante software de adquisición, para obtener superficies de nivel que lo definan
- Establecer una base de datos de los factores que intervienen en el rendimiento vehículo eléctrico en la ciudad de Cuenca, mediante software de adquisición, para obtener superficies de nivel que lo definan.
- Desarrollar un análisis comparativo del rendimiento que tiene un vehículo híbrido frente al eléctrico, aplicando regresiones cuadráticas y análisis estadísticos, para definir la mejor alternativa.

CAPÍTULO I.

1. Estudio del arte, revisiones bibliográficas, para establecer conceptos base para el estudio.

1.1. Introducción.

El presente capítulo se detalla el estado de arte, que hace referencia una información base de este estudio sobre aspectos técnicos y tecnológicos de los vehículos híbridos y eléctricos. Partiendo de la historia, funcionalidad y niveles contaminantes. Para aquello se realiza una investigación de parámetros de funcionamiento para la generación energética, dando la movilidad del vehículo.

1.2. Historia del motor de combustión.

Los vehículos con motores de combustión interna cuentan con más de un siglo de historia. Teniendo como inicio en el año 1876, cuando Nicolaus Otto de procedencia Alemana solicito la patente titulada Gasmotor, en Estados Unidos.

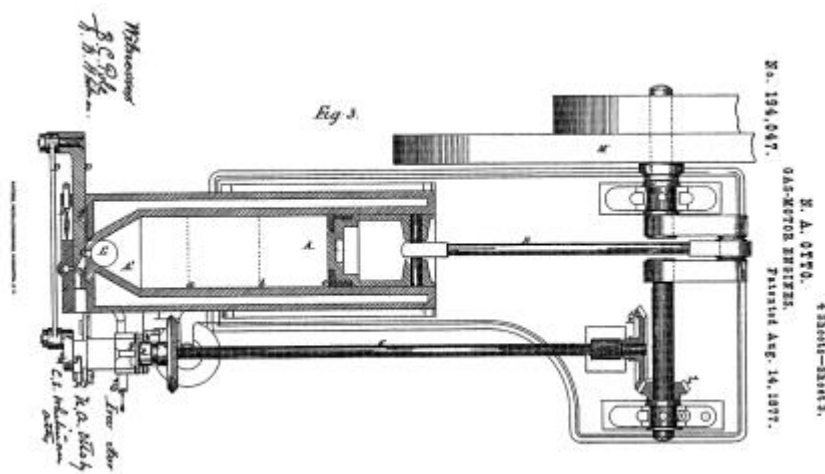


Figura. 1-1 Dibujo de la patente de primer motor Otto patentado. Fuente: (Prof. F. Payri, 2011) .

Si el motor de Otto fue, a buen seguro, la evolución continua, basado a su vez en numerosos antecedentes, hay que reconocer que han establecido estrategias a futuro de la

MCIA en una trayectoria en la cual existirá poca desviación en lo sucesivo (Prof. F. Payri, 2011).

1.3. Vehículo híbrido.

Henrie Pieper, fabricante de vehículos de Bélgica fue el primero en fabricar un automotor híbrido “Voiturette” en 1899. Ferdinand Porsche de 24 años diseño un motor que giraba a velocidad constante utilizando un dinamo. La energía eléctrica se utilizaba para mover motores eléctricos en el eje delantero metidos en las ruedas considerado así el primer coche híbrido de tracción delantera.



Figura. 1-2 Diseño vehículo híbrido de Henri Pieper. Fuente: (Castillo J. , 2020) .

1.3.1. Funcionamiento.

Compuesta de dos motores una de combustión y otro eléctrico, cada uno de esos motores entre en acción automáticamente cuando sea necesario. Cuando se pierde velocidad la batería del motor eléctrico se recarga transformando el movimiento en electricidad y así no requieren de una fuente externa (Castillo J. , 2020)

1.3.1.1. Inicio de marcha

El inicia su movimiento utilizando solamente con el motor eléctrico alimentado de los acumuladores de energía (Quilez, 2014).

1.3.1.2. *Conducción normal- velocidad de crucero baja.*

En una velocidad constante, en la cual el motor de combustión se pone en marcha para repartir fuerzas uniformemente entre las dos fuentes que permiten el movimiento (Quilez, 2014).

1.3.1.3. *Aceleración.*

Cuando las cargas del pedal de acelerador son altas ya sea para la velocidad o para pendientes positivas, el motor eléctrico ayuda al motor de combustión, aquello es posible si la carga de las baterías está en el nivel idóneo (Quilez, 2014).

1.3.1.4. *Desaceleración o frenado.*

Hay ocasiones en la que empleo de los frenos no es necesario, ya que la fuerza exigida es menor, por lo cual el generador genera resistencia, logrando de esta manera reducir la velocidad. La cual se puede aprovechar para generar electricidad para los acumuladores de energía. En caso de requerir la detención del vehículo se emplean los frenos (Quilez, 2014).

1.3.1.5. *Detención.*

Este sistema es más conocido como star/ stop. Este sistema permite que cuando el vehículo se encuentre detenido o a bajos regímenes del motor se apague inmediatamente, haciéndole así más efectivo este vehículo en la ciudad al estar expuesto a semáforos u obstáculos. (Quilez, 2014)

1.3.2. Tipos de configuraciones.

1.3.2.1. *Configuración serie*

En esta configuración el vehículo es impulsado por motores eléctricos, los cuales entregan la fuerza motriz necesaria. La electricidad es entregada mediante a la batería o por un generador conectado al MCI. el cual está conectado en serie pues el flujo es en línea directa (argentina, 2019). El MCI se encuentra desacoplado de la tracción la cual permite operar a una velocidad constante en un determinado punto óptimo de trabajo, mientras se carga la batería. Se entiende una menor complejidad en comparación con un vehículo híbrido con configuración paralela, dado que el MCI se podría colocar en cualquier lugar al eliminar

algunos elementos que trasladan el movimiento hacia las ruedas. En las descripciones anteriores mejorar el sentido de lo expuestos

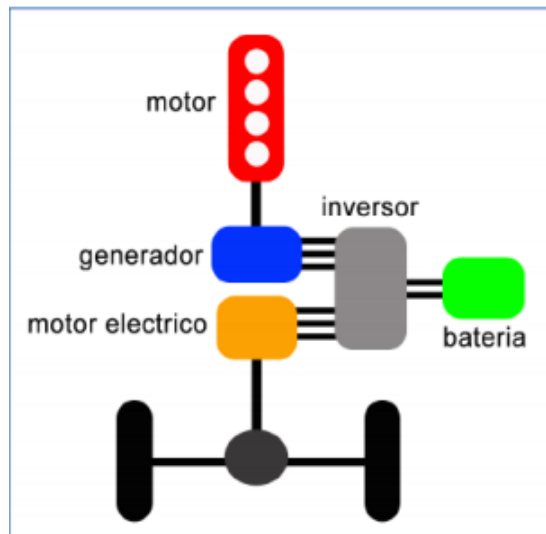


Figura. 1-3 Sistema híbrido en serie. Fuente: (argentaria, 2019) .

1.3.2.2. Configuración paralela.

En la configuración paralela el vehículo híbrido puede ser inducido por el MCI conectado directamente a través del sistema de transmisión hacia las ruedas, o por motores eléctricos, o por ambos métodos simultáneamente. Se le designa híbrido en paralelo a que la energía fluye en líneas paralelas. Esta configuración permite máquinas eléctricas sea de menor volumen.

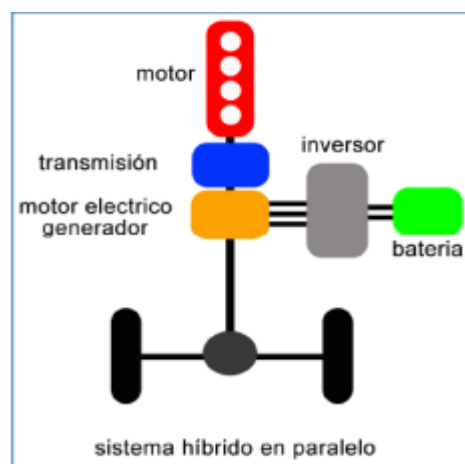


Figura. 1-4 Sistema híbrido configuración paralela. Fuente: (argentaria, 2019).

La configuración paralela de doble eje caracterizada por tener dos ejes en funcionamiento. El primero está directamente al motor, y el segundo eje está conectado al generador eléctrico. Ambos generadores están conectadas a la transmisión.

1.3.2.3. Híbrido en configuración paralela por combinación y fuerzas de tracción.

El motor eléctrico transmite par a las ruedas traseras cuando el segundo motor transmite par al tren delantero.

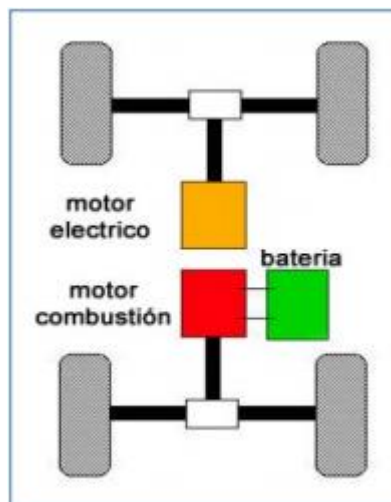


Figura. 1-5 Híbrido configuración paralela por combinación de fuerzas de tracción. Fuente: (argentaria, 2019)

1.3.2.4. Híbrido configuración paralela por combinación de par en la transmisión.

El par entregado por los dos motores se combina mediante el sistema de engranes entre ejes antes de ser llevado a la transmisión.

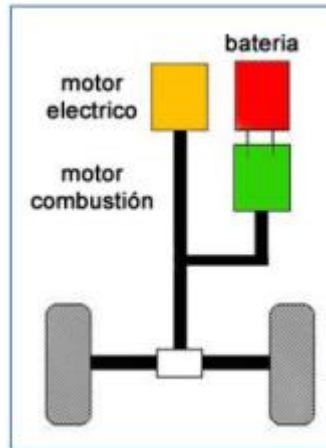


Figura. 1-6 Híbrido configuración paralela por combinación de par en la transmisión. Fuente: (argentaria, 2019) .

1.3.2.5. *Híbrido de configuración paralela por combinación en par en el eje.*

Los motores de combustión y eléctrico giran solidarios en un mismo cigüeñal combinando el par en un único eje precedentemente de ser aplicado a la transmisión. Este sistema es utilizado en el modelo Honda. Su principal característica por la inexistencia de un sistema de embrague, y la transmisión por variador mecánico (CVT).

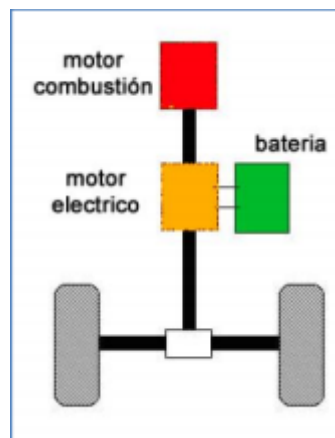


Figura. 1-7 Híbrido de configuración paralela de ar en el eje. Fuente: (argentaria, 2019) .

1.3.2.6. *Híbrido de configuración paralela por combinación de velocidades.*

Los motores funcionan a distintas velocidades, los distintos pares de giro son acoplados en una cada de engranes planetarios. El sistema es empleado en Toyota de modelos Prius THS y THSII en el sistema de transmisión de fuerzas llamado transeje.

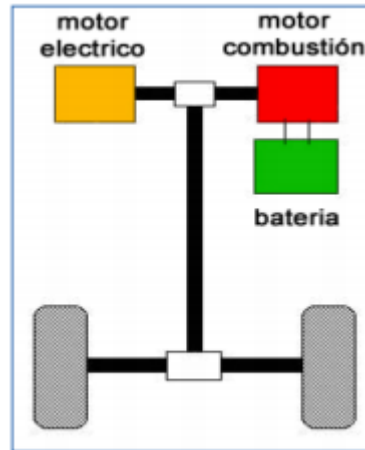


Figura. 1-8 Híbrido de configuración paralela por combinación. Fuente: (argentaria, 2019) .

1.3.3. Componentes principales del motor híbrido.

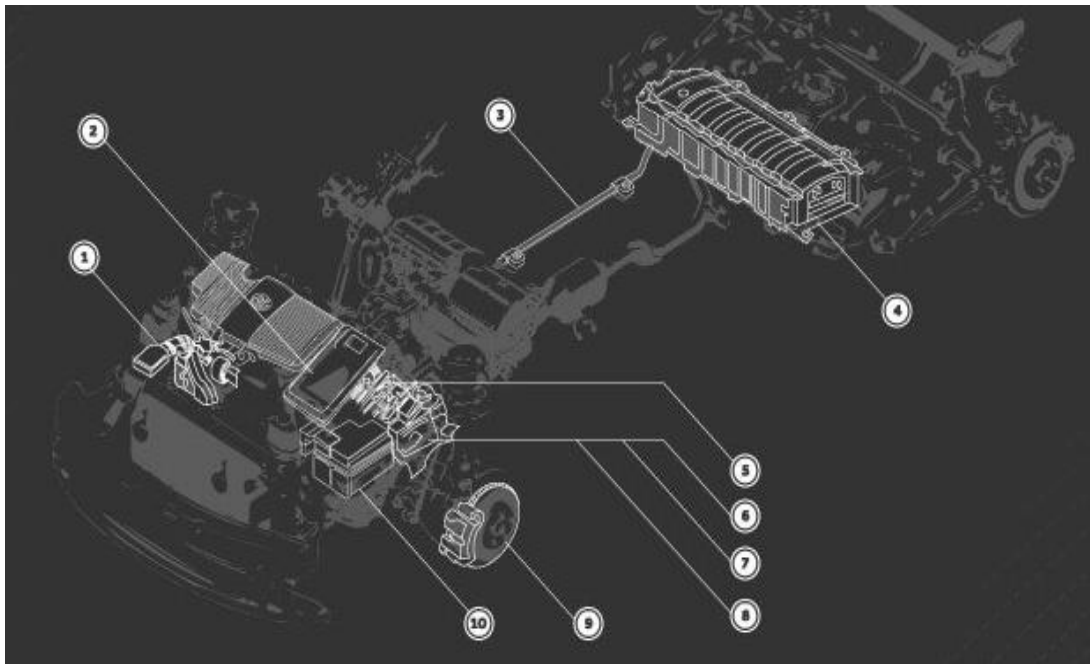


Figura. 1-9 componentes principales de motor híbrido. Fuente: (Toyota, s.f.) .

Tabla 1-1 Componentes principales de motor híbrido. Fuente: (Toyota, s.f.) .

Componentes.	
1	Motor térmico
2	Unidad de control de energía

3	Cable de alta tensión.
4	Batería de alta tensión
5	Inversor.
6	Motor eléctrico
7	Transmisión híbrida.
8	Generador.
9	Freno regenerativo
10	Batería auxiliar

1.3.3.1. Motor térmico

Se trata de un motor de gasolina de ciclo Atkinson, que logra alcanzar unos niveles de eficiencia del 40%, una cifra récord para un motor de combustión. Es el motor principal para aumento de potencia y el que actúa a altas velocidades. (Toyota España, 2020)



Figura. 1-10 motor de combustión. Fuente: (Toyota, s.f.) .

El motor de combustión es aprovechado al máximo, optimizando aspectos tanto de consumo como de potencia. El rendimiento termodinámico de cualquier MCI se ve aventajado por un alto valor de la relación de compresión. Los MCI de ciclo Otto poseen el inconveniente de la tendencia de la gasolina a producir detonaciones para altas relaciones de compresión.

Con el ciclo Atkinson trata de aprovechar las ventajas que da la alta relación de compresión. La efectividad de la cerrara y compresión con respecto a la expansión tradicional ciclo otto. La menor cantidad de mezcla retenida se traduce en unas menores prestaciones. Permite usar relaciones de compresión altas sin que se produzca la detonación. También permite un mayor aprovechamiento de energía liberada durante la cerrara de expansión. (Toyota, s.f.)

1.3.3.2. Motor eléctrico



Figura. 1-11 motor eléctrico. Fuente: (Toyota, s.f.).

El motor generador es el componente que pone en marcha el motor de combustión al llegar a una cierta velocidad de giro. También se encarga de acoplarlo nuevamente realizar la operación autostop, o más conocido como start-stop. El autostop es la parada automática del motor térmico, por ejemplo, al parar en el semáforo. En estos momentos la contaminación y el consumo de combustible es cero y tiene nula la contaminación sonora.

El vehículo híbrido en paralelo puede tener un solo motor eléctrico que acompaña al motor de combustión interna (Honda Insight), o dos o más motores (Toyota Prius). Toyota Prius de primera generación recarga la batería HV y provee la alimentación eléctrica para funcionar de arranque del segundo motor. Regulando la cantidad de energía generada según las variaciones del rpm del generador, controlando eficazmente. El MG1 también se usa como motor de arranque para arrancar el motor de gasolina. El motor MG2 ayuda al vehículo a alcanzar un alto rendimiento dinámico, con unos arranques y deceleración suaves. Cuando se activan los frenos regenerativos, el MG2 convierte la energía cinética del vehículo en energía eléctrica almacenada en la batería de la HV (Alfaro, s.f.).

Corriente alterna trifásica pasa a por los devanados trifásicos de la bobina del estator creando un campo magnético giratorio en el motor eléctrico. Realizando un control en el campo magnético giratorio de acuerdo con la posición de giro del motor, los imanes permanentes, que se encuentra en el rotor que son atraídos por el campo magnético de la rotación generando par.

1.3.3.3. Celdas de acumuladores de energía de alta tensión.

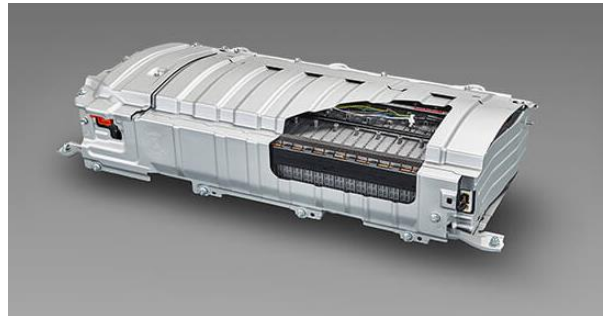


Figura. 1-12 Celdas de acumuladores de energía de alta tensión. Fuente: (Toyota, s.f.).

El sistema adopta baterías de hidruro metálico de níquel selladas (Ni-MH) para la acumulación de energía de alta tensión. Las baterías ofrecen una densidad de energía de peso bajo y un alargado tiempo de duración de servicio, usando varios métodos los acumuladores de energía disminuye menos cuando estén cargando a través de freno regenerativo y deceleración. Este sistema al ser gestionada por el UCE de control la carga y descarga de la batería, manteniendo el nivel de estado de carga en los acumuladores. (Edison Maldonado, s.f.)

1.3.3.4. Generador eléctrico.

Generador transforma en electricidad el trabajo del motor de combustión interna y funciona como motor de arranque para el MCI.

1.3.3.5. Transmisión híbrida.

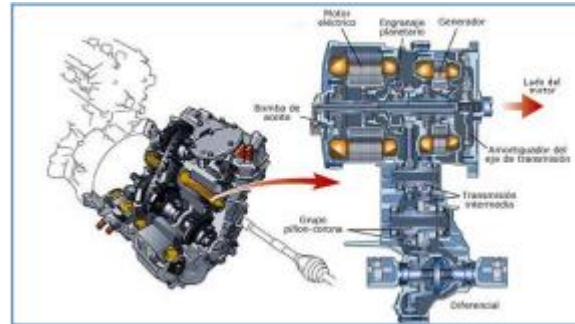


Figura. 1-13 transmisión híbrida. Fuente: (Vélez, 2013).

En Toyota Prius denominada como Power Split Device®. La transmisión, con el sistema de planetarios. Relaciona el giro del motor de combustión interna, generador y el motor eléctrico. Según las fuerzas aplicadas en el sistema, se logra modificar la relación de giro de las ruedas

El funcionamiento a plena carga con margen de revoluciones. Hace marcha un mecanismo para que pueda arrancar en marcha lenta y para ir a gran velocidad. Es el engrane planetarios, que está compuesto por tres componentes:

- Engranajes central (planetario), unida con el generador eléctrico.
- Satélites unida al motor de combustión interna.
- La corona unida al motor eléctrico, engranado a los planetarios.

El generador eléctrico puede ser mayor o menor, en función de la resistencia que se oponga durante la circulación del vehículo. El generador consecuentemente absorbe las fuerzas del motor de combustión interna y la envía al motor eléctrico, que impulsa las ruedas, a su vez transmite directamente cuando el generador no actúa (Velez, 2013).

1.3.3.6. UCE.

La función de la unidad de control presente en un sistema híbrido es la de regular el funcionamiento de los dos motores. Dependiendo de las condiciones de trabajo del vehículo es necesario controlar por intermedio de la unidad de control THS II.

La unidad control THS dos gestiona en su máxima eficiencia controlando la energía ocupada por el vehículo. Los cuales incluyen la energía para moverse el vehículo, asimismo la energía utilizada para dispositivos auxiliares. (Luis Alberto Romo, 2013)

1.3.3.7. Freno regenerativo

El sistema de freno regenerativo recupera y convierte la energía que se disipa en una desaceleración o al frenar y la acumula para asistir al motor cuando sea necesario. En la deceleración, el motor eléctrico actúa como un generador. Convierte la energía cinética a electricidad. (walters, 2020)

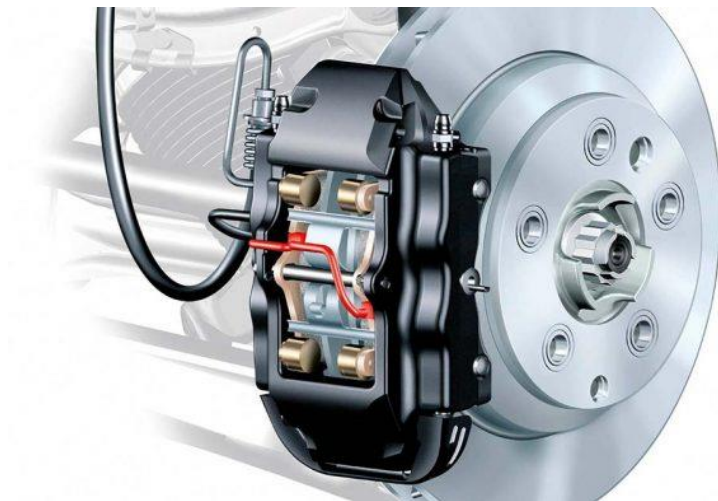


Figura. 1-14 freno regenerativo. Fuente: (walters, 2020).

Cuando el conductor produce la fuerza de frenada con el pedal de freno y es posible convertir una fracción de esa inercia en energía eléctrica almacenable en las baterías. Es capaz de asistir al movimiento del vehículo en un momento posterior.

El giro de las ruedas transmite a través del diferencial y los engranes intermedios al motor eléctrico. El sistema de freno regenerativo consigue recuperar en un 65% de la energía eléctrica que carga los acumuladores. El aprovechamiento de energía que consigue en estas circunstancias no es completo, y tiene sus oportunas pérdidas por calor, pero el coche frena tantas veces que permite a un híbrido apagar su motor ponerse en movimiento en modo eléctrico en cada arranque. Los híbridos y eléctricos mantienen la frenada térmica por razones de seguridad. (Velez, 2013).

1.3.3.8. Inversor.



Figura. 1-15 inversor de vehículo híbrido. Fuente: (Barbadillo, 2011).

Inversor es el encargado de realizar la transformación y administración del flujo de electricidad entre la batería y el motor eléctrico. Convierte la corriente continua de alta tensión de los acumuladores HV a corriente alterna trifásica para impulsar el MG1. Posee un convertidor integrado que remite parte de la electricidad del sistema a la batería auxiliar de 12 V. el vinculado de inversor dispone para elevar la tensión, inversor para circulación, conversor de CC/CC. Este último transforma la tensión de los acumuladores HV de 201,6V CC a 12V CC para verificar la recarga de la batería auxiliar, inversor del Aire Acondicionado y un sensor disyuntor del circuito (Barros, 2016).

1.3.3.9. Batería auxiliar.

Dispuesto de un acumulador convencional de 12 voltios que alimenta a varios componentes del coche como luces. El sistema de sonido de volumen. Elevalunas. Entre otras.

1.3.3.10. Cable de alta tensión.

Para la instalación eléctrica de propulsión funciona con 500 V. Juntamente hay otra instalación de 12 V para otros componentes eléctricos del coche.

La red de cables de alta tensión no es de cobre, sino de aluminio con la finalidad de reducir peso y costes.

1.3.4. Emisiones contaminantes generadas por los vehículos.

Como la disposición final o reciclaje de baterías es un tema para las empresas que venden los coches. Como también de la combustión producida de equipos energéticos de más aceptación como los motores de combustión (AEADE, 2013).

Un automóvil híbrido durante su tráfico anual contamina entre un 20 y un 30% menos que un automóvil tradicional tener una media de 18 000 kg de CO₂ frente a 30.000 kg de CO₂ por año para un vehículo tradicional Desde otro punto de vista, no solo contaminan los gases imitados de la combustión, sino que el desgaste de las ruedas o los procesos de frenado también producen otros gases y partículas de modo que la contaminación por el CO₂ es que si bien continúan emitiendo ciertos niveles de contaminación ciertas áreas por diferentes tipos de motores (Andrea Mansilla, 2016).

1.3.5. Gases contaminantes de vehículos de combustión interna.

Los equipos energéticos más populares que han tenido son los motores de combustión interna, que representan más del 80% de la energía total producida en el mundo.

En la Unión Europea, aunque los vehículos son responsables de solo el 5% de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), son responsables del 25% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), el 87% de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y el 66% de los óxidos de nitrógeno. (NOX). Es decir, el transporte, en general, es responsable de la mayor parte de las emisiones a la atmósfera de algunos contaminantes

Estos motores también son en gran parte responsables de las entradas de contaminantes gaseosos a la atmósfera que provocan el aumento del efecto invernadero (CO₂). 'aumento de la lluvia ácida, una mayor incidencia de algunas infecciones pulmonares.

Las formas de acción más importantes del motor de combustión interna sobre el medio ambiente son:

- Agotamiento de materias primas no renovables consumidas durante el funcionamiento de los MCI.
- Consumo de oxígeno que contiene el aire atmosférico.

- Emisión y contaminación de la atmósfera con gases tóxicos que perjudican al hombre, la flora y la fauna.
- Emisión de sustancias que provocan el llamado efecto invernadero contribuyendo a la elevación de la temperatura de nuestro planeta.
- Consumo de agua potable.
- Emisión de altos niveles de ruido a la atmósfera que disminuye el rendimiento de los trabajadores y ocasiona molestias en sentido general.

1.3.6. Contaminación de ruido de vehículos de combustión interna.

El ruido MCI es la emisión acústica que produce durante el trabajo. Los componentes principales del ruido del motor son: ruido de admisión; ruido de la deformación de las paredes de la cámara de combustión durante la compresión, combustión y expansión; ruido durante la combustión; el ruido causado por las oscilaciones del motor en la suspensión; el sonido de los golpes durante el trabajo de los mecanismos; el ruido aumenta por los agregados del motor y por el ruido durante el escape (tuteria, 2018).

La comparación de emisiones de ruidos entre diferentes fuentes para observar el desarrollo los niveles de ruido.

Tabla 1-2 contaminación de niveles de ruido. Fuente: (tuteria, 2018).

Fuente de ruido	Niveles de emisión db
Auto de turismo de pasada	70-77
Tractor de pasada	77-85
Camión de pasada	80-90
Discoteca	90-110
Avión al despegar	110-130

Se sabe que la principal fuente de ruido del vehículo en sentido general es la generada por el motor de combustión interna durante el funcionamiento. Para ofrecer al conductor el

máximo confort en la cabina, se deben tener en cuenta varios factores: el viaje en la cabina, el nivel de ruido y la temperatura en la cabina. Se supone que el nivel de ruido estándar actual en la cabina del conductor es de 90 dB medidos a una distancia de 200 mm del oído derecho del conductor; El objetivo final para el nivel de ruido en la cabina es un valor de 74 dbs.

1.4. Vehículo eléctrico.

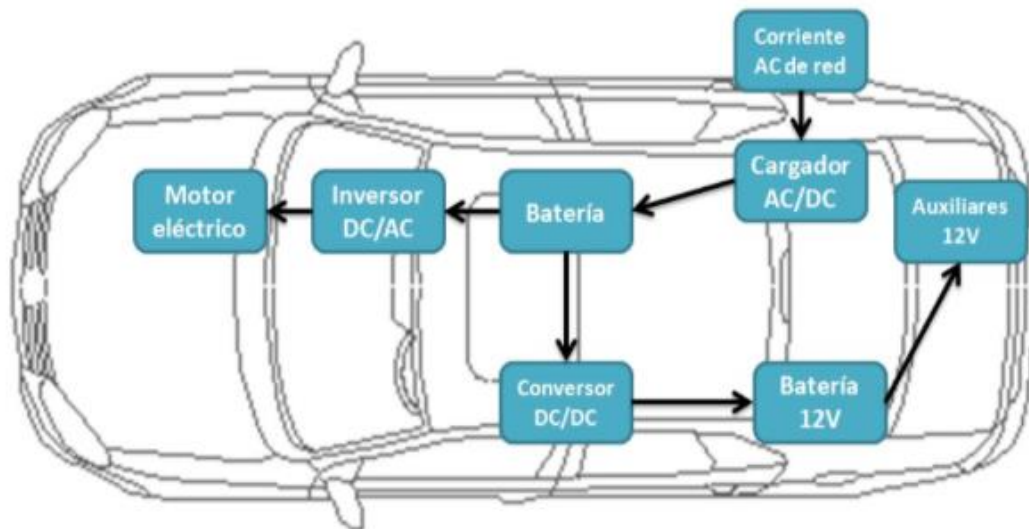


Figura. 1-16 vehículo eléctrico. Fuente: (@simonelectric.com, 2020).

1.4.1. Historia del vehículo eléctrico.

El primer vehículo eléctrico fue entre 1832 y 1839 por Robert Anderson. Inclusive fue antes del desarrollo los ciclos Diésel o el Sistema Otto los cuales se les conoce como vehículos convencionales

Estas configuraciones se continuaron desarrollando en el siglo XIX e inicios del XX. Una de las principales limitantes para estos vehículos, son los almacenamientos de energía. Ya que para los vehículos de combustión interna tuvieron más acogida en aquella época los vehículos eléctricos quedaron a un lado.

Una de las principales razones por las que los vehículos eléctricos quedaron a un lado fue a causa de que los vehículos de combustión interna ofrecían comodidad, rapidez y una gran

autonomía para cubrir grandes distancias sin necesidad de abastecerse de combustible. Aunque la eficiencia del motor sea baja con un 30%.

El incremento de la población y la expiación de los vehículos a provocado gran incremento en las emisiones de gas más conocido como el efecto invernadero. Solo en España mediante un análisis ha revelado que estas fuentes contaminantes equivalen a un 40% de la energía consumida.

Del transporte que circula equivale a un 80% de la contaminación en dicho país todo esto a causa de la quema excesiva de combustibles fósiles.

La emisión de estos gases afecta considerablemente a la calidad del aire de las ciudades, alcanzando niveles peligrosos en el medio ambiente logrando así perturbar considerablemente al ecosistema global. Esto de la mano con el incremento de los costos ha llevado a los gobiernos e instituciones a buscar alternativas fiables y económicas en movilidad para reducir las emisiones del GEI. Tomando como alternativa el Vehículo Eléctrico (Moreno, 2016).

1.4.2. Historias recientes del vehículo eléctrico.

En las últimas décadas las emisiones de gases por vehículos cada vez se hacen más estrictas. En España en particular tiene que regirse a la norma europea, donde tienen con compromiso de reducir las emisiones en un 20 % en vehículos eléctricos. Teniendo el nivel municipal para restringir los vehículos con altas emisiones contaminantes dentro de la ciudad. Estas restricciones han permitido que el vehículo eléctrico aflore contando con diferentes beneficios. (Ruis, 2015).

1.4.3. Previsiones para el futuro.

Este tipo de acontecimientos está siendo de mucha ayuda para que el vehículo eléctrico salga a flote. Algunas de las grandes empresas como Tesla Motors o BMW están desarrollando modelos innovadores y muy funcionales que en muchas ocasiones superan considerablemente a vehículos convencionales. La empresa tesla es una de las más enfocadas en reducir costos en las baterías y maximizar su capacidad. Una de las principales alternativas para incrementar su empleo es la construcción de baterías de Grafeno. Empresas españolas rebelan haber construido este tipo de baterías. Obteniendo resultados idóneos para este tipo de movilidad

como es el caso de una mayor densidad de energía superior a la del litio, con Mayor ligereza y conductividad. Obteniendo un incremento de autonomía en unos 1000 km. Y a la vez obtendrían una carga en unos 8 minutos además se reduciría su costo. (Joan Atoni Ros Martin, 2017).

1.4.4. Tipos de vehículos eléctricos.

Se tomarán en cuenta cada uno de los tipos de vehículos eléctricos que pueden existir y además se detallara cada uno de ellos como está conformado.

1.4.4.1. *Vehículos eléctricos de batería (EV)*

Este tipo de vehículos son propulsados únicamente por un motor eléctrico. La energía proviene únicamente de las baterías en donde es almacenada la energía. Aunque también existe el freno regenerativo el cual permite recargar estos acumuladores.

En funcionamiento es mucho más sencillo en comparación con los vehículos convencionales. Fundamentalmente su configuración es con uno o varios motores eléctricos acoplados a los ejes. Estos actuadores son controlados mediante variación de frecuencia y otros métodos de electrónica. Las cuales ejecutan mediante las señales recibidas por el conductor al pisar el acelerador. En dimensiones estos vehículos también se reducen considerablemente (karakeneo73, 2019).

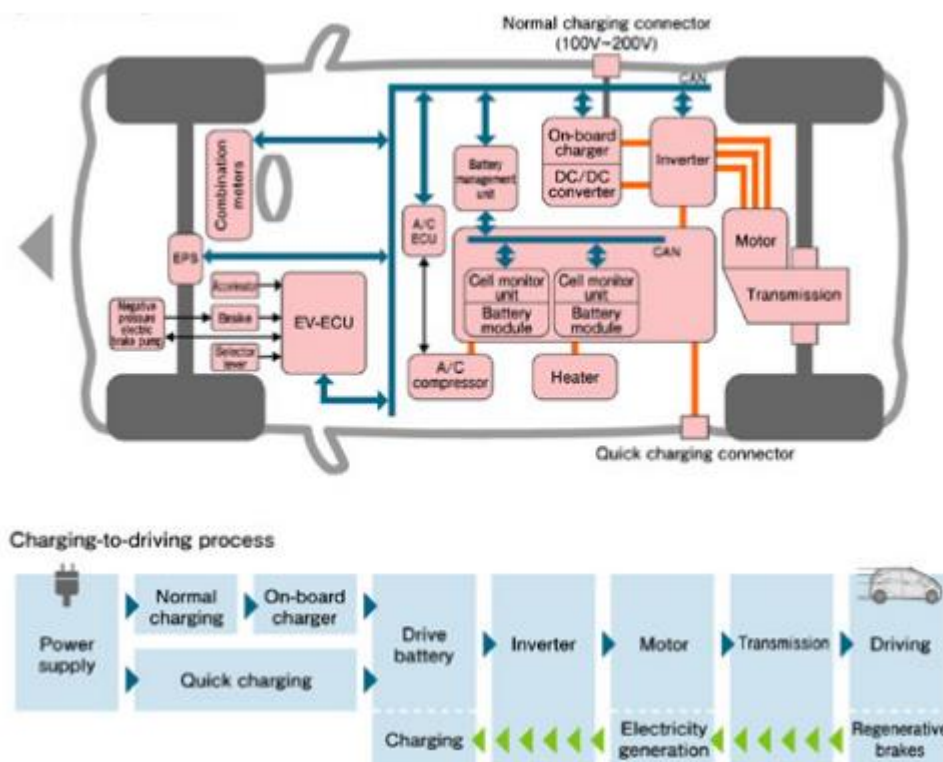


Figura. 1-17 Esquema de configuración típica de un vehículo eléctrico. Fuente: (karakeneo73, 2019) .

1.4.4.2. Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos

Tabla 1-3 ventajas y desventajas de los vehículos eléctrico. Fuente: (Fernandez, 2020).

Ventajas	Desventajas
Los gastos energéticos por año son menores al costo del combustible.	Dificultades en posicionamiento en el mercado por su costo.
En cuanto a emisiones los valores son cero en comparación con los vehículos convencionales.	La producción de las baterías actualmente es costosa. Las más producidas son de litio afectando a su comercialización.
Estos vehículos aprovechas un 90% de la energía que consumen.	El tiempo necesario para la recarga es mucho y su autonomía es poca.

Estos motores también destacan lo silenciosos que son.	
No dependen del empleo de combustibles fósiles.	

1.4.5. Tipos de baterías.

Hoy en día existen cuatro tipos baterías, como son: ácido-plomo, níquel-cadmio, níquel-hidruro metálico e ión litio, estas baterías son unas de las más comerciales actualmente

Los principales parámetros a tomar en cuenta es analizar la viabilidad de estas baterías las cuales emplean diferente tipo de materiales. Entregando mayor energía específica (Wh/kg), mayor densidad de energía (Wh/l), e inclusive mayor número de ciclos de vida y superior voltaje. Son algunos aspectos más importantes a analizar. Los parámetros mencionados anteriormente pueden afectar considerablemente su masa y el volumen con ello podría identificarse un mayor desempeño.

Como se puede apreciar las baterías de ión litio es superior al resto, estableciéndose así las de plomo ácido en peor posición. En cuanto a densidad de energía.

Mediante la tabla de especificaciones se puede identificar cual es la mejor y óptima al tomar una decisión este es el caso de la batería de Ion litio la cual se impone a sus competidores (RAMCES, 2018).

Tabla 1-4 tipos de batería. Fuente: (RAMCES, 2018).

	Lead-Acid	Ni-Cd	Ni-MH	Li-ion
Cost	Low	Medium	High	Very High
Specifie energy (Wh-kg-1)	30-50	50-80	40-100	160
Voltage per cell	2	1.25	1.25	3.60

Charge current	Low	Very Low	Moderate	High
Cycle number (Charge/discharge)	200-500	1000	1000	1200
Autodischarge per month (% of total)	Low (5%)	Moderate- High (20 %)	High (30%)	Low (10%)
Minimum time for charge(h)	8-16	1-1.5	2-4	2.4
Activity requirement	180 days	30 days	90 days	None
Environmental Warning	High	High	Low	High

1.4.5.1. Baterías Acido-plomo.

Estas son unas de las primeras en ser desarrolladas y empleadas en vehículos eléctricos. En el año de 1990 surgieron las baterías de níquel-hidruros metálicas. Las cuales obtuvieron un gran avance en la densidad y en la energía específica (@electromovilidad, 2018).

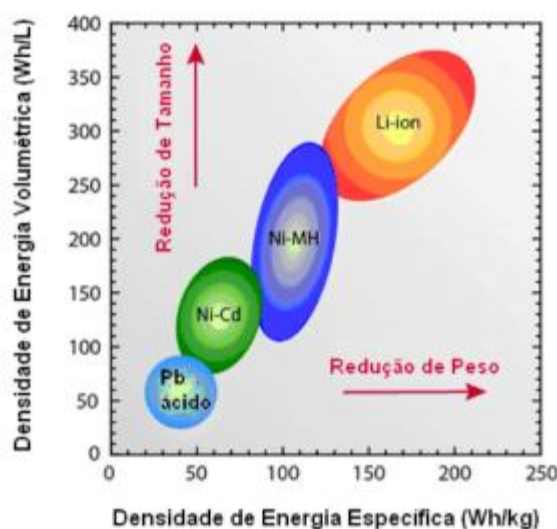


Figura. 1-18 composición de una batería de ion-litio fuente: (Pinto, 2018).

En la actualidad las baterías de ion-litio son las más empleadas por los grandes fabricantes de automóviles. Ya que estas baterías cuentan con una capacidad superior de almacenamiento en lugares más estrechos e inclusive cuenta con un menor peso, razón por la cual tienen mayor acogida por los fabricantes de automóviles eléctricos.

Por otro lado, las trabas que se pueden presentar es la autonomía de estas baterías en el transcurso del tiempo y su carga. Estas baterías y sus diseñadores invierten grandes inversiones en investigación del vehículo eléctrico, mediante las cuales se pretende reducir los costos en un 70% su precio, también otro factor importante es su peso el cual se pretende reducir en un 60% a la vez aumentar también los ciclos de vida.

Para años posteriores se pretende tener unas importantes mejoras con el empleo de algunos materiales como es el grafeno. Ya que se están obteniendo grandes resultados en fase de laboratorios que se encuentran en desarrollo (Pinto, 2018).

En muchas ocasiones están construidas las baterías con componentes dañinos para el medio ambiente, por lo cual se requiere existir regulaciones las cuales controlen la manipulación de estos elementos luego de culminar su vida útil. Lo cual fomenta su reciclaje ya que el litio puede tener una futura escasez.

1.4.5.2. Bateria de Grafito ALÍNEAdo.

Las celdas de baterías de litio fabricados por Batttrion aumentan considerablemente la tasa de descarga en un 40% y la velocidad de recarga en un 50%. En comparación con las de litio actuales. Estos incrementos se reducen en la generación de calor durante su funcionamiento de las celdas con tecnología de Aligned Graphite de Batttrion ha sido validadas de condiciones reales (energiasolarq@gmailcom, 2017).

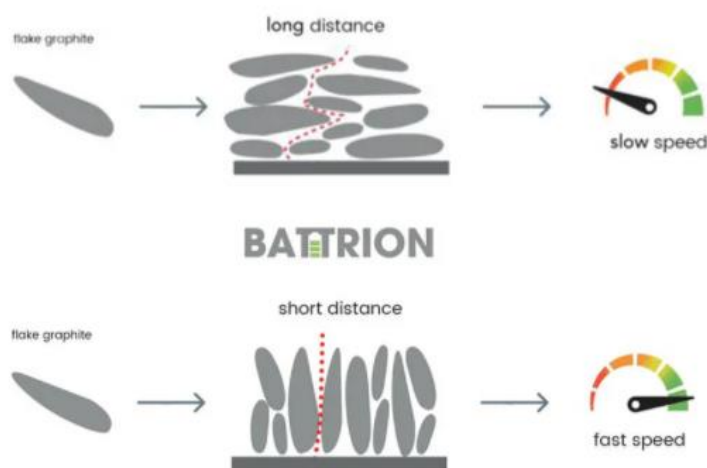


Figura. 1-19 Comparativa entre las baterías de grafito y las baterías de litio convencionales. Fuente: (AGUILAR, 2017).

1.4.6. Tecnologías de carga.

Se puede dividir en dos tipos de recarga ya sea la convencional y la rápida. La cual va a depender en muchas ocasiones del tipo de corriente y potencia eléctrica proporcionada. Con un tipo de corriente directa se puede conseguir niveles de amperaje y de potencia eléctrica superior. La diferencia de carga entre la convencional y la rápida puede ser de 8 horas a 15 minutos. En la cual en 15 minutos se obtendría una carga del 65% de la capacidad de este tipo de batería pues a partir de un cierto porcentaje por sus características de este tipo de baterías ion-litio su carga es un poco más tardía (tecnofisis global, 2020).

Actualmente existen cuatro tipos de carga establecidos por la normativa IEC 61851 el cual dependen tipo de comunicación entre el vehículo eléctrico y su lugar de carga. Los tipos de carga con numeración alta corresponden normalmente a infraestructuras con comunicaciones superiores entre sí.

En el tipo de carga 1 se encuentra conectado a corriente alterna. Es una conexión normalmente doméstica. La intensidad máxima para este caso es de 16 Amperios por fase. La potencia máxima en este tipo es de 3,7 kW para la conexión monofásica y con 11kW para una conexión trifásica.



Figura. 1-20 Tecnología de carga. Fuente: (tecnofisis global, 2020)

En el tipo 2 la conexión cuenta con un dispositivo intermedio el cual permite el control piloto permitiendo verificar la adecuada conexión entre el vehículo y la red de corriente alterna. La intensidad que puede alcanzar es de 32 Amperes por fase. La potencia que puede alcanzar es de 7,4 kW para una conexión monofásica y 22 kW con una conexión trifásica (pibetp, 2019).



Figura. 1-21 Tecnología de carga. Fuente: (tecnofisis global, 2020)

1.5. Datos técnicos y tecnológico del vehículo Toyota Prius c 2014.



Figura. 1-22 vehículo híbrido Toyota Prius. Fuentes: (Toyota España, 2020).

El Sistema Híbrido del Prius C Sport tercera generación el cual está equipado por dos motores, el uno es eléctrico el cual cumple con solo dos funciones, la primera de generar la propulsión necesaria para desplazar al vehículo y la segunda la cual se emplea como generador según sea necesario, por otro lado, está el motor a gasolina. El cual tiene la función de generar la potencia para el vehículo con un alto ahorro de combustible. Al existir una escasez de energía en las baterías este podría ser empleado como un generador este motor de combustión además con la ayuda del sistema de frenado regenerativo también estas baterías podrán ser cargadas automáticamente.

El Vehículo Toyota PRIUS C 3G (tercera generación), cuenta con tecnología híbrida, logrando alcanzar un consumo de 98.7 km/galón. Con un tanque lleno se logra recorrer 1.216 km, obteniendo así un récord en nuestro entorno. Este modelo en particular cuenta con un puerto para cargarse mediante un punto de carga, Ya que aprovecha la energía del freno regenerativo.

Para optimizar dicho consumo de combustible y la energía, así como para reducir las emisiones de CO₂, este vehículo modelo está equipado con un tipo de conducción denominado Modo ECO, esta configuración permite darle prioridad al motor eléctrico haciéndolo más amigable con el medio ambiente y más económico a la vez.

El motor de gasolina proporciona 54hp y por otro lado el motor eléctrico brinda una potencia de 87hp, trabajando a la par brindaran 99hp los brindan extremadamente viene ambos entornos tanto en ciudad como en carretera. El Motor a gasolina es de 1.6 litros DOHC, con 16 válvulas VVT-i. (Ecuador, 2015)

Este modelo cuenta con una Transmisión automática E-CVT, más conocida como transmisión continuamente variable inspeccionada electrónicamente, el cual permite mejorar el desempeño del vehículo por otro lado la eficiencia del combustible. Esta transmisión está equipada por una sola palanca de cambios con un solo punto, es decir que, al establecer una marcha, la palanca regresa automáticamente a su punto de origen. Con esta transmisión se obtiene una aceleración progresiva en la cual no existe pérdida de energía entre marchas haciéndolo más cómodo y confortable.

Adicionalmente este modelo está equipado por una macha con la letra B, Break, la cual permite activar el freno de máquina, reduciendo la velocidad del vehículo paulatinamente, y a la vez permitiendo que la batería se cargue más rápido (Toyota España, 2020).

1.5.1. Especificaciones técnicas TOYOTA PRIUS C 2014.

Tabla 1-5 especificación técnicas Toyota. Fuente: (Ecuador, 2015).

MOTOR A GASOLINA	
Tipo	1NZ-FXE
Mecanismo	16 válvulas, DOHC, VVT-i
Desplazamiento cm ³	1500
Diámetro y carrera mm	75X84,7
Relación de compresión (Rp)	13.0:1
Sistema de combustible	EFI
Potencia máxima Hp/rpm	54/4800
Par torque – torque máximo Nm/rpm	111/4000
Motor eléctrico	
Potencia máxima Kw	87

Par motor-torque máximo Nm	207
Batería híbrida	Níquel metal Hidruro
Voltaje nominal V	144
Capacidad Amp. Hr.	6.5(3)
Sistema híbrido	
Potencia final Hp	99

Tabla 1-6 especificación chasis. Fuente: (Ecuador, 2015).

CHASIS		
Frenos	Delanteros	Disco ventilado 15”
	Posterior	Tambor
Suspensión	Delantero	MacPherson con barra estabilizadora
	Posterior	Barra de torsión
Llantas		195/65R15
Mecanismo de dirección		Piñón cremallera
Tipo de dirección		Asistida eléctrica (EPS)
TRANSMISION		
Tipo		E-CVT transmisión automática
DIMENSIONES Y PESOS		
Exteriores	Largo mm	4030
	Ancho mm	1695
	Alto mm	1450
Distancia entre ejes	mm	2550
Peso en vacío	Kg	1120 - 1140
Peso bruto	Kg	1565
Capacidad de pasajeros		5

Capacidad de compartimento m ³	0.47
Capacidad tanque de combustible lt(gal)	36 9,52)

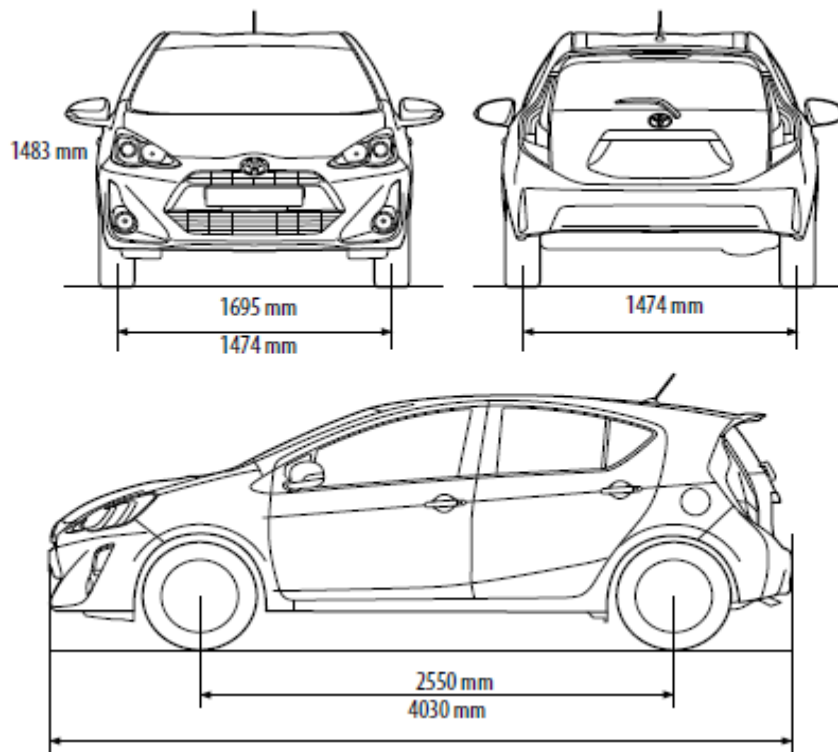


Figura. 1-23 medidas del vehículo Toyota Prius. Fuente: (Ecuador, 2015).

1.6. Datos técnicos y tecnológicos del vehículo KIA SOUL.

Este sistema es empleado en múltiples vehículos, su finalidad en particular es reducir las irregularidades de los diferentes tipos de terreno, con la finalidad de disminuir las fallas de la calzada, las cuales son estos elementos serían muy tediosos en el habitáculo del vehículo.

En este modelo en particular cuenta con un sistema McPherson las cuales tiene grandes beneficios esta configuración. Uno de sus principales beneficios es lo compacto que puede ser. Ocupando un espacio reduciendo y a la vez cumpliendo con sus labores perfectamente.

1.6.1. Sistema de Suspensión Posterior.

La configuración en esta parte es semirrígida, esta configuración cuenta también con grandes beneficios especialmente en la parte posterior. Ya que brindan estabilidad en un vehículo además también aporta mayor seguridad vial.



Figura. 1-24 Suspensión kia Soul. Fuentes: (all, 2020).

1.6.2. Sistema de Frenos

Como los vehículos modernos cuentan con un sistema de frenos ABS el cual con la ayuda de diferentes sensores en conjunto con la ECU es la encargada de repartir tanto para las ruedas delanteros como posteriores. Con esto evita el bloqueo de las ruedas evitando el patinaje, o derrape que podría desembocar a causa del bloqueo de la ruda a causa de un exceso de presión en la mordaza cintra el disco de freno (Peralta, 2018).

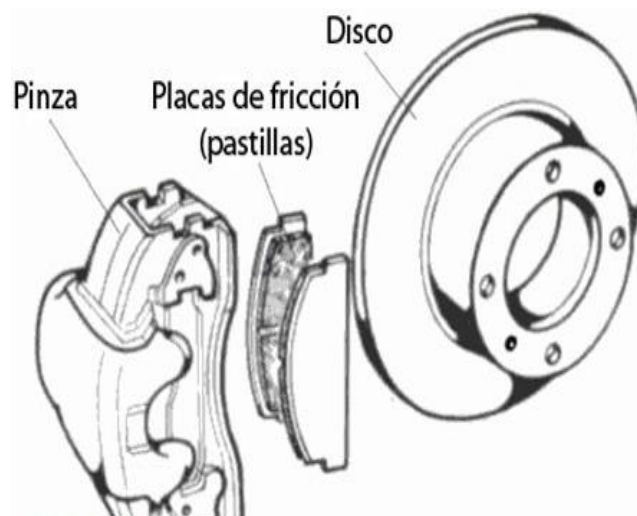


Figura. 1-25 freno. Fuente: (Peralta, 2018).

1.6.3. Sistema de Dirección

Este sistema esta asistido electrónicamente, el cual permite un manejo mucho más suave y controlando en comparación con un sistema hidráulico. Brindando seguridad de manejo en altas como en bajas velocidades. La asistencia eléctrica se encuentra en el interior de la cabina (Guerrero, 2018).

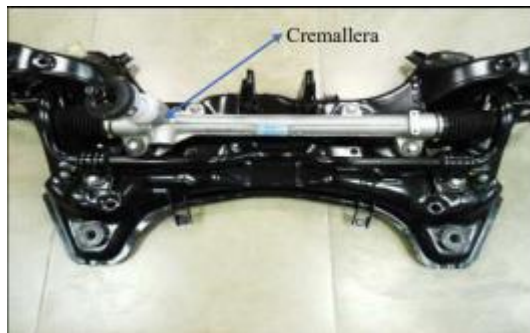


Figura. 1-26 sistema de dirección. Fuente (Guerrero, 2018):.

1.6.4. Engranaje Reductor

Este elemento es el encargado de transmitir el movimiento, estos elementos tienen la finalidad de transmitir el movimiento de una manera más eficientemente y seguro. En el momento de trasferir la fuerza del motor eléctrico. En este caso todos los esfuerzos recaen sobre el engranaje reductor. En cuál es el encargado de suministrar las fuerzas de rotación hacia las ruedas a una velocidad y par apropiados.



Figura. 1-27 engrane reductor. Fuente: (Guerrero, 2018)

1.6.5. Sistemas electrónicos y eléctricos

La batería en este modelo es de polímero de litio, lo cual presenta características superiores cumpliendo con los requerimientos para este modelo. Está configurado de tal manera que ayude a mantener el equilibrio adecuado y mantener el balance a fuerzas extremas a que se somete un vehículo al estar en movimiento.

Este modelo en particular está conformado por celdas las cuales tiene cada una de ellas cuenta con un voltaje de 3.75 V con un amperaje de 75 Ah. Estos están conformados por módulos los cuales cada uno de ellos está entre 10 0 14 celdas conectadas en serie.

Además, cada uno de estos módulos está conformado con un sensor de temperatura, en total el paquete de baterías está conformado por 8 módulos sumando en si un total de 96 celdas conectadas en serie. Sumando en si una capacidad de 360 V con un amperaje de 75Ah, 90Kw todo esto conforma un peso toral de 275 Kg.



Figura. 1-28 Celdas Acumuladores de Energía. Fuente: (Guerrero, 2018)

1.6.6. Cargador (EVSE) de la batería de polímero de Iones de Litio.

Este vehículo viene con un cargador normal (OPSE0Q4005) este cargador está diseñado de tal manera que prolongue la vida de la batería, la cual puede ser conectada a una red doméstica o una estación pública.



Figura. 1-29 Cargador (EVSE) de la batería de polímero de Iones de Litio. Fuente: (Guerrero, 2018).

1.6.7. Conexiones de Alto Voltaje

Este elemento está encargado de suministrar la electricidad necesaria desde la batería de alto voltaje al inversor, al LDC (Convertidor de DC-DC de bajo voltaje).



Figura. 1-30 Convertidor. Fuente: (Guerrero, 2018).

1.6.8. Inversor (MCU)

Este es elemento más importante, tanto en vehículos eléctricos como Híbridos. Una de las principales funciones es de cambiar la corriente continua en corriente alterna. Esa acción es necesaria cuando sea requerido alimentar al motor. En caso que las baterías con un alto voltaje requieran ser cargadas el inversor transforma la corriente alterna en continua. Otra de las aplicaciones es cuando se requiere convertir de DC-DC de baja potencia es decir de 12 voltios para cargar la batería auxiliar.



Figura. 1-31 Inversor. Fuente: (Guerrero, 2018).

1.6.9. Motor Eléctrico.

Este elemento es el encargado de emplear la energía eléctrica acumulada en las baterías de alto voltaje transformándola en energía mecánica la cual permitirá impulsar al vehículo.



Figura. 1-32 motor eléctrico. Fuente: (Guerrero, 2018).

1.6.10. Funcionamiento del vehículo KIA SOUL

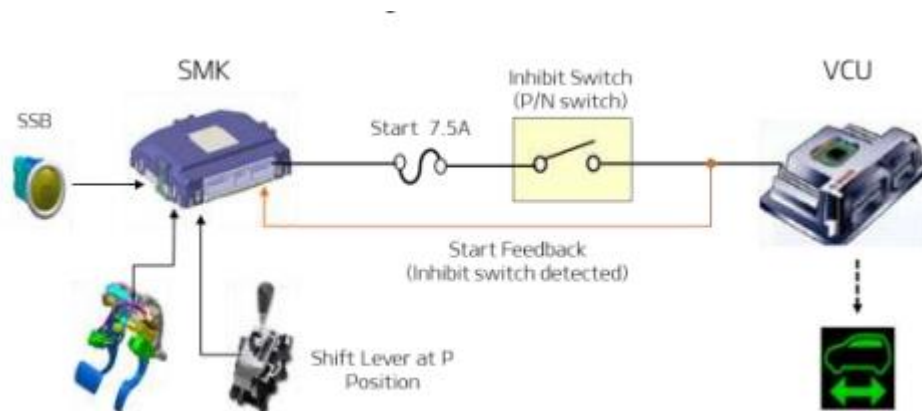


Figura. 1-33 funcionamiento del vehículo KIA SOUL. Fuente: (Guerrero, 2018).

Para un vehículo eléctrico el SKM emite una señal de apertura, la cual permite accionar el arranque. Tras la autenticación la cual brinda la llave inteligente el SKM envía la potencia necesaria para el arranque del vehículo al presionar el SSB. Esto funciona si se encuentra la señal del freno y la señal de cambio (P) de una manera correcta. La potencia generada se trasfiere a la VCU a través del fusible de arranque y el interruptor adentro de la ignición. La VCU acciona la lámpara Redy la cual establece al vehículo en modo espera para la conducción. De no ser así o alguna de las señales antes mencionadas no emiten la señal necesaria presenta directamente la salida de inicio de detiene inmediatamente.

1.6.11. Circuito de disminución de calor de la batería de alto Voltaje.

Para este sistema se cuenta con un ventilador, el cual se encuentra en el segmento posterior del automóvil en la parte menor del maletero. Con ello se permite mantener a una temperatura optima los módulos médiате la aplicación de un flujo de aire como se podrá apreciar en la imagen.

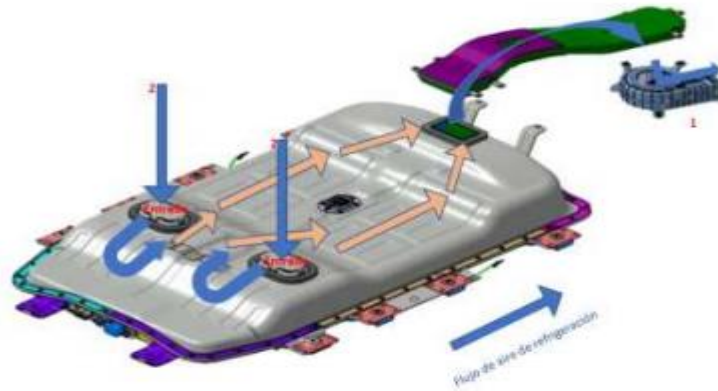


Figura. 1-34 circuito de enfriamiento Fuente: (Guerrero, 2018).

La batería debe mantenerse a una temperatura óptima, esta suele estar en los 30 grados centígrados. En caso de que esta exceda, de manera automática y con la intervención de El BMS permite mantener esta temperatura, además este elemento controla diferentes factores como es la velocidad del ventilador con la cual mantiene una temperatura óptima las baterías de alto Voltaje.

1.6.12. Especificaciones técnicas KIA SOUL.

Tabla 1-7 especificaciones técnicas KIA SOUL. Fuente: (kia motors, 2020).

Especificaciones técnicas		
Motor	Par máximo (Nm)	285
Batería	Tipo	Polimérica de litio iónica
	Potencia (kWh)	27
	Potencia (kW)	90
Desempeño	Aceleración (seg ./0-10 kW/h)	Dentro de limites l 1.2
	Velocidad máxima (km/h)	145
	Inclinación máxima (%)	33
	Distancia recorrida con una carga (km)	212
	Emisión de CO2 (gCO2/km)	0

CAPITULO II

2. Base de datos de los factores que intervienen al rendimiento vehículo híbrido en la ciudad de Cuenca, mediante software de adquisición.

2.1. Introducción.

Actualmente se cuenta con una infinidad de softwares y programas, los cuales son de mucha ayuda para lograr obtener los datos. La cual con la ayuda de un software de adquisición datos mediante la entrada OBDII, que tiene acceso a la computadora del vehículo la ECU se

logra la obtención de los datos. Que muchos de ellos los brinda la ECU uno de ellos es el consumo de combustible. El cual es sumamente importante para el desarrollo de este estudio.

Con ayuda de software se logró establecer las rutas a analizar. Muchas de ellas fueron escogidas rigurosamente en base a la mayor demanda. Por lo cual para agilizar con la ayuda de las líneas de buses de la Ciudad de Cuenca se logra establecer los kilómetros a recorrer por cada ruta.

2.2. Estado actual de la ciudad de cuenca.

Santa Ana de los Ríos de Cuenca está ubicado en el valle de la sierra austral ecuatoriana, se encuentra atravesada por el río Tomebamba, a una altitud de 2550 metros de nivel del mar, con una superficie 124 km² y población de 429.928 habitantes. El cantón Cuenca es conformada por 15 parroquias urbanas a la vez por 21 rurales, las cuales son representadas por las Juntas Parroquiales gestionado por el Municipio de Cuenca. Según (Cuenca, 2021).

2.3. Selección y especificaciones de 15 rutas de circulación para el vehículo híbrido.

Al establecer las rutas hay que tomar en cuenta algunos aspectos importantes como, la ubicación del análisis planteado que es la ciudad de Cuenca, por ello es de suma importancia que las rutas abarquen en su mayoría el casco urbano, las cuales son establecidas por el transporte público de diferentes cooperativas.

Unos de los aspectos tomados para establecer las rutas es la actividad económica. Donde las personas se transportan ya sea por trabajo, necesidad u otros, como lugares principales de la ciudad que son la feria libre parque industrial, terminal terrestre, centros comerciales, instituciones, etc. Donde las líneas de buses circulan ya sea directo o indirecto. A su vez teniendo en cuenta que rutas seleccionadas cruzan por el centro de la ciudad donde se encuentra mayor número de cruces e intersecciones

Con la ayuda de la aplicación OPENROUTE SERVICE se establece las rutas basadas en aquellas ocupadas por los buses cobijando un amplio territorio de muestreo. Al ser los trayectos

de las líneas de buses con una mayor demanda, se establece 15 rutas las cuales será analizada a detalle cada una de ellas:

2.3.1. RUTA 1, LÍNEA 1.: LOS EUCALIPTOS – SAYAUSÌ

Cuenta con una distancia aproximada de 18,1 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.



Figura. 2-1 línea 1 ruta y segmento en zona urbana y rural. Fuente (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 8 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 km/h, mientras que se cuenta con 11,5 Km “Tramos 1 y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

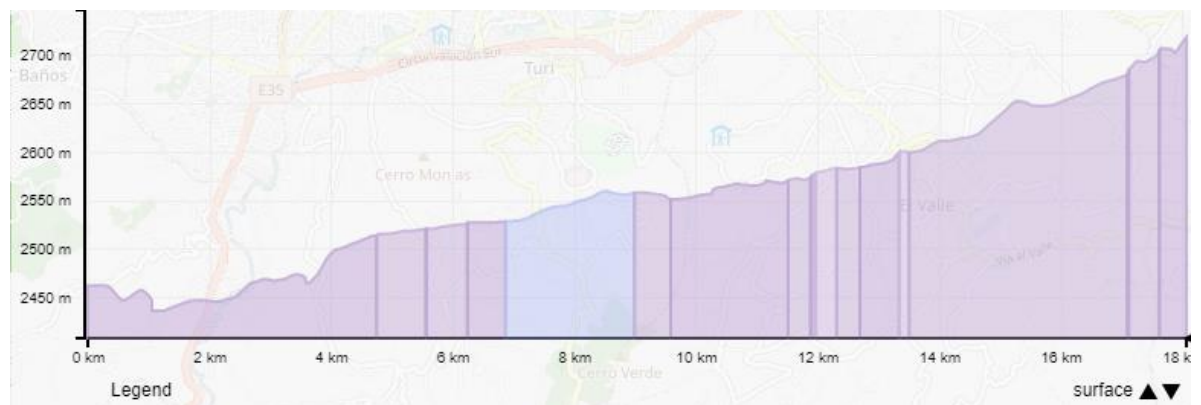


Figura. 2-2 Perfil de Altimetría Línea 1 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Se define el perfil de altimetría que va desde 2435msnm hasta 2717msnm. Logrando identificar los ascensos y descensos. Sin embargo, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

Además, esta ruta cuenta con 24 intercepciones y con 41 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.2. RUTA 2, LÍNEA 2: ELOY ALFARO – TOTORACOCHA

Cuenta con una distancia aproximada de 19,3 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

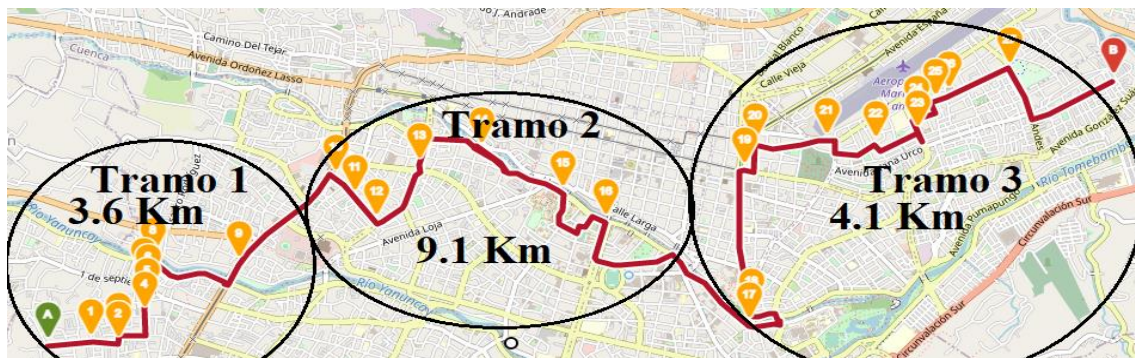


Figura. 2-3 Línea 2 ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 9,1 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 7,7 Km “Tramos 1 y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

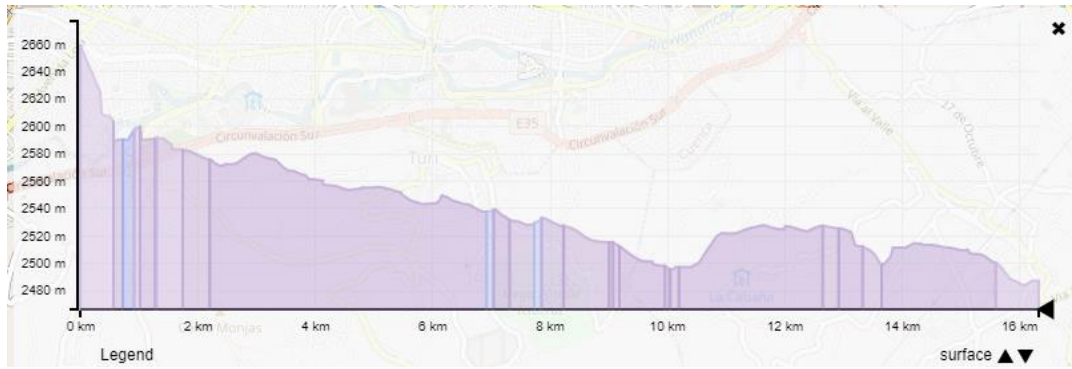


Figura. 2-4 Perfil de Altimetría Línea 2. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).

Se define el perfil de altimetría que va desde 2500msnm hasta 2600msnm. Logrando identificar los ascensos y descensos. Sin embargo, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

Además, esta ruta cuenta con 38 intercepciones y con 40 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.3. RUTA 3, LÍNEA 3: BELLAVISTA – KENNEDY.

Cuenta con una distancia aproximada de 17,8 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

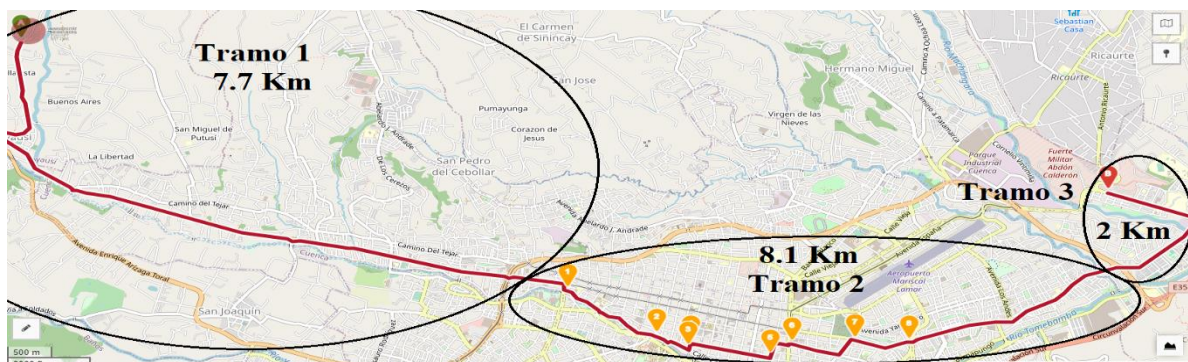


Figura. 2-5 Línea 3 ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 8,1 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que

se cuenta con 9.7 Km “Tramos 1 y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

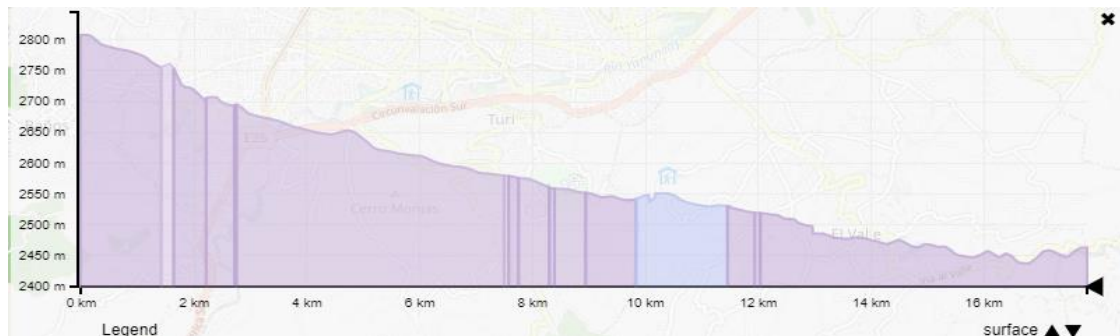


Figura. 2-6 Perfil de Altimetría Línea 3 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Se define el perfil de altimetría que va desde 2460msnm hasta 2807msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

Además, esta ruta cuenta con 23 intercepciones y con 49 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.4. RUTA 4, LÍNEA 7: MALL DE RIO – LOS TRIGALES.

Cuenta con una distancia aproximada de 19,4 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

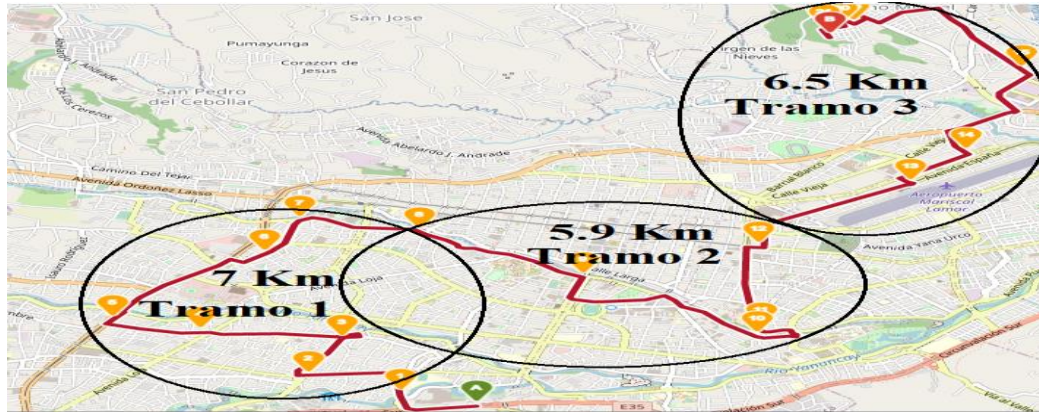


Figura. 2-7 Línea 7 ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 5,9 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 13,5 Km “Tramos 1 Y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2490msnm hasta 2650msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

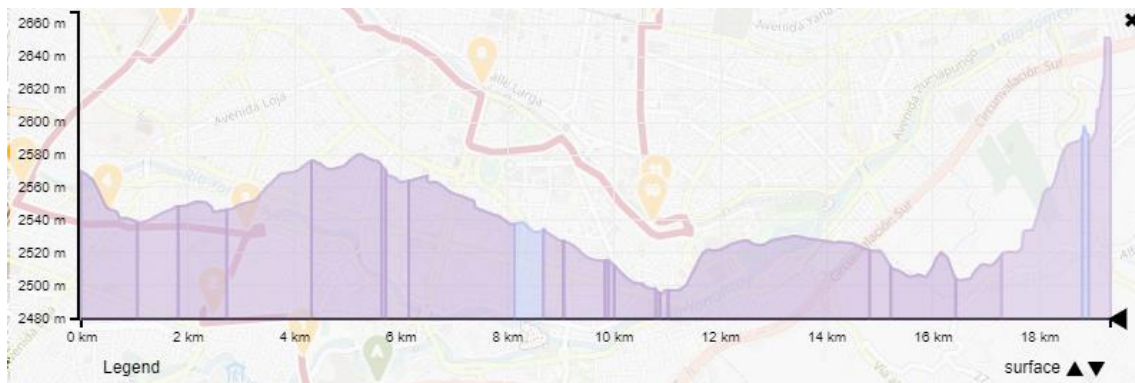


Figura. 2-8 Perfil de Altimetría Línea 7 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 30 intercepciones y con 54 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.5. RUTA 5, LÍNEA 10: PALUNCAY – FLORIDA

Cuenta con una distancia aproximada de 24,5 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

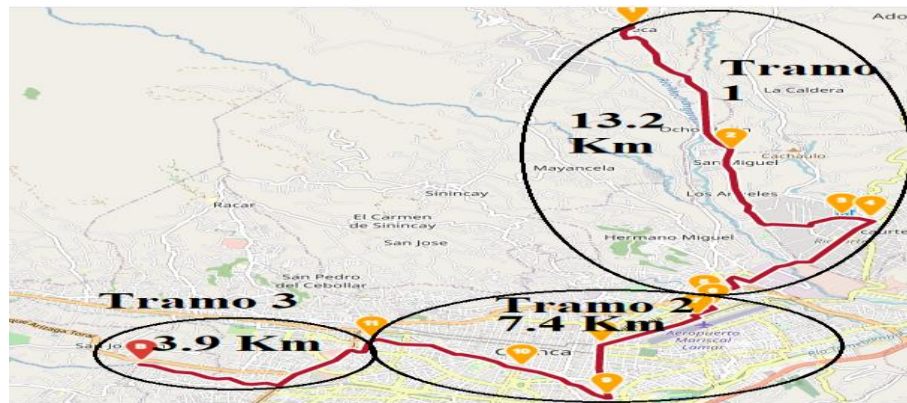


Figura. 2-9 Línea 10, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 7,4 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 17,1 Km “Tramos 1 Y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2480msnm hasta 2750msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

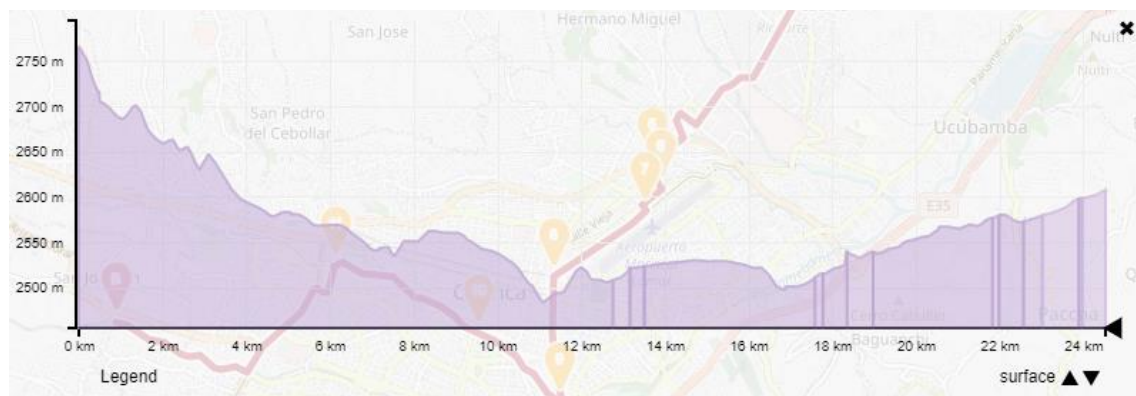


Figura. 2-10 Perfil de Altimetría Línea 10 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 33 intercepciones y con 44 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.6. RUTA 6 LÍNEA 12: BAÑOS – QUINTA CHICA

Cuenta con una distancia aproximada de 23,5 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

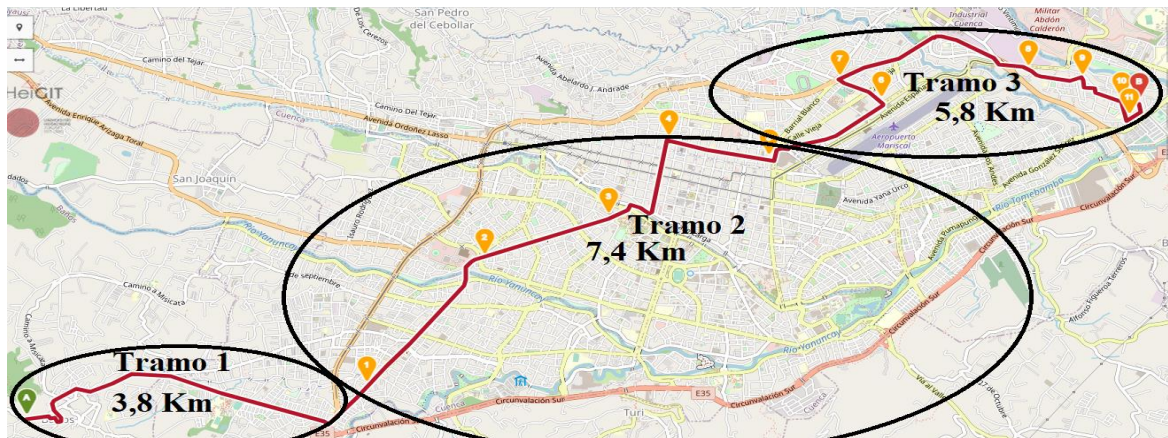


Figura. 2-11 Línea 12, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 7,4 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 9,6 Km “Tramos 1 Y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2504,2msnm hasta 2750msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

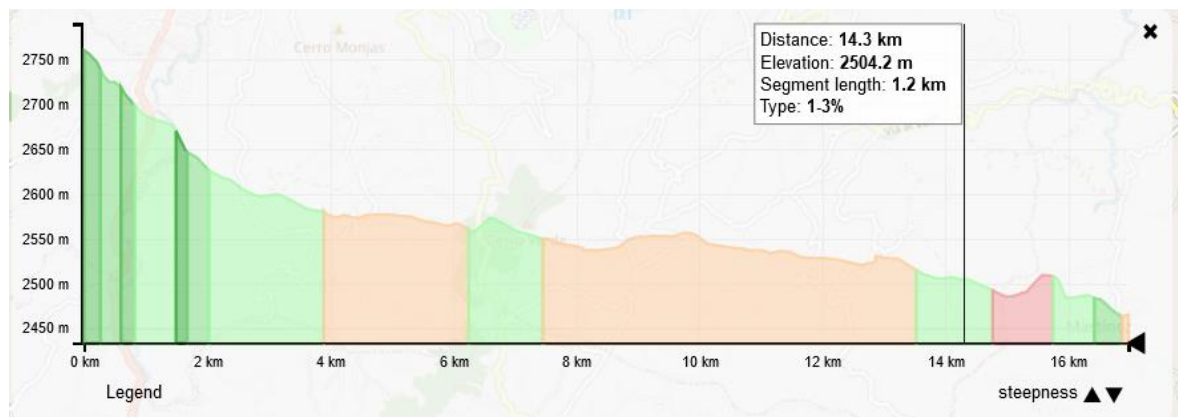


Figura. 2-12 Perfil de Altimetría Línea 12 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 23 intercepciones y con 48 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.7. RUTA 7 LÍNEA 14: FERIA LIBRE – EL VALLE

Cuenta con una distancia aproximada de 9,7 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

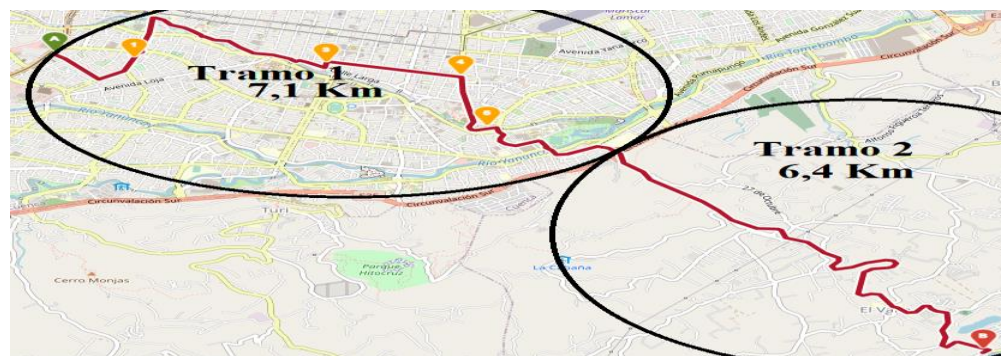


Figura. 2-13 Línea 14, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 7,1 kilómetros “Tramo 1” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 6,4 Km “Tramo 2” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2510msnm hasta 2607msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

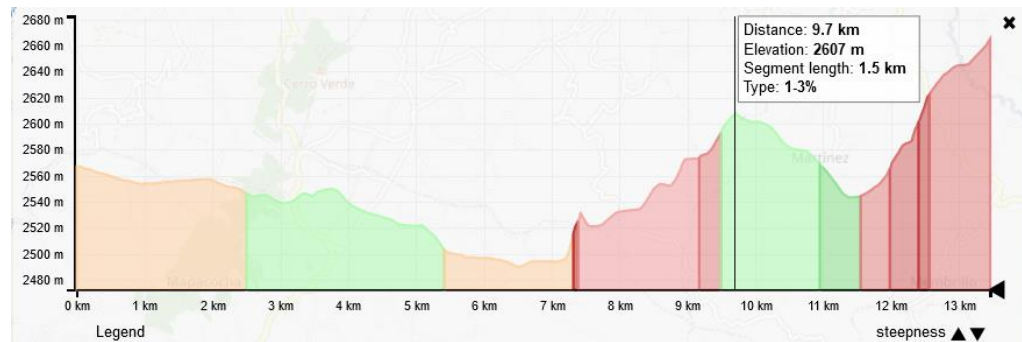


Figura. 2-14 Perfil de Altimetría Línea 14 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 18 intercepciones y con 20 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.8. RUTA 8 LÍNEA 15: FERIA LIBRE – MONAY BAGUANCHI

Cuenta con una distancia aproximada de 15,5 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

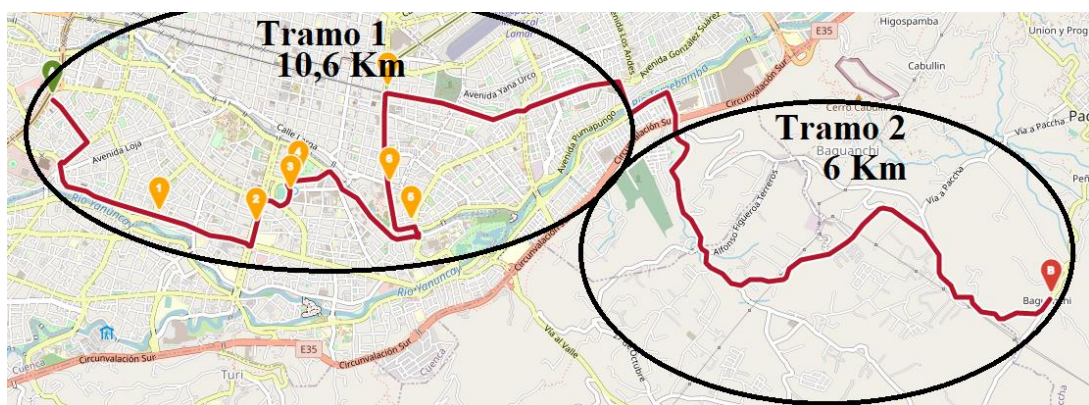


Figura. 2-15 Línea 15, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 10,6 kilómetros “Tramo 1” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h,

mientras que se cuenta con 6 Km “Tramo 2” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2475 msnm hasta 2622,1 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.



Figura. 2-16 Perfil de Altimetría Línea 15 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 23 intercepciones y con 23 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.9. RUTA 9 LÍNEA 16 MUTUALISTA AZUAY-MONAY BAGUANCHI

Cuenta con una distancia aproximada de 25,5 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

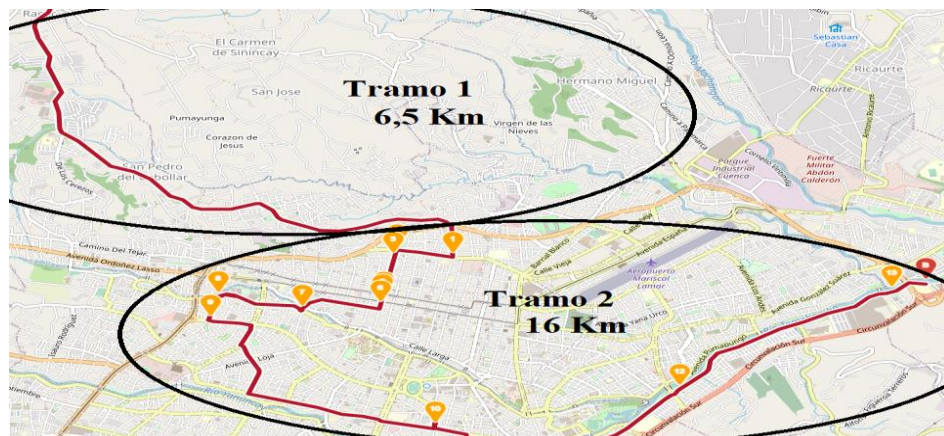


Figura. 2-17 Línea 16, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 16 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 6,5 Km “Tramo 1” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2500 msnm hasta 2850 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

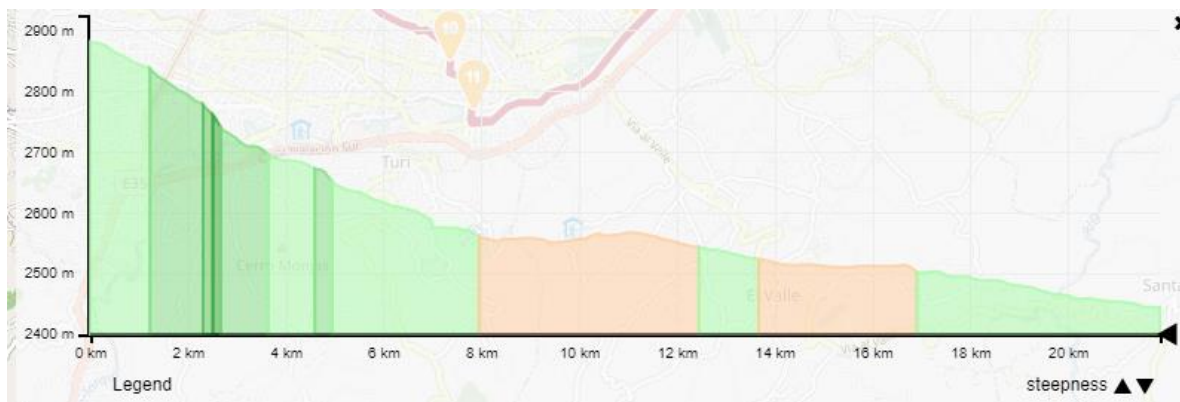


Figura. 2-18 Perfil de Altimetría Línea 16 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 42 intercepciones y con 43 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.10. RUTA 10 LÍNEA 17 5 ESQUINAS-YANATURO BAGUANCHI

Cuenta con una distancia aproximada de 13,3 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

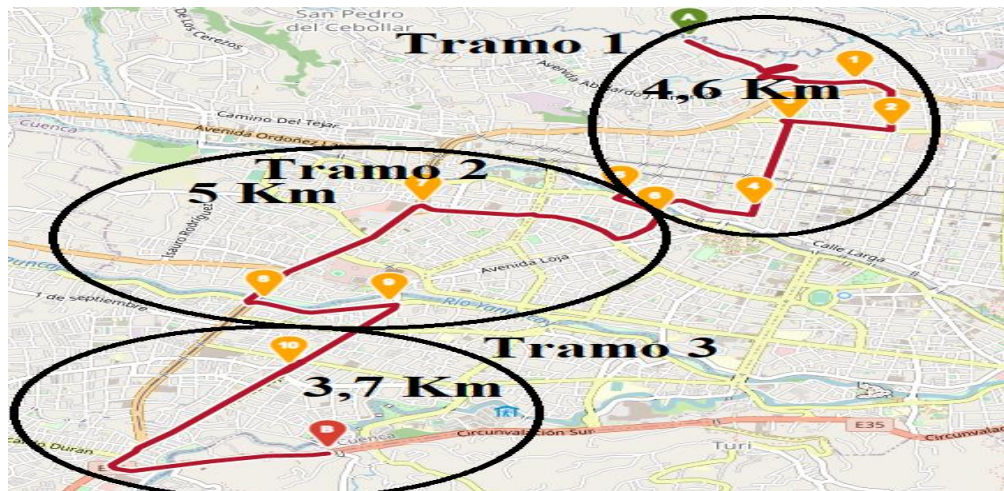


Figura. 2-19 Línea 17, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 5 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 8,3 Km “Tramos 1 y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2550 msnm hasta 2650 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

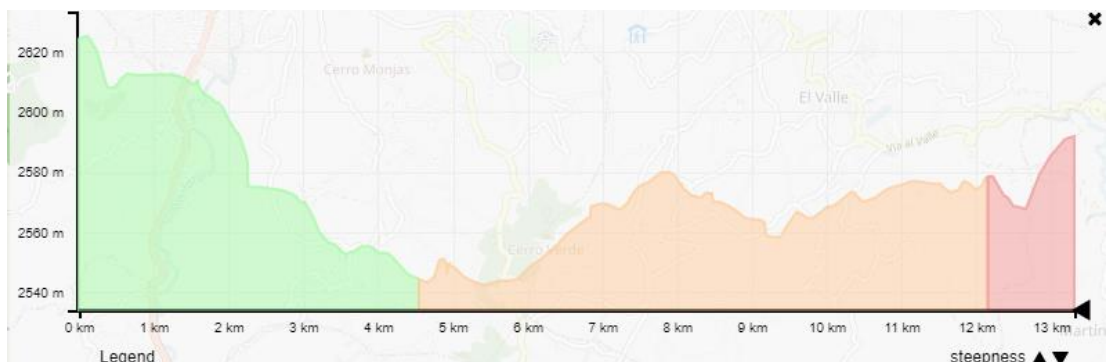


Figura. 2-20 Perfil de Altimetría Línea 17 Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 20 intercepciones y con 32 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.11. RUTA 11 LÍNEA 18 ZHUCAY-UPS

Cuenta con una distancia aproximada de 15,4 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.



Figura. 2-21 Línea 18, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 11,1 kilómetros “Tramo 1” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 4,3 Km “Tramo 2” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2520 msnm hasta 2635 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

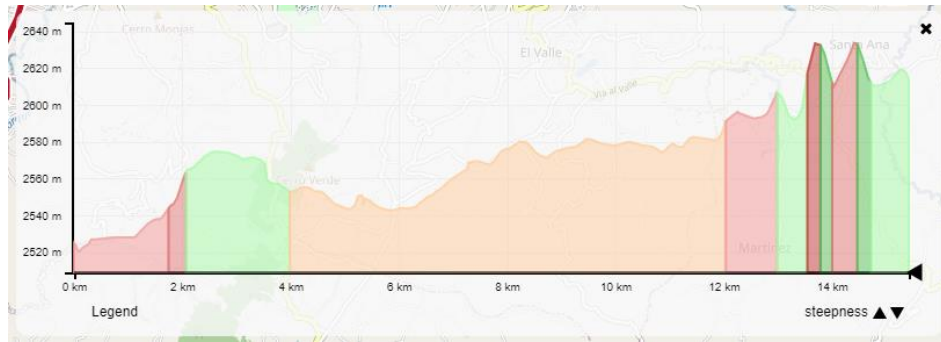


Figura. 2-22 Perfil de Altimetría Línea 18 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 22 intercepciones y con 37 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.12. RUTA 12 LÍNEA 19 TENIS CLUB-VISOREY

Cuenta con una distancia aproximada de 16,3 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.

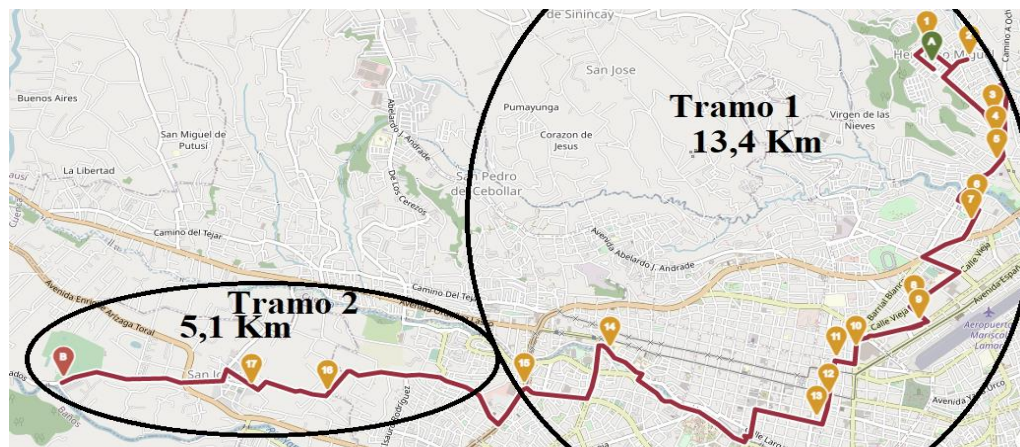


Figura. 2-23 Línea 19, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 5,1 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 13,4 Km “Tramo 1” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2520 msnm hasta 2670 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

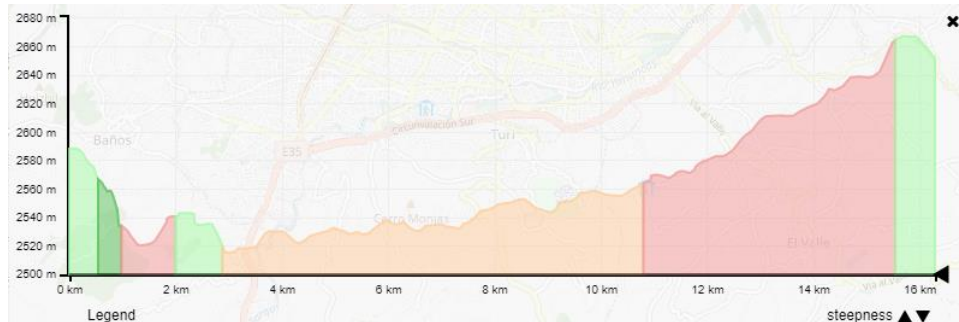


Figura. 2-24 Perfil de Altimetría Línea 19 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 35 intercepciones y con 35 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.13. RUTA 13 LÍNEA 27 BAÑOS-SININCAY

Cuenta con una distancia aproximada de 22,4 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.



Figura. 2-25 Línea 13, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 13,6 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 8,4 Km “Tramos 1 y 3” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2560 msnm hasta 2809 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

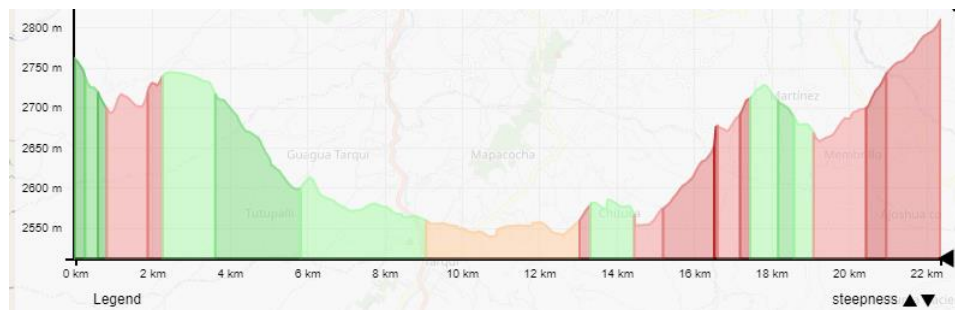


Figura. 2-26 Perfil de altimetría línea 2 Perfil de Altimetría Línea 27 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 28 intercepciones y con 28 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.14. RUTA 14 LÍNEA 28 FERIA LIBRE-LLACAO

cuenta con una distancia aproximada de 18,5 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.



Figura. 2-27 Línea 28, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 8,9 kilómetros “Tramo 1” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 9,8 Km “Tramo 2” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2450 msnm hasta 2653 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

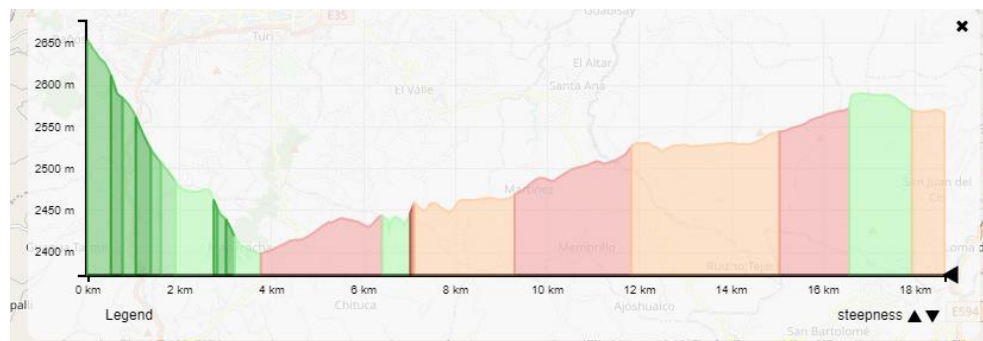


Figura. 2-28 Perfil de altimetría línea 28 Perfil de Altimetría Línea 28 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 24 intercepciones y con 35 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.3.15. RUTA 15 LÍNEA 50 BALZAY-MONAY

Cuenta con una distancia aproximada de 14,7 km. Los rangos de velocidades se establecen mediante la ley de tránsito la cual va desde 20 Km/h hasta los 50 Km/h. Para esta ruta se secciona de acuerdo con la ubicación ya que de dentro del casco urbano se circula a una menor velocidad.



Figura. 2-29 Línea 50, ruta y segmentación en zona urbana y rural. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021).

Como se puede apreciar en la imagen se cuenta con 11,2 kilómetros “Tramo 2” de recorrido en el centro de la ciudad, la velocidad de circulación ronda entre los 30 Km/h, mientras que se cuenta con 3,4 Km “Tramo 1” de ruta en los alrededores del centro de la ciudad pudiendo circular a 50 Km/h.

Se define el perfil de altimetría que va desde 2450 msnm hasta 2700 msnm. Además, en esta ruta se va a encontrar diferentes tipos de calzada, las más comunes son: adoquines, asfalto, concreto y pavimento en su mayoría.

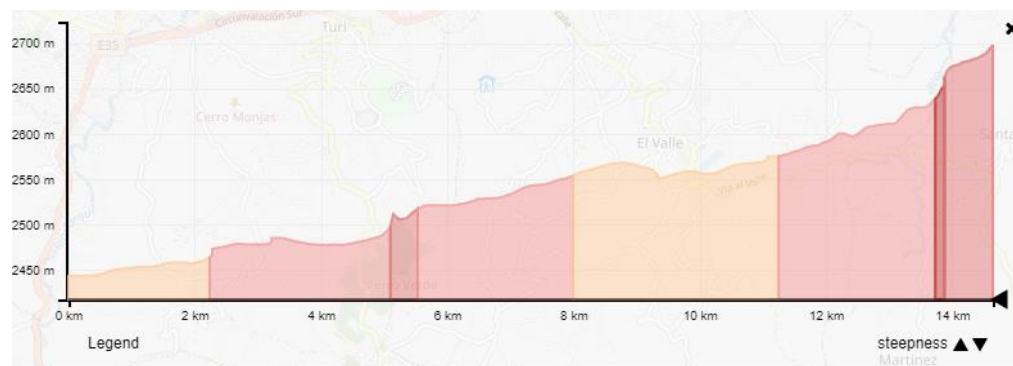


Figura. 2-30 Perfil de Altimetría Línea 50 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Además, esta ruta cuenta con 32 intercepciones y con 32 semáforos los cuales va a influir en la velocidad de muestreo.

2.4. Estabilización de las condiciones de bloqueo del vehículo híbrido.

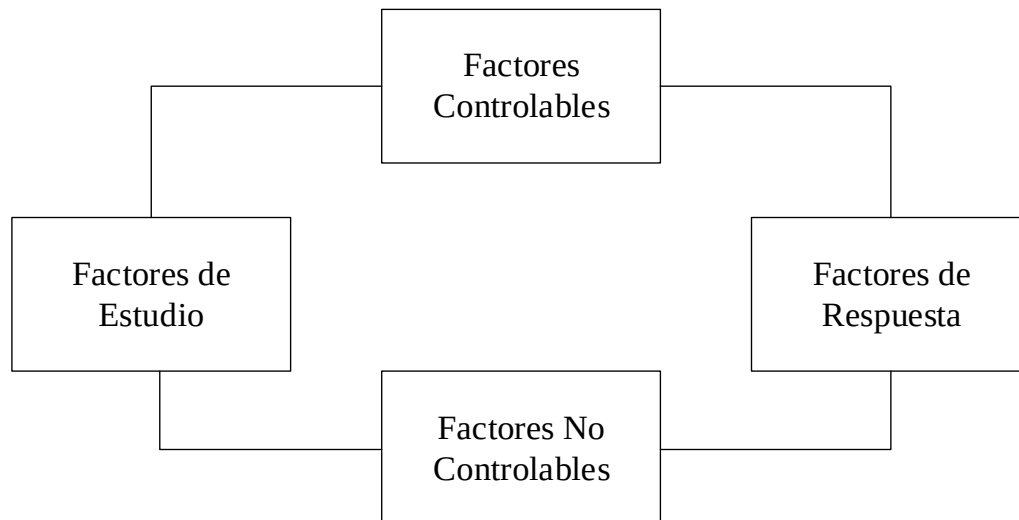


Figura. 2-31 factores de estudio Fuente (Bustamante & Llumi, 2021).

2.4.1. Factores de estudio

Son aquellas variables que se investigan en el desarrollo del análisis del rendimiento. Y a la vez cómo afecta cada una de estas variables a la variable de respuesta (Consumo de Combustible). Los factores de estudio pueden ser controlables y no controlables.

Como Variables de estudio se tienen:

2.4.1.1. Velocidad de desplazamiento: La velocidad del vehículo es sumamente importante en el desarrollo de este estudio, ya que el análisis llevado a cabo fue en la ciudad de CUENCA por ello se debe de cumplir con las leyes de tránsito la cual establece los límites de velocidad tanto en el casco urbano como en sus alrededores.

2.4.1.2. Tiempo: Este parámetro también es sumamente importante, ya que al realizar la toma de datos se cuenta con una frecuencia de 1 segundo, es por ello que al atravesar diferentes

lugares de la ciudad y al realizar la toma de datos en horas pico. Podría incrementar significativamente

2.4.1.3. Posición: al contar con entornos geográficos muy diversos le va a costar mucho más al vehículo desplazarse. Es por ello que también se toma en cuenta el desplazamiento instantáneo,

2.4.1.4. Consumo instantáneo de Combustible: este parámetro es sumamente importante ya que con estos valores se pueden determinar el consumo en una determinada ruta o recorrido.

2.4.2. Factores controlables.

Son variables las cuales se puede limitar su funcionamiento, con el propósito de reducir al máximo el agotamiento energético. Algunos de ellos son aquellos que se controlan durante el funcionamiento del vehículo y se pueden manipular para restringir su funcionamiento.

- Radio
- Luces
- Calefacción del vehículo
- Estado de las ventanas (cerradas)
- Presión de los Neumáticos (la misma en los 4 neumáticos)

2.4.3. Factores NO controlables.

Son variables, las cuales no se pueden controlar durante el proceso de adquisición de los datos.

Como factores no controlables se tiene:

2.4.3.1. El conductor

Al realizar la adquisición de datos es sumamente importante la persona encargada de manejar el vehículo “conductor”. Es por ello por lo que se establece una sola persona para manejar el vehículo para todas las rutas ya que si otra persona manejase podría variar

considerablemente los consumos energéticos obteniendo diferentes modos de manejo al cambiar de persona.

2.4.4. Variable de respuesta.

Estas variables son aquellas que se obtienen con la ayuda de diversos parámetros, por ello como consecuencia se obtiene el consumo energético instantáneo.

2.5. Instrumentos de adquisición de datos.

La adquisición de información se realiza con la ayuda de diferentes componentes y equipos además se emplea software de almacenamiento por lo que se debe ajustar y calibrar de una manera correcta con ello se obtendrá la velocidad, el tiempo, distancia recorrida y consumo de combustible.

2.5.1. Equipos necesarios para el proceso de adquisición.

2.5.1.1. Computadora Portátil

Es un dispositivo empleado para adquirir y procesar la información, con la ayuda de este instrumento también se almacenará para posteriormente generar gráficas logrando interpretar mejor los resultados.

2.5.1.2. Puerto OBD2

Este puerto es una entrada la cual permite comunicarse con la ECU del vehículo. Con ello se puede adquirir los datos en tiempo real.

2.5.1.3. Conector OBD2 Bluetooth

Este conector es sumamente indispensable ya que mediante dispositivo se establece un enlace por bluetooth el cual permitirá la comunicación entre la computadora portátil y la ECU del vehículo.

2.5.2. Protocolo de muestreo mediante diagrama de flujo.

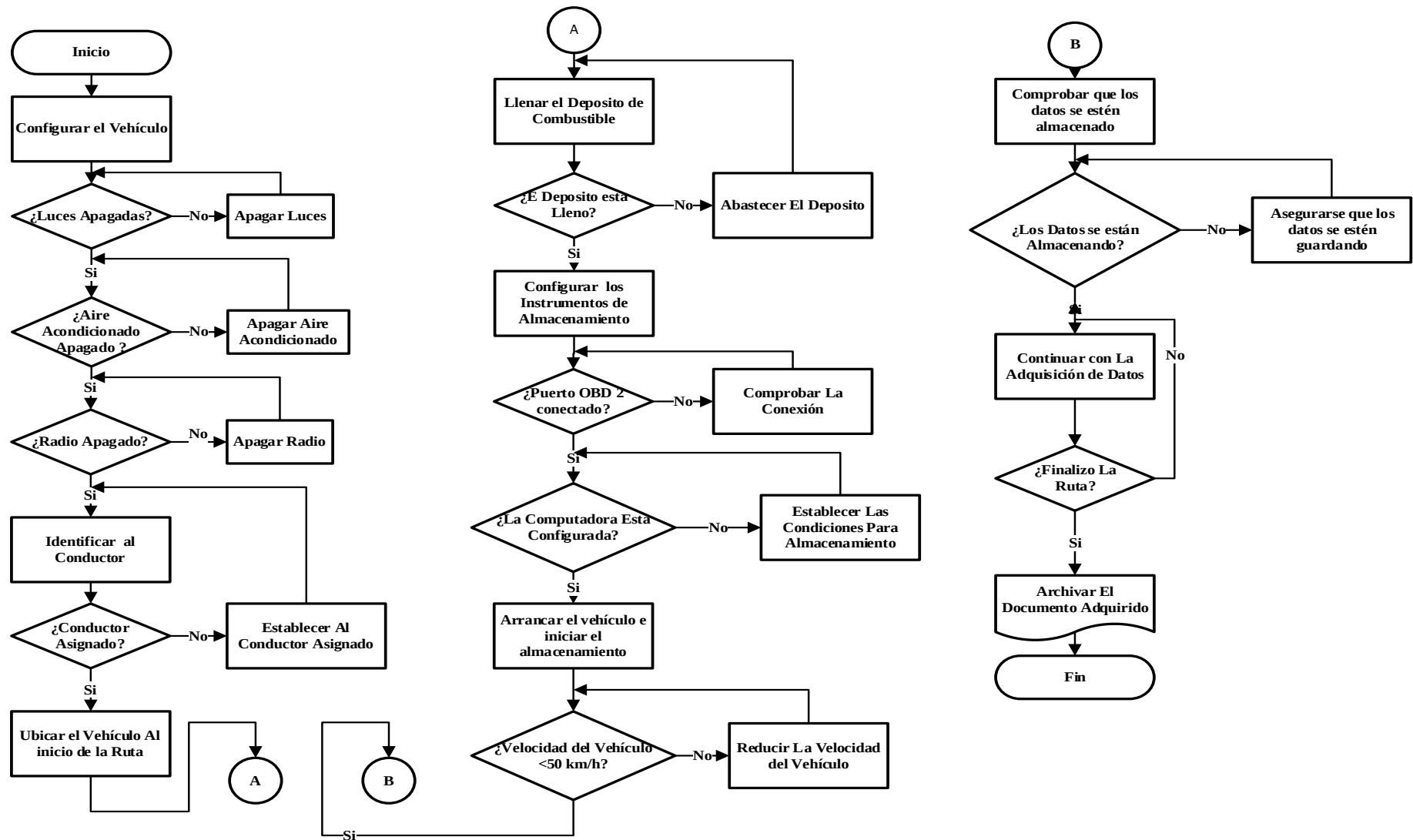


Figura. 2-32 Diagrama de Flujo para la adquisición de datos. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

2.6. Almacenamiento de datos.

Con la ayuda del software y del hardware antes mencionado se obtuvo un documento CSV por cada ruta el cual almacena el tiempo instantáneo, la velocidad instantánea, el consumo instantáneo y con el empleo de formula se puede obtener el desplazamiento instantáneo.

LINEA 1 EUCAIPTOS SAYAUSI					LINEA 1 EUCAIPTOS SAYAUSI					LINEA 1 EUCAIPTOS SAYAUSI				
condicion	Time	Distance (km)	Vehicle speed (km/h)	Fuel rate (gal/hr)	condicion	Time (sec)	Distance (km)	Vehicle speed (km/h)	Fuel rate (gal/hr)	condicion	Time (sec)	Distance (km)	Vehicle speed (km/h)	Fuel rate (gal/hr)
PASIVO	0	0.00	0	0	PASIVO	0	0.00	0	0	AGRESIVO	0	0.00	57	0.00549375
PASIVO	1,016	0.00	0	0	PASIVO	1,016	0.01	21	0.00549375	AGRESIVO	1	0.01	55	0.00549375
PASIVO	2	0.00	0	0.00549375	PASIVO	2,031	0.01	23	0.00549375	AGRESIVO	2,031	0.03	52	0.00549375
PASIVO	3	0.00	0	0.01230804	PASIVO	3,047	0.02	24	0.00549375	MODERADI	3,031	0.04	50	0.00549375
PASIVO	4	0.00	0	0.01230804	PASIVO	4,062	0.03	24	0.00549375	MODERADI	4,047	0.06	50	0.00549375
PASIVO	5	0.00	0	0.01230804	PASIVO	5,078	0.03	23	0.00549375	MODERADI	5,051	0.07	50	0.00549375
PASIVO	6	0.00	0	0.01230804	PASIVO	6,094	0.04	23	0.00549375	MODERADI	6,066	0.09	50	0.00549375
PASIVO	7	0.00	0	0.01230804	PASIVO	7,109	0.05	24	0.00549375	MODERADI	7,082	0.10	49	0.03956155
PASIVO	8	0.00	0	0.01230804	PASIVO	8,125	0.05	24	0.00549375	MODERADI	8,097	0.11	49	0.8700749
PASIVO	9	0.00	0	0.01230804	PASIVO	9,13	0.06	24	0.00549375	AGRESIVO	9,113	0.13	51	1.084693
PASIVO	10	0.00	0	0.01230804	PASIVO	10,145	0.07	24	0.00549375	AGRESIVO	10,129	0.14	53	0.9453605
PASIVO	11	0.00	0	0.01230804	PASIVO	11,161	0.07	26	0.00549375	AGRESIVO	11,144	0.16	54	0.9529337
PASIVO	12	0.00	0	0.01230804	PASIVO	12,177	0.08	27	0.00549375	AGRESIVO	12,16	0.17	56	0.1494547
PASIVO	13	0.00	0	0.01230804	PASIVO	13,18	0.09	28	0.00549375	AGRESIVO	13,175	0.19	56	0.04653471
PASIVO	14	0.00	0	0.01230804	PASIVO	14,196	0.10	29	0.00549375	AGRESIVO	14,191	0.21	56	0.1222012
PASIVO	15	0.00	0	0.01230804	PASIVO	15,211	0.11	30	0.00549375	AGRESIVO	15,207	0.22	56	0.01230804
PASIVO	16	0.00	0	0.01230804	MODERADI	16,227	0.12	32	0.00549375	AGRESIVO	16,222	0.24	56	0.01230804
PASIVO	17	0.00	0	0.01230804	MODERADI	17,243	0.13	33	0.00549375	AGRESIVO	17,238	0.25	55	0.00549375
PASIVO	18	0.00	0	0.01230804	MODERADI	18,258	0.14	35	0.00549375	AGRESIVO	18,253	0.27	53	0.00549375
PASIVO	19	0.00	4	0.01230804	MODERADI	19,274	0.15	36	0.00549375	AGRESIVO	19,269	0.28	51	0.00549375
PASIVO	20	0.00	8	0.01230804	MODERADI	20,289	0.16	37	0.00549375	AGRESIVO	20,284	0.30	51	0.00549375
PASIVO	21	0.01	9	0.01230804	MODERADI	21,305	0.17	38	0.00549375	AGRESIVO	21,3	0.31	51	0.04219898
PASIVO	22	0.01	10	0.01230804	MODERADI	22,321	0.18	39	0.00549375	AGRESIVO	22,316	0.33	53	1.065524
PASIVO	23	0.01	11	0.01230804	MODERADI	23,336	0.19	39	0.00549375	AGRESIVO	23,331	0.34	53	1.107723
PASIVO	24	0.02	14	0.01230804	MODERADI	24,351	0.20	38	0.00549375	AGRESIVO	24,347	0.36	54	1.124427
PASIVO	25	0.02	15	0.01230804	MODERADI	25,367	0.21	39	0.00549375	AGRESIVO	25,362	0.37	55	1.129702
PASIVO	26	0.03	17	0.01230804	MODERADI	26,383	0.22	38	0.00549375	AGRESIVO	26,378	0.39	57	1.070739
PASIVO	27	0.03	18	0.01230804	MODERADI	27,398	0.23	38	0.00549375	AGRESIVO	27,393	0.40	58	1.081503
PASIVO	28	0.04	20	0.00549375	MODERADI	28,414	0.24	38	0.00549375	AGRESIVO	28,409	0.42	59	1.082228

Figura. 2-33 Almacenamientos de datos filtrados Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Con la ayuda del programa Excel se puede visualizar de una manera más ordenada cada uno de los valores, estos variaran de acuerdo con la ruta, el horario, entre otros factores.

2.6.1. Datos de almacenamiento por ruta.

Tabla 2-1Adquisición de Datos para cada Línea de Buses Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).

Ruta	Toma de datos de ida	Toma de datos de retorno	Tiempo necesario para esta ruta (Min)	Velocidad Mínima (km/h)	Velocidad máxima (km/h)	Distancia (km)	Promedio de datos
Línea 1	2	1	43.22	10	53	18,1	7779
Línea 2	2	1	39.75	10	57	19,3	7155
Línea 3	1	1	48.82	10	61	17.8	8787

Línea 7	1	1	50.42	10	61	19,4	9075
Línea 10	1	1	57.55	10	61	24,5.	10359
Línea 12	1	1	59,48	10	62	23,5	10770
Línea 14	1	1	34.57	10	64	9,7	6222
Línea 15	1	1	40.45	10	63	15,5	7281
Línea 16	1	1	60,03	10	66	22,5	10806
Línea 17	1	1	38.15	10	63	13,3	6067
Línea 18	1	1	47.75	10	65	15,4	8595
Línea 19	1	1	54.14	10	59	16,3	9744
Línea 27	1	1	50.05	10	65	22,4	9009
Línea 28	1	1	50.71	10	61	18.5	9129
Línea 50	1	1	47,8	10	65	14,7	8604

Los datos adquiridos para cada ruta se pueden visualizar en la tabla anterior dentro de ella se puede apreciar la cantidad de rutas para cada línea de bus, también se establece el tiempo promedio necesario para cubrir esta ruta. E inclusive de analiza la velocidad máxima en cada una de estas.

Con la ayuda del Excel se realizó una gráfica en la cual existe la dispersión de datos. Dentro de la misma se está analizando diferentes comparaciones, como es el tiempo de muestreo frente a consumo por combustible, también se analiza una comparativa entre el tiempo y la velocidad máxima. Y finalmente se analiza el tiempo y la distancia para cada ruta.

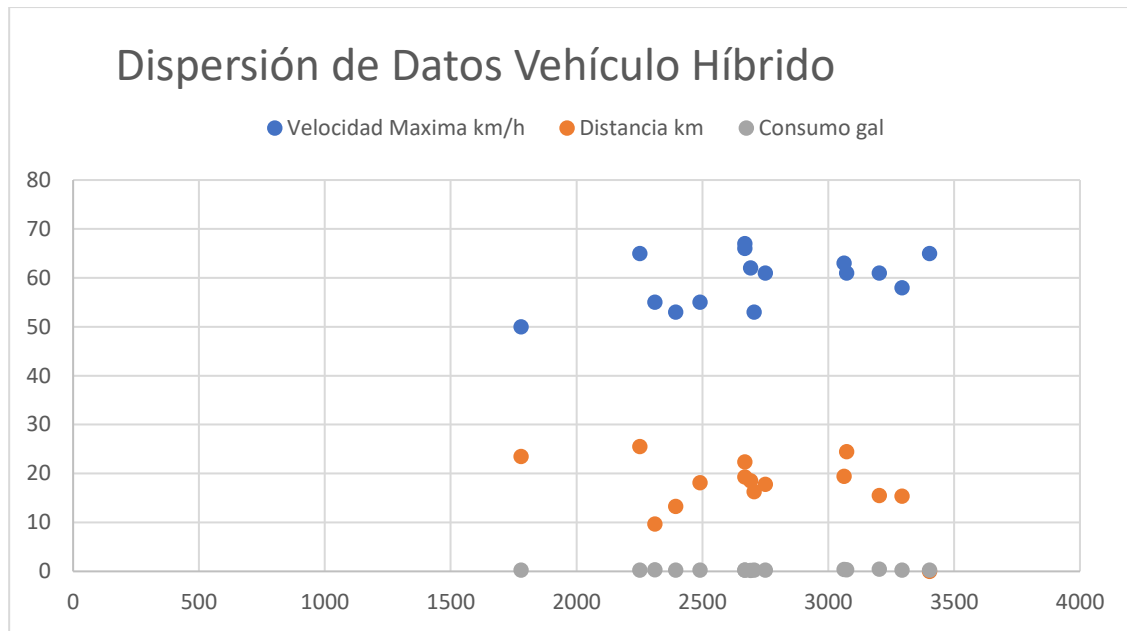


Figura. 2-34 Dispersión de datos del vehículo híbrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021).

Esto con la finalidad de comprender cuales son los picos y valles en tiempo real. Con ello se identifica cual es el consumo máximo de combustible para el vehículo Híbrido. En este caso es 0.46 gal en un tiempo de 3203 segundos.

CAPITULO III

3. Establecer una base de datos de los factores que intervienen en el rendimiento al vehiculo eléctrico en la ciudad de cuenca, mediante software de adquisición.

3.1. Introducción.

Para el desarrollo de este capítulo se realiza mediante el software EMOLAB V2.0.1 desarrollado por el ingeniero de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA Paul Ortiz que por medio de la entrada ODBII se obtiene cada uno de los factores de estudio. Para la adquisición de datos del vehículo eléctrico se emplean las mismas rutas previstas y seleccionadas para el vehículo híbrido. Con el cual se obtendrá la información necesaria para el desarrollo de este trabajo. Algunos de los datos que se obtendrán son el consumo energético, el cual está determinado

mediante porcentajes. El tiempo requerido, también se obtendrá la velocidad y a distancia recorrida.

Para la adquisición de datos hay que realizar una serie de configuraciones, los cuales se suma importancia para lograr así obtener el consumo real del vehículo. También hay que tener en cuenta que el conductor debe de ser el mismo para todas las rutas. En cual debe en todo momento respetar las señales de tránsito.

3.2. Estabilización de las condiciones de bloqueo del vehículo eléctrico.

3.2.1. Descripción de variables.

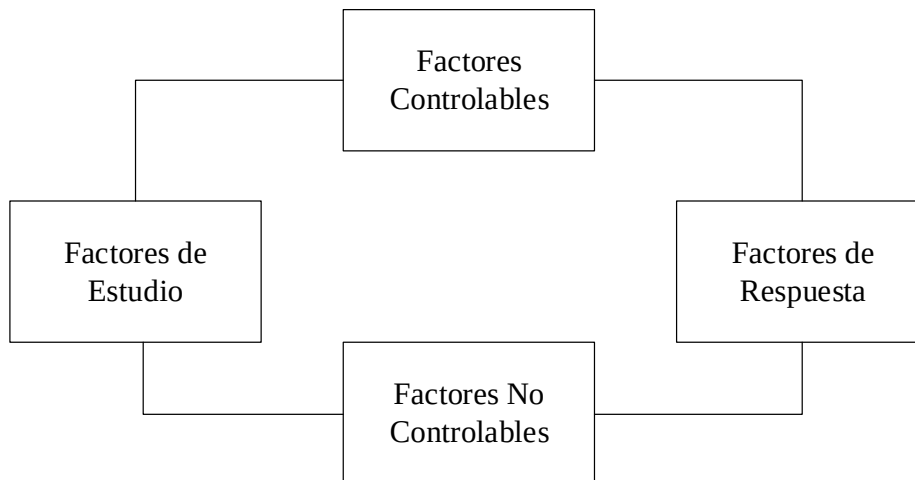


Figura. 3-1 factores de control vehículo eléctrico Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

3.2.3. Factores de estudio.

Son aquellas variables que se investigan en el desarrollo del análisis del rendimiento. Y a la vez cómo afecta cada una de estas variables al consumo energético. Los factores de estudio pueden ser controlables y no controlables.

Como Variables de estudio se tienen:

3.2.3.1. Velocidad de desplazamiento:

La velocidad del vehículo es sumamente importante en el desarrollo de este estudio, ya que el análisis llevado a cabo fue en la ciudad de CUENCA por ello se debe de cumplir con las leyes de tránsito la cual establece los límites de velocidad tanto en el casco urbano como en sus alrededores.

3.2.3.2. *Tiempo:*

Este parámetro también es sumamente importante, ya que al realizar la toma de datos se cuenta con una frecuencia de 1 segundo, es por ello que al atravesar diferentes lugares de la ciudad y al realizar la toma de datos en horas pico. Podría incrementar significativamente

3.2.3.3. *Posición:*

Al contar con entornos geográficos muy diversos le va a costar mucho más al vehículo desplazarse. Es por ello que también se toma en cuenta el desplazamiento instantáneo,

3.2.3.4. *Consumo instantáneo de Combustible:*

Este parámetro es sumamente importante ya que con estos valores se pueden determinar el consumo en una determinada ruta o recorrido.

3.2.4. Factores controlables

Son variables las cuales se puede limitar su funcionamiento, con el propósito de reducir al máximo el empleo energético. Algunos de ellos se controlan durante el funcionamiento del vehículo y se pueden manipular para restringir su funcionamiento. Es por ello que las condiciones de pruebas de muestreo son estándar. Para limitar el funcionamiento de estos elementos en su mayoría fueron apagados con la finalidad de obtener resultados exactos de consumo.

- Radio
- Luces
- Calefacción del vehículo y Aire acondicionado (relativamente)
- Estado de las ventanas (cerradas)
- Presión de los Neumáticos (la misma en los 4 neumáticos)
- Palanca en modo D(Drive)

- Modo de Ajuste de la dirección (Modo Normal)
- Asientos

3.2.5. Factores NO Controlables

Son variables, las cuales no se pueden controlar durante el proceso de adquisición de los datos.

Como factores no controlables se tiene:

3.2.5.1. *El conductor*

Al realizar la adquisición de datos es sumamente importante la persona encargada de manejar el vehículo “conductor”. Es por ello que se establece una sola persona para manejar el vehículo para todas las rutas ya que si otra persona manejase podría variar considerablemente los consumos energéticos obteniendo diferentes modos de manejo al cambiar de persona. Es por ello por lo que para la adquisición de datos se empleó al mismo conductor del vehículo eléctrico.

3.2.6. Variables de Respuesta.

Estas variables se obtienen con la ayuda de diversos parámetros, por ello como consecuencia se obtiene el consumo energético instantáneo.

3.3. Instrumentación y adquisición de datos

La obtención de datos se lleva a cabo con la ayuda del software EMoLab V2.0.1. e instrumentos como: OBD LINK MX, la información obtenida mediante este instrumento es enlazada a la computadora portátil en la cual se encuentra instalado el software obteniendo como resultado la velocidad, el tiempo, distancia recorrida y consumo de energético.

3.3.3. Equipos necesarios para el proceso de adquisición.

3.3.3.1. *Conector OBD2 Bluetooth*

Este conector es sumamente indispensable ya que mediante dispositivo se establece un enlace por bluetooth el cual permitirá la comunicación entre la computadora portátil y la ECU del vehículo.

3.3.3.2. Computadora Portátil

Es un dispositivo empleado para adquirir y procesar la información, con la ayuda de este instrumento también se almacenará para posteriormente generar gráficas logrando interpretar mejor los resultados.

3.3.3.3. EMoLab V2.0.1

Es un programa que permite el diagnóstico de vehículos eléctricos, es por ello que es de suma importancia para la adquisición de datos.



Figura. 3-2 pantalla de software de EMOLAB V2.0.1 Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

3.3.3.4. Puerto OBD2

Este puerto es una entrada la cual permite comunicarse con la ECU del vehículo. Con ello se puede adquirir los datos en tiempo real.

3.3.4. Protocolo De Muestreo Mediante Diagrama De Flujo.

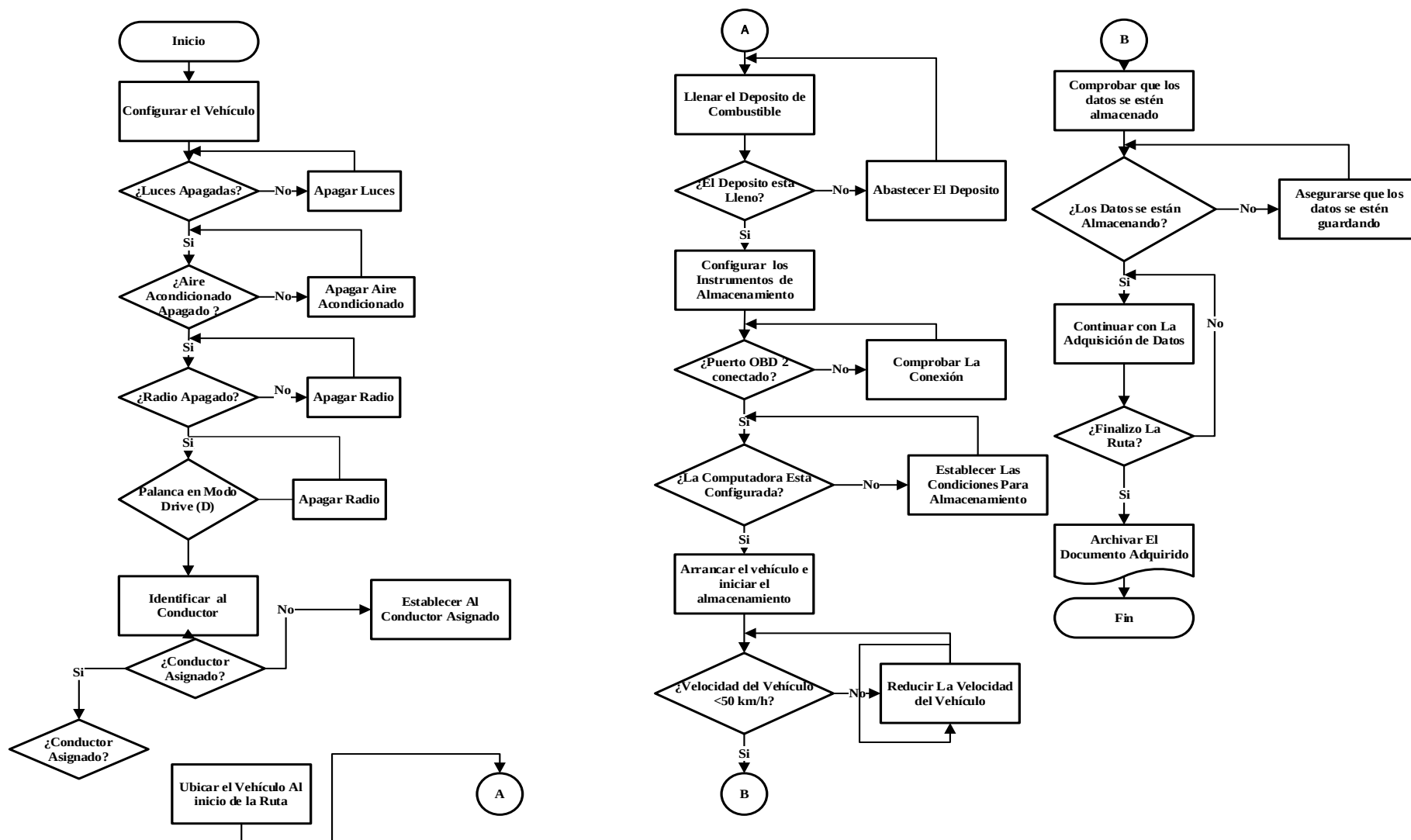


Figura. 3-3 Diagrama de Flujo para la Adquisición de datos Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

3.4. Almacenamiento de datos.

Con la ayuda del software EMOLAB 2.0.1 e instrumentos antes mencionados se obtuvo un documento CSV por cada ruta el cual almacena el tiempo instantáneo, la velocidad instantánea, el consumo instantáneo y con el empleo de fórmula se puede obtener el desplazamiento instantáneo.

LINEA 1EUCALIPTOS SAYAUSI 1					244	LINEA 1EUCALIPTOS SAYAUSI 2					436	LINEA 1EUCALIPTOS SAYAUSI 3					274	
Condición	Tiempo	Distancia	Velocidad	Consumo		Depreciación	Condición	Tiempo	Distancia	Velocidad		Consumo	Depreciación	Condición	Tiempo	Distancia		Velocidad
MODERADI	1		46	93		PASIVO	1		3	94		PASIVO	1		0	92,5		
MODERADI	2		49	93		PASIVO	2		1	94		PASIVO	2		2	92,5		
AGRESIVO	3		52	93		PASIVO	3		1	94		PASIVO	3		5	92,5		
AGRESIVO	4		54	93		PASIVO	4		5	94		PASIVO	4		12	92,5		
AGRESIVO	5		55	93		PASIVO	5		6	94		PASIVO	5		18	92,5		
AGRESIVO	6		56	93		PASIVO	6		4	94		PASIVO	6		24	92,5		
AGRESIVO	7		56	93		PASIVO	7		2	94		PASIVO	7		30	92,5		
AGRESIVO	8		57	93		PASIVO	8		3	94		MODERADI	8		35	92		
AGRESIVO	9		57	93		PASIVO	9		8	94		MODERADI	9		39	92		
AGRESIVO	10		57	93		PASIVO	10		14	94		MODERADI	10		40	92		
AGRESIVO	11		57	93		PASIVO	11		19	94		MODERADI	11		41	92		
AGRESIVO	12		58	93		PASIVO	12		23	94		MODERADI	12		43	92		
AGRESIVO	13		55	93		PASIVO	13		27	94		MODERADI	13		47	92		
AGRESIVO	14		53	93		PASIVO	14		29	94		MODERADI	14		50	92		
MODERADI	15		50	93		PASIVO	15		30	94		AGRESIVO	15		52	92		
MODERADI	16		48	93		PASIVO	16		30	94		AGRESIVO	16		53	92		
MODERADI	17		45	93		PASIVO	17		30	94		AGRESIVO	17		53	92		
MODERADI	18		42	93		PASIVO	18		30	94		AGRESIVO	18		55	92		
MODERADI	19		42	93		PASIVO	19		30	94		AGRESIVO	19		55	92		
MODERADI	20		42	93		MODERADI	20		31	94		AGRESIVO	20		56	92		
MODERADI	21		41	93		MODERADI	21		33	94		AGRESIVO	21		56	92		
MODERADI	22		42	93		MODERADI	22		34	94		AGRESIVO	22		56	92		
MODERADI	23		41	93		MODERADI	23		35	94		AGRESIVO	23		56	92		
MODERADI	24		41	93		MODERADI	24		35	94		AGRESIVO	24		57	92		
MODERADI	25		40	93		MODERADI	25		36	94		AGRESIVO	25		55	92		
MODERADI	26		40	93		MODERADI	26		36	94		AGRESIVO	26		54	92		
MODERADI	27		39	93		MODERADI	27		36	94		AGRESIVO	27		53	92		
MODERADI	28		38	93		MODERADI	28		36	94		AGRESIVO	28		53	92		
MODERADI	29		39	93		MODERADI	29		35	94		AGRESIVO	29		52	92		
MODERADI	30		38	93		MODERADI	30		34	94		AGRESIVO	30		51	92		
MODERADI	31		37	93		MODERADI	31		33	94		MODERADI	31		48	92		
MODERADI	32		37	93		MODERADI	32		31	94		MODERADI	32		47	92		

Figura. 3-4 Muestra de datos filtrados de vehículo eléctrico Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Con la ayuda del programa Excel se puede visualizar de una manera más ordenada cada uno de los valores, estos variarían de acuerdo con la ruta, el horario, entre otros factores.

3.4.3. Datos almacenados por ruta del vehículo eléctrico.

Tabla 3-1 Datos Del Vehículo Eléctrico Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Ruta	Toma de datos de ida	Toma de datos de retorno	Tiempo necesario para esta ruta (min)	Velocidad Mínima (km/h)	Velocidad máxima (km/h)	Distancia (km)	Promedio de datos
Línea 1	2	1	67	10	65	18,1	15508
Línea 2	2	1	63, 4	10	55	19,3	9140
Línea 3	2	1	67,11	10	67	17,8	7248
Línea 7	2	1	89.75	10	61	19,4	12924
Línea 10	2	1	60	10	63	24,5	14516
Línea 12	2	1	94,69	10	61	23,5	13636

Línea 14	2	1	54,08	10	50	9,7	7788
Línea 15	2	1	59,27	10	55	15,5	8536
Línea 16	2	1	85,69	10	61	22,5	12340
Línea 17	2	1	67	10	65	13,3	9648
Línea 18	2	1	61,36	10	53	15,4	8836
Línea 19	2	1	72,91	10	58	16,3	10500
Línea 27	2	1	92	10	53	22,4	13248
Línea 28	2	1	67,77	10	66	18,5	9752
Línea 50	2	1	70.33	10	62	14,7	10128

Para el vehículo eléctrico se realiza de igual manera una tabla, en la cual se puede apreciar cada uno de los parámetros como son la velocidad máxima, el número de rutas empleadas para cada línea de bus, el consumo energético, el tiempo promedio necesario para la adquisición de datos, entre otros parámetros que se pueden apreciar en la tabla.

En la gráfica a continuación tiene la finalidad de mostrar la dispersión entre tiempo con respecto a la velocidad máxima, el consumo energético, y la posición del vehículo eléctrico.

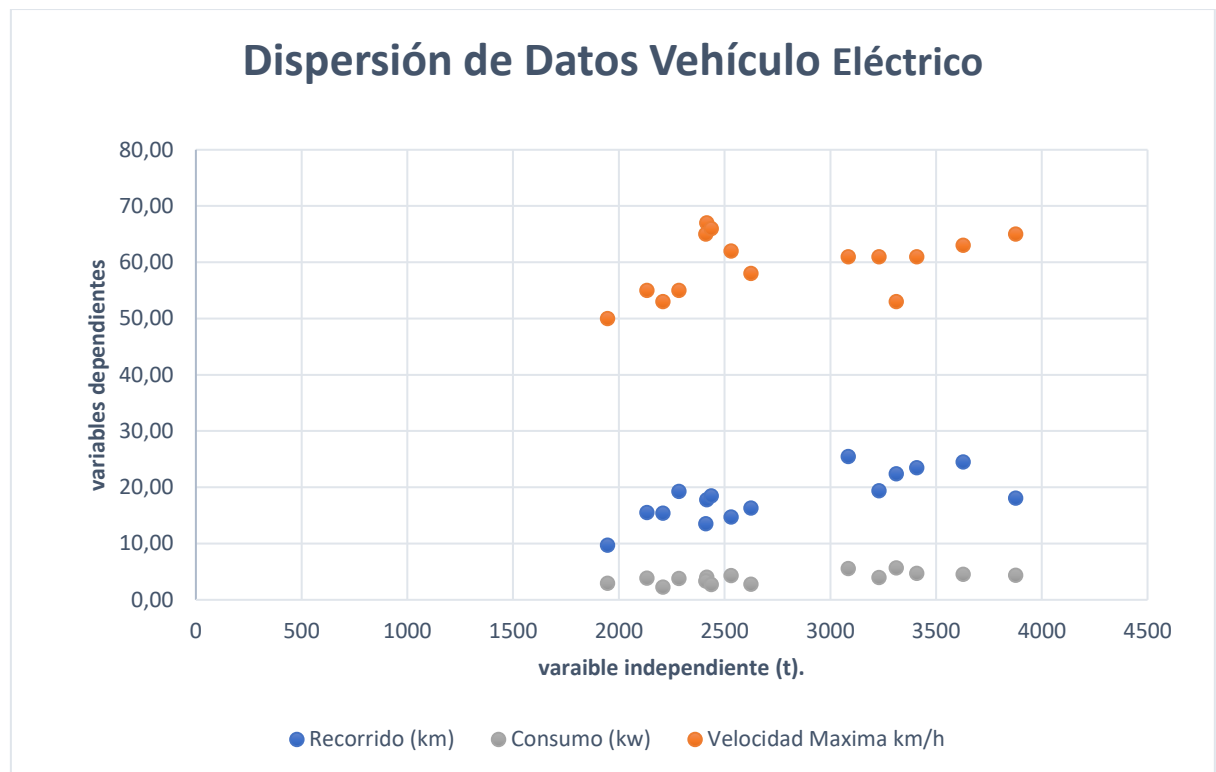


Figura. 3-5 Dispersión de Datos del Tiempo Frente a El Consumo, La Velocidad y La Distancia Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

La gráfica a continuación está tomando en cuenta una comparativa entre el tiempo frente al consumo energético. Con el cual se puede apreciar que momento existe un mayor consumo en este caso el pico máximo es de 5.67 el cual con un tiempo de 3312 segundos.

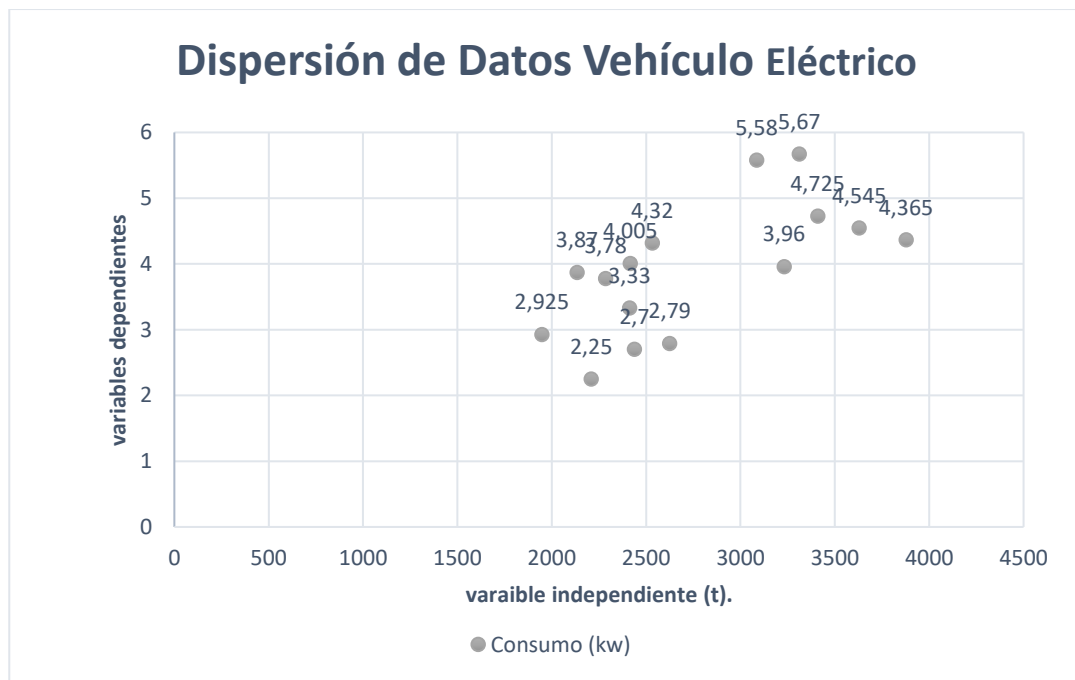


Figura. 3-6 Dispersión de Datos del Tiempo Frente a El Consumo Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

CAPITULO IV

4. Desarrollar un análisis comparativo del rendimiento que tiene un vehículo híbrido frente al eléctrico, aplicando regresiones cuadráticas y análisis estadísticos, para definir la mejor alternativa

4.2. Introducción.

El desarrollo del análisis comparativo de los vehículos Híbrido (Toyota Prius) y el eléctrico (Kia Soul) se realiza mediante regresiones cuadráticas clasificando datos según el reglamento de transporte del Ecuador en el sector urbano que establece los límites de velocidades, de las cuales se realizan las depreciaciones de datos que estén fuera del estudio. Así determinar la mejor alternativa de estos vehículos por análisis estadísticos.

4.3. Delimitación de datos muestra.

El reglamento a la Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial en el capítulo VI (Art 142 y 145 de la ley) establece los límites de velocidad. En el **Artículo 191** se regula los

límites máximos de velocidad y rangos moderados del vehicular permitidos en vías públicas sin contar de trenes y autocarriles (REPUBLICA, 2012).

En este caso, se enfoca en el primer ítem de este artículo, ya que va dirigido a vehículos livianos, motocicletas y similares. Para este análisis es ideal, ya que el vehículo híbrido Toyota Prius y el Vehículo Kia Soul Eléctrico corresponde a esta categoría.

- **Urbana** La velocidad establecida por el reglamento para el sector urbano esta con menor o mayor que los 50 km/h. y menor igual a los 60 km/h.
- **Perimetral** La velocidad permitida por el reglamento en las vías perimetrales esta con menor o mayor que 90km/h y menor igual a los 120 km/h.
- **Rectas** La velocidad permitida por el reglamento en las vías rectas esta con menor o mayor que 100km/h y menor igual a los 135 km/h.
- **Curvas** La velocidad permitida por el reglamento en las curvas esta con menor o mayor que 60km/h y menor igual a los 75 km/h.

4.4. Clasificación de datos.

Para este análisis se toma en cuenta el rango de velocidad en la parte urbana, ya que cada una de ellas pertenece al casco urbano,

Tomando en cuenta todos estos factores se tienen un punto de partida para clasificar los datos y determinar los modos de manejo que surgieron durante la adquisición de datos en la ciudad de Cuenca.

1. **Modo Pasivo**, el cual está comprendido menor a 30 km/h
2. **Modo Moderado**, el cual está entre 31 a 50 km/h
3. **Modo Agresivo** mayor a 50 km/h.

Mediante el clasificador KNN se utiliza las 3 categorías de manejos establecidos para la circulación así poder delimitar los datos a utilizarse para el análisis. Para evaluar los datos recopilados del vehículo híbrido, se extrae los valores los cuales se clasifican en: tiempo (s), distancia recorrida (km), velocidad (km/h) y consumo (gal/hr). A la vez para el vehículo eléctrico, el consumo SOC (%), mantenimiento el resto de los parámetros en igual condición.

3.2.1. Estandarización de datos del análisis.

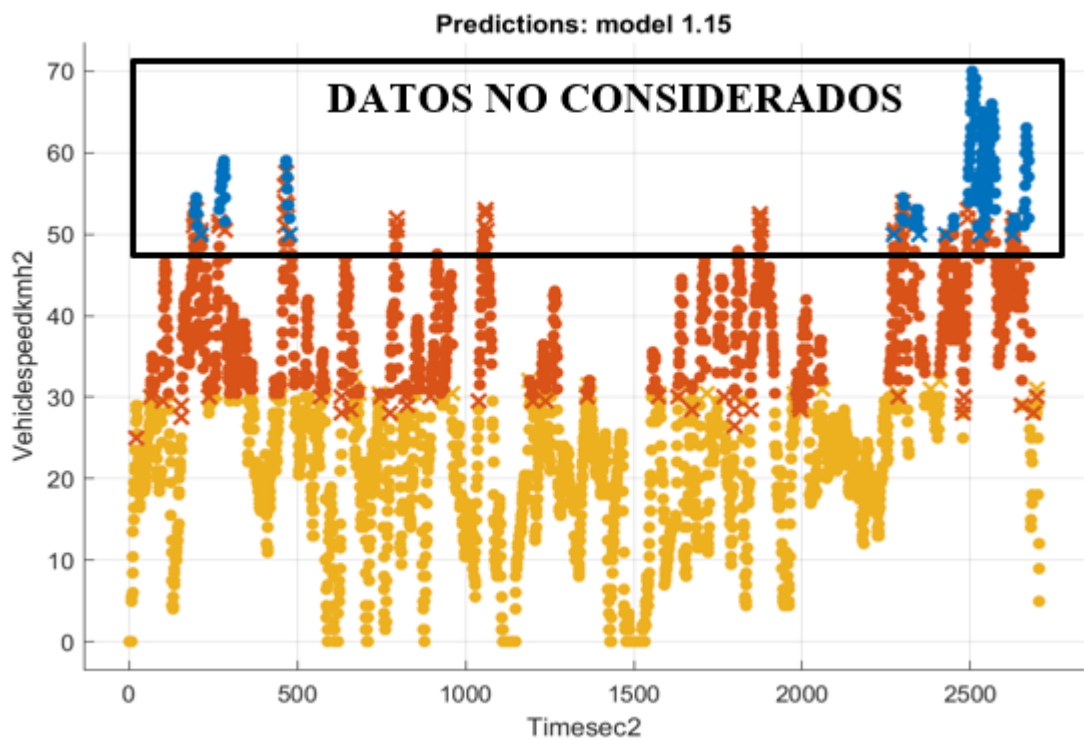


Figura. 4-1 Depreciación de datos de modo de manejo agresivo Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

En la parte superior de la gráfica se puede observar que existen datos que están fuera del análisis que pertenecen al modo de manejo agresivo, las cuales son causadas por las afueras de la ciudad. Debido a aquello son despreciados siguiendo la clasificación de rangos de conducción por límite de velocidad según establece la Ley de Tránsito.

3.3. Análisis vehículo híbrido.

3.3.1. Evaluación de muestra de los datos por cada línea de buses

Tabla 4-1 muestra de datos Clasificados por KNN. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Línea buses	Hora	Numero de muestreo	Precisión de datos %	Recorrido km	Depreciación de datos
línea 1	9:48 10:10 11:10	3	98,7	18,1	246
línea 2	12:18 1:55 2:44	3	98,9	19,3	298
línea 3	10:46 11:31	2	98,2	17,8	258

línea 7	12:34 2:30	2	97,8	19,4	200
línea 10	8:47 9:45	2	97,3	24,5	387
línea 12	10:47 11:49	2	98,4	23,5	227
línea 14	13:49 4:30	2	97,3	9,7	158
línea 15	8:31 10:12	2	97,2	15,5	137
línea 16	8:55 9:55	2	97,9	25,5	129
línea 17	12:41 2:33	2	97,7	13,3	130
línea 18	2:41 3:50	2	98,5	15,4	141
línea 19	3:25 4:24	2	99,2	16,3	155
línea 27	9:51 11:12	2	97,1	22,4	324
línea 28	1:20 2:45	2	98	18,5	130
línea 50	10:47 11:49	2	98	14,7	127

Los datos clasificados mediante KNN nos da un resultado de media ponderada por ruta las cuales nos determina la relación entre los números de muestras tomadas, teniendo la fiabilidad de la tabla general que nos ayuda a determinar la validez de los datos de muestreo. El comportamiento de datos por los kilómetros recorrido con respecto a las horas tomadas será con una precisión mostrada de cada ruta de un manejo de modo pasivo y moderado. A la vez los valores anulados de manejo agresivo que depende netamente de la forma de conducción durante el recorrido.

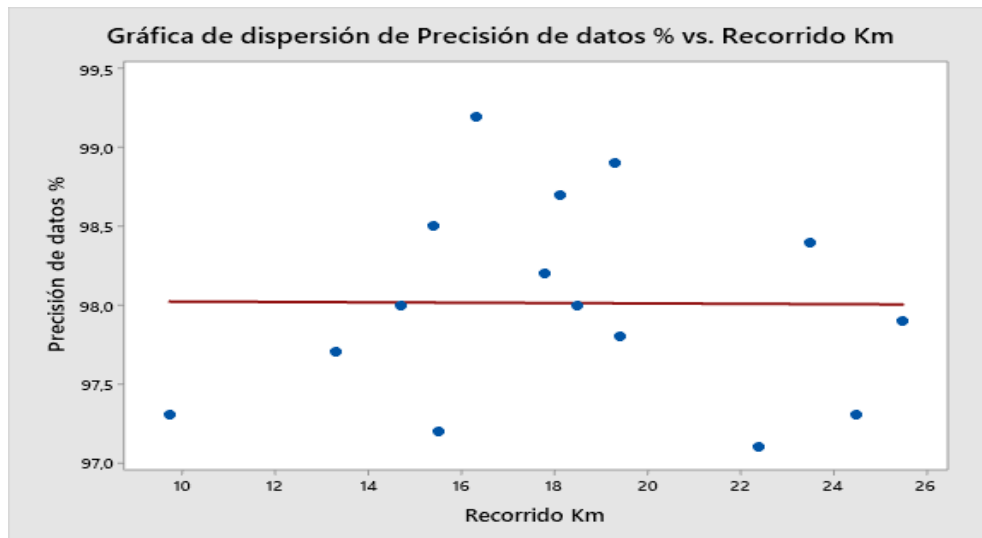


Figura. 4-2 Dispersión de datos de precisión de cada ruta. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

La gráfica de dispersión se encuentra con un numero de datos $N=15$ (números de rutas de buses recorridos), con una media general de dispersión la cual está en un 98,013%, de comportamiento que definen la exactitud de datos tomados durante el recorrido, donde la desviación está dentro de un 0.6412% con ajuste de tipo Lineal.

3.3.2. Análisis de consumo del vehículo híbrido.

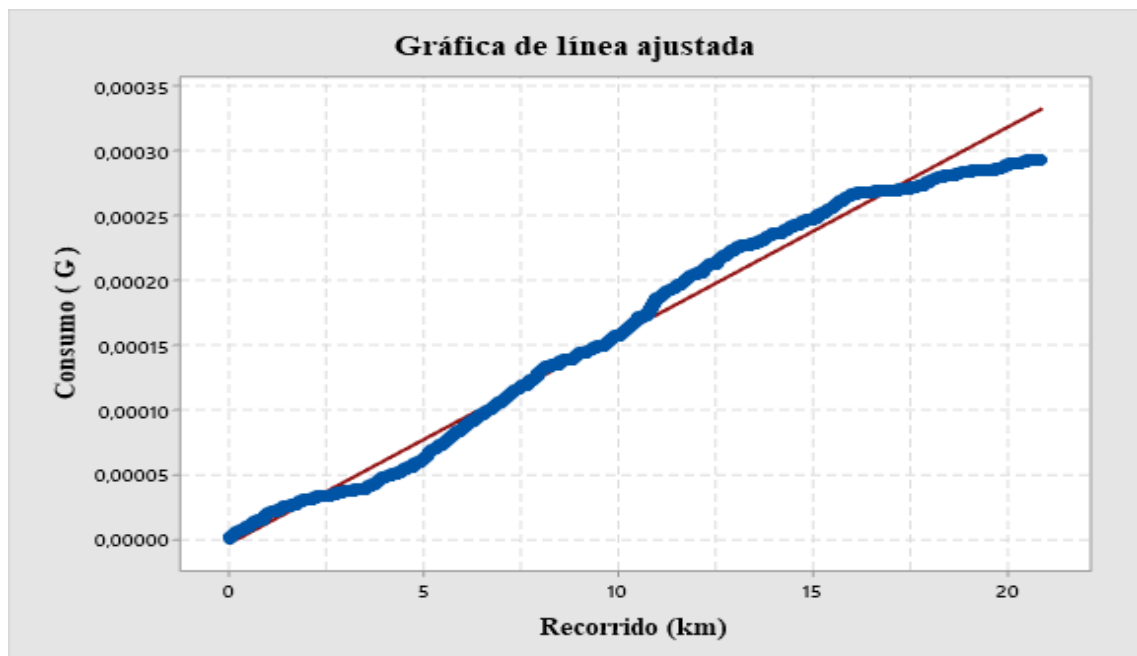


Figura. 4-3 Consumo vs distancia vehículo híbrido. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Mediante la gráfica de regresión cuadrada con un ajuste Lineal esperado y real, cual la verosimilitud del comportamiento al consumo de combustible con respecto al recorrido. Que

garantiza nuestro modelo Lineal el cual es de 98.2%, aquello tiene un factor de desviación (s) de 0.000018.

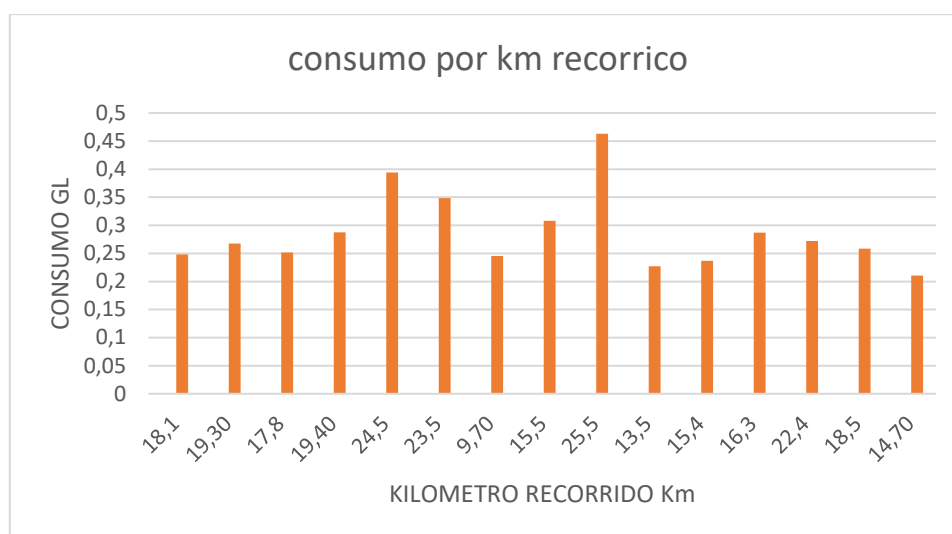


Figura. 4-4 Consumo totales por ruta en galones vehículo híbrido. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

En la gráfica de 4.3-4 la cual muestra el consumo no está directamente relacionado con la distancia recorrida, aunque el pico máximo este en una distancia 25,5km recorrido pero el pico mínimo está en 13,5km no está dentro del trayecto menor esto depende de la geográfica (espectrometría del capítulo 2) y los modos de manejos.

Tabla 4-2 Totales de consumo \$ por kilómetro recorrido. Vehículo híbrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Ruta	Tiempo sec	Distancia km	Consumo gal	Costo energético del consumo	Costo energético por km recorrido
Línea 1	3402	18,1	0,25	\$ 0,56	\$ 0,035
Línea 2	3190	19,30	0,27	\$ 0,61	\$ 0,035
Línea 3	2669	17,8	0,25	\$ 0,57	\$ 0,036
Línea 7	2750	19,40	0,29	\$ 0,65	\$ 0,038
Línea 10	3062	24,5	0,39	\$ 0,89	\$ 0,041
Línea 12	3072	23,5	0,35	\$ 0,79	\$ 0,038
Línea 14	1779	9,70	0,25	\$ 0,56	\$ 0,064
Línea 15	2311	15,5	0,31	\$ 0,70	\$ 0,051
Línea 16	3203	25,5	0,46	\$ 1,05	\$ 0,046
Línea 17	2251	13,5	0,23	\$ 0,52	\$ 0,043

Línea 18	2393	15,4	0,24	\$ 0,54	\$ 0,039
Línea 19	2393	16,3	0,29	\$ 0,65	\$ 0,045
Línea 27	2705	22,4	0,27	\$ 0,62	\$ 0,031
Línea 28	2669	18,5	0,26	\$ 0,59	\$ 0,036
Línea 50	2402	14,70	0,21	\$ 0,48	\$ 0,036

Los resultados obtenidos en la prueba de ruta del vehículo Toyota Prius se muestra en la tabla 4.2 las muestras tomadas son en relación con el combustible ECO-PAÍS con un valor comercial de 1,48 dólares americanos y la misma sin subsidio de 2,269 dólares con el valor porcentual de IVA 12 %. Según Toyota tiene un alcance de rendimiento en sus mejores condiciones hasta 98,7 Km/GL. De la cuales tenemos el costo que nos tomara en recorrer cada kilómetro, así como también el tiempo que toma en alcanzar, el consumo de gasolina para el recorrido y su costo total.

3.4. Análisis vehículo eléctrico.

3.4.1. Evaluación de muestra de los datos por cada línea de buses

Tabla 4-3 Muestra de datos Clasificados por KNN. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Línea buses	Hora	Numero de muestreo	Precisión de datos %	Recorrido km	Depreciación de datos
línea 1	10:05 9:59 9:50	3	99,6	18,1	318
línea 2	9:40 9:36 9:36	3	99,6	19,3	158
línea 3	11:49 9:57 9:48	3	99,5	17,8	165
línea 7	10:45 9:54 12.25	3	99,6	19,4	143
línea 10	10:40 10:55 10:22	3	99,4	24,5	166
línea 12	9:38 9:40 9:42	3	99,5	23,5	237

línea 14	10:35 11:07 10:50	3	98,8	9,7	113
línea 15	11:22 11:00 10:50	3	99,5	15,5	249
línea 16	11:40 11:52 11:34	3	99,5	25,5	216
línea 17	9:48 9:36 9:36	3	99,3	13,3	131
línea 18	9:40 11:15 11:39	3	99,6	15,4	142
línea 19	9:39 12:02 11:20	3	99,7	16,3	116
línea 27	9:48 11:24 10:21	3	99,5	22,4	199
línea 28	12:06 11:42 12:21	3	99,5	18,5	258
línea 50	11:15 11:32 11:33	3	99,6	14,7	115

Los resultados de datos tomados del clasificador KNN del vehículo eléctrico, nos da la media ponderada que determina la relación entre los números de muestras tomadas, dando una fiabilidad de 99,47 la cual nos permite determinar que tabla general sea válida. De manera que el comportamiento de los datos de cada ruta y las horas con respecto a los kilómetros recorrido nos da con una precisión mostrada en la tabla de formas de conducción pasiva y moderada. A la vez tenemos los datos depreciados de cada una de las rutas de modo de manejo agresivo pertenecientes.

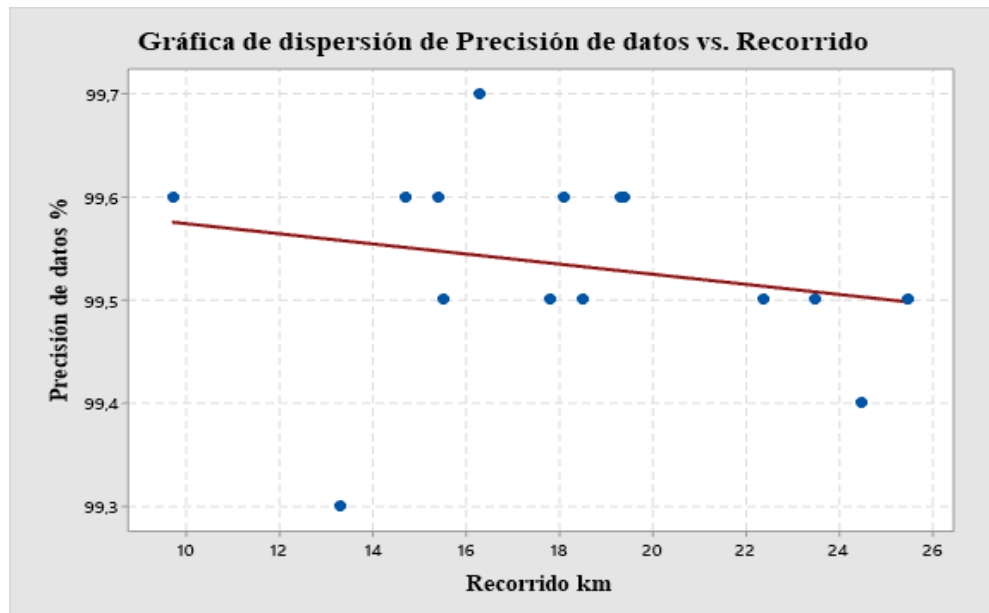


Figura. 4-5 Totales de consumo \$ por kilómetro recorrido. Vehículo híbrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

La gráfica de dispersión se encuentra con un numero de datos N=15 números de rutas de buses recorridos, con una media general de dispersión la cual está en un 99,513% de comportamiento que definen la exactitud de toma de datos durante el recorrido, donde la desviación estándar está dentro de un 0.0974% de ajuste Líneal.

4.5.2. Análisis de consumo.

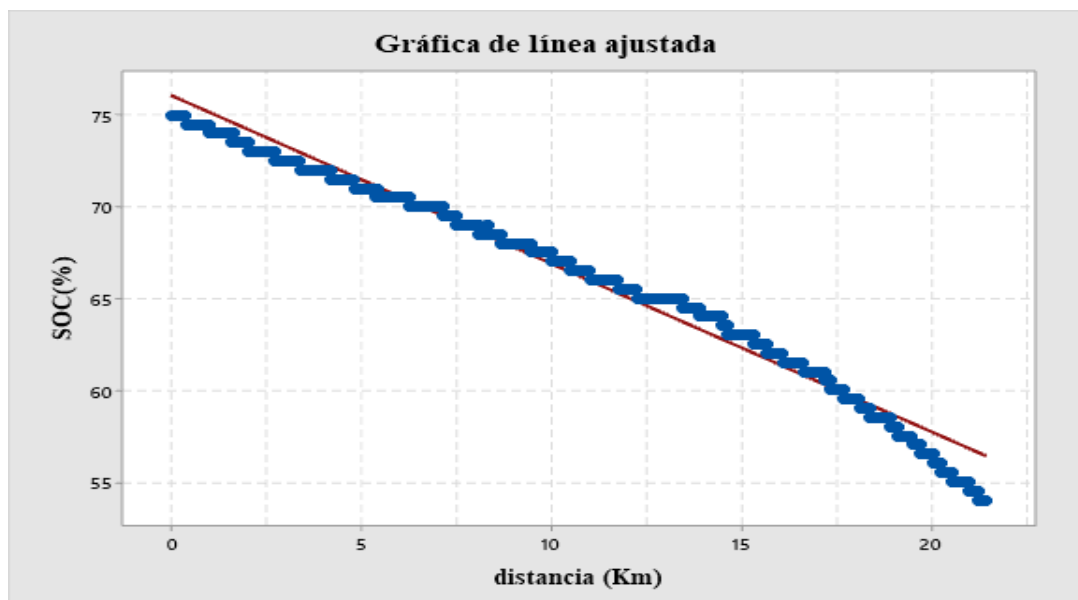


Figura. 4-6 Consumo vs distancia vehículo híbrido. Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Mediante la gráfica de regresión cuadrada de ajuste de pronóstico para cualquier valor del eje x que muestras un intervalo de predicción 95% de tipo Lineal entre esperado y real, el cual

la verosimilitud del comportamiento del consumo de energía con los modos de manejo establecido según la velocidad a la que circula, nos garantiza que el modelo Lineal es de 97.88%. Con un factor de desviación (s) de 0.72.

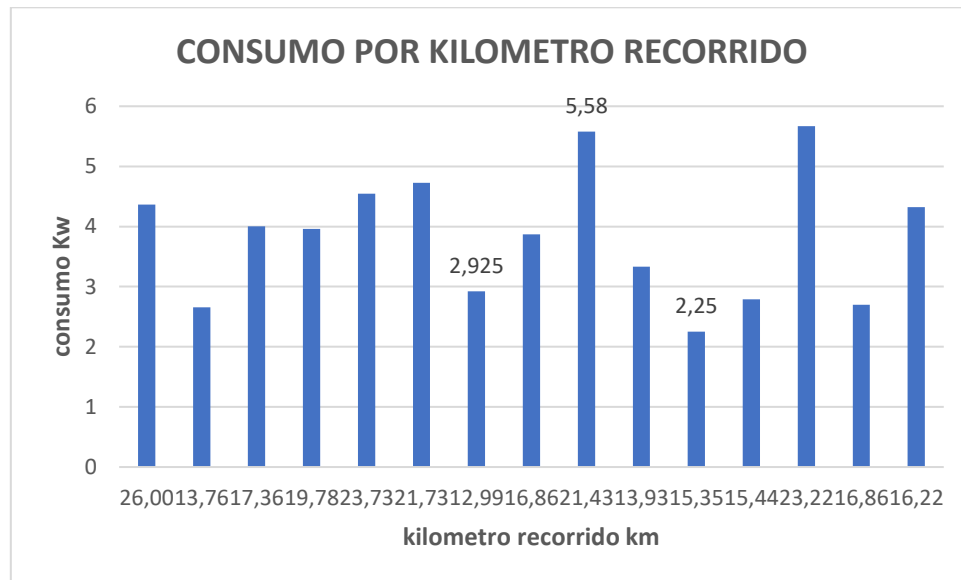


Figura. 4-7 barras consumo porcentual del vehículo eléctrico. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

En consumo de batería por km recorrido, como se identificó que puede existir un mayor o menor consumo en una misma distancia recorrida. En la gráfica se puede ver que tenemos un consumo mayor en una menor distancia recorrida (12.99 km con consumo total de 2,925kw) y (15.35km con un consumo total de 2,25kw) de batería, aquello es directamente proporcional al modo de conducción, aquello puede variar según las condiciones de la ciudad.

Tabla 4-4 consumo general de vehículo eléctrico. Fuente: (Bustamante & Llumi; 2021)

Ruta	Tiempo (s)	Recorrido (Km)	% de consumo	Consumo (kW)	Costo energético del km recorrido (\$)	Costo energético por km recorrido (\$)
Línea 1	3877	18,10	16,17	4,365	\$ 0,40	\$ 0,022
Línea 2	2285	19,30	14,0	3,78	\$ 0,35	\$ 0,018
Línea 3	2416	17,80	14,8	4,005	\$ 0,37	\$ 0,021
Línea 7	3231	19,40	14,7	3,96	\$ 0,37	\$ 0,019
Línea 10	3629	24,50	16,8	4,545	\$ 0,42	\$ 0,017
Línea 12	3409	23,50	17,5	4,725	\$ 0,44	\$ 0,019

Línea 14	1947	9,70	10,8	2,925	\$ 0,27	\$ 0,028
Línea 15	2134	15,50	14,3	3,87	\$ 0,36	\$ 0,023
Línea 16	3085	25,50	20,7	5,58	\$ 0,52	\$ 0,020
Línea 17	2412	13,50	12,3	3,33	\$ 0,31	\$ 0,023
Línea 18	2209	15,40	8,3	2,25	\$ 0,21	\$ 0,014
Línea 19	2625	16,30	10,3	2,79	\$ 0,26	\$ 0,016
Línea 27	3312	22,40	21	5,67	\$ 0,53	\$ 0,023
Línea 28	2438	18,50	10	2,7	\$ 0,25	\$ 0,014
Línea 50	2532	14,70	16	4,32	\$ 0,40	\$ 0,027

De la siguiente tabla de determinación de costos por consumo se puede observar el costo total de recorrido por cada una de las rutas tomadas y el costo del mismo por cada kilómetro. Según las características del fabricante que los almacenadores eléctricos del vehículo Kia Soul son de 27Kw con un rendimiento de 212 Km/Kw, por lo tanto, la potencia de carga con 220V es de 5,94kW que demora una carga completa de 4:37 horas (kia motors, 2020). El costo de energía es de 0,0926 (kWh).

4.5. Análisis comparativo entre vehículo híbrido y vehículo eléctrico.

El rendimiento del vehiculo híbrido se obtiene de dividir el kilómetro recorrido para el consumo de mismo.

$$Rendimiento\ real = \frac{kilometro\ recorrido(km)}{consumo(gal)}$$

Fuente: (D, 2014)

El rendimiento del vehiculo eléctrico se obtiene de dividir el kilómetro recorrido para el consumo de mismo.

$$Rendimiento\ real = \frac{kilometro\ recorrido(km)}{consumo(Kw)}$$

Para el rendimiento por kilómetro recorrido se utiliza datos según el fabricante para los dos tipos de vehículo en análisis donde:

$$\text{Rendimiento por kilometro recorrido} = \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento esperado}}$$

Fuente: (D, 2014)

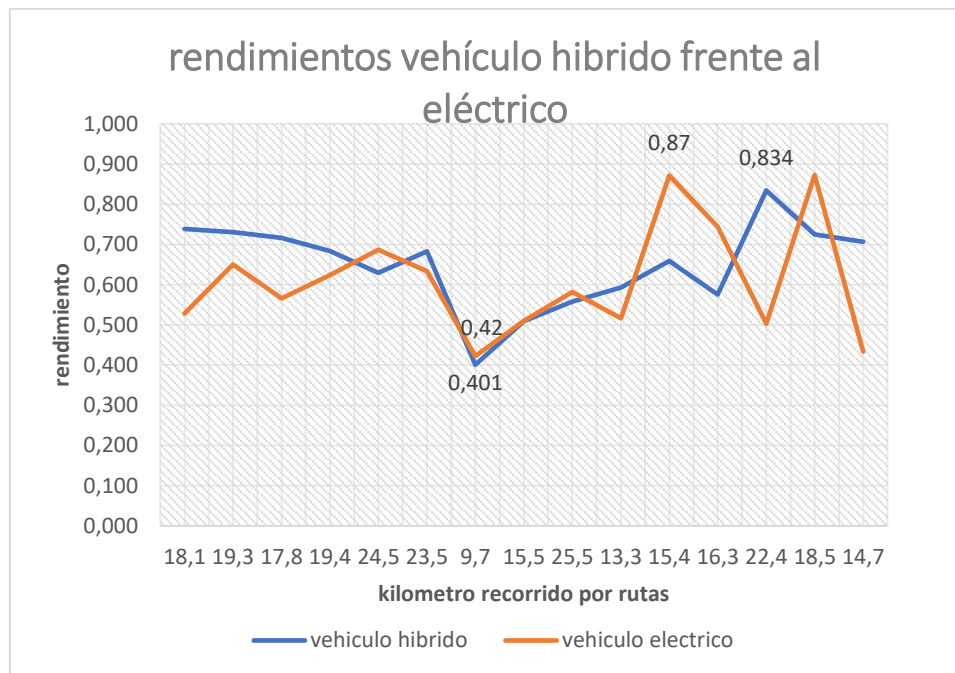


Figura. 4-8 rendimiento vehículo híbrido frente al eléctrico Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

La gráfica del rendimiento con respecto a kilómetros recorrido de los vehículos Toyota Prius y Kia Soul, las cuales están con las especificaciones del fabricante, aquello es tomado como base para poder determinar el rendimiento específico denotada en la figura 4.6-1 donde se puede observar que el vehículo híbrido tiene un rendimiento máximo 0,834 km/gl, con un mínimo de 0,401 km/gl. Y del vehículo eléctrico con un máximo 0,87 km/w y un mínimo de 0,42 km/w.

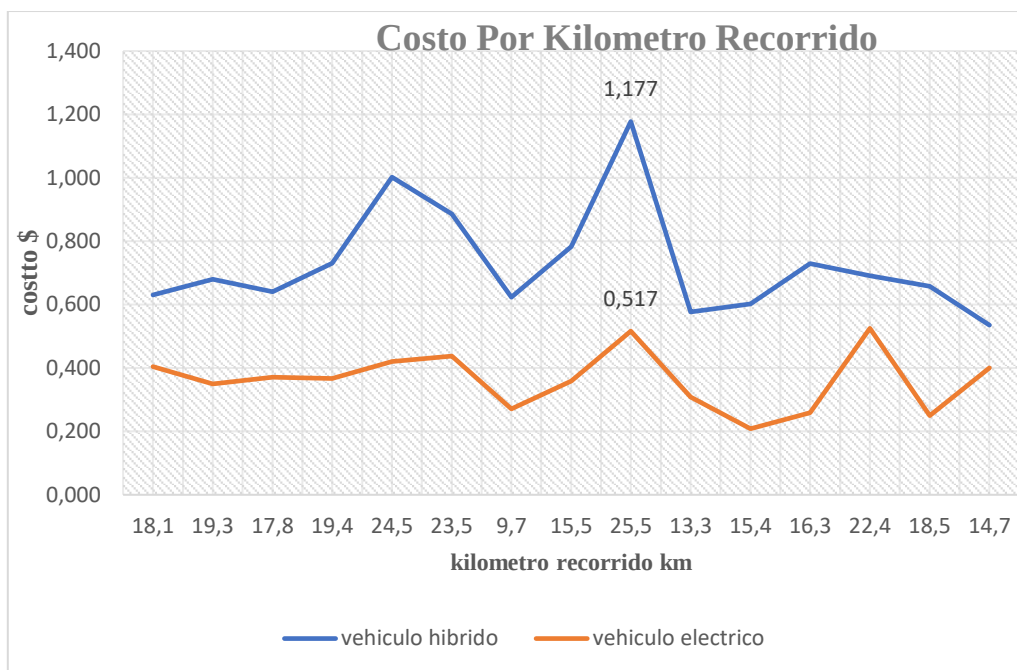


Figura. 4-9 costo por kilómetro recorrido (Bustamante & Llumi; 2021)

Por el comportamiento de los vehículos híbrido y eléctrico el costo de consumo energético por kilómetro recorrido se tiene las siguientes características tomadas por colores, aquello se visualiza que los costos para recorrer los km de cada ruta con mayor consumo el vehículo híbrido con un máximo de 1,18 dólares en un recorrido de 25,5 km de recorrido y de vehículo eléctrico 0,67 dólares en el mismo tramo de recorrido

Tabla 4-5 costos de consumo energético por total de recorrido Fuente:(Bustamante & Llumi; 2021)

Vehículo	Kilómetro recorrido (km)	Consumo energético (\$)
híbrido Toyota Prius	274,3	\$ 10,94
eléctrico Kia Soul		\$ 5,45

En la tabla total de consumo energético en recorrido de 274,3 km de ambos vehículos se tiene un costo de recorrido 10,94 dólares del híbrido y 5,45 dólares de eléctrico, con consideraciones del fabricante para determinar el rendimiento se tiene la siguiente tabla 4.4

5. CONCLUSIONES

Las investigaciones realizadas para el vehículo híbrido Toyota PRIUS, y eléctrico Kia SOUL, donde se muestran características de funcionamiento desde su historia de creación y avance de los cuales se tiene diferentes configuraciones siendo en los vehículos híbridos la relación de funcionalidad del motor eléctrico y de combustión dando una mejora en su rendimiento, a su vez el alcance de los acumuladores y sus diferentes tipos de las que están compuestas que se muestra una mejor durabilidad, detalles de forma técnica y tecnológica.

Las rutas se establecieron en base a diferentes perspectivas, una de las principales para establecer dichas rutas es la actividad económica. En la cual se analiza cuáles de las parroquias y los lugares mayormente transitados. Todos estos lugares en la ciudad de Cuenca sin cubiertos por los buses que prestan el servicio de transporte. Es por ello que en base a las líneas de buses que tienen mayor afluencia de personas se establece los recorridos. Una vez establecido cual va a ser el recorrido se emplea la aplicación OPENROUTE SERVICE la cual permite establecer parámetros como la altitud, la distancia a recorrer por cada ruta, el tiempo, la cantidad de semáforos que existen en cada ruta e incluso las intercesiones. Al contar con una interfaz mejor a la de GOOGLE MAP. Además, para un mejor entendimiento se estableció tramos, los cuales está comprendiendo el casco urbano y los alrededores, de esta manera se logra establecer la cantidad de kilómetros recorridos en el casco urbano y la cantidad de kilómetros en los alrededores (fuera del casco Urbano).

Para las adquisiciones de datos se determina ciertos parámetros a cumplir durante el recorrido como: la estabilización de condiciones de bloqueo, instrumentación y equipos necesarios para realizar la toma de datos de cada una de rutas seleccionada con los dos tipos de vehículos. Finalmente, los datos que se obtiene son un documento el cual es almacenado en la computadora, del cual se podrá encontrar los datos como el tiempo, la posición, la velocidad y el consumo de combustible. Para la obtención de datos del vehículo eléctrico se toma en cuenta las mismas rutas del vehículo Híbrido, empleando la aplicación OPENROUTE SERVICE la cual brinda parámetros como la altitud, la distancia a recorrer por cada ruta, el tiempo, la cantidad de semáforos que existen en cada ruta e incluso las intercesiones. La obtención de datos del vehículo eléctrico se dio mediante la aplicación EMOLAV 2.0 la cual cuenta la Universidad Politécnica Salesiana desarrollada por el Ing. Paul Ortiz. Previo a empezar la adquisición de datos se debe realizar ajustes como apagar el aire acondicionado, apagar la calefacción, el estado de las ventanas cerradas, la radio apagada, la palanca de cambios en

Drive, el volante en modo normal, entre otros parámetros. De tal manera que las condiciones de funcionamiento sean las mismas en todo tanto para el vehículo híbrido y eléctrico.

Los resultados según el análisis mostrado con los parámetros del fabricante y modos de manejo establecido, se tiene que el rendimiento la cual se adapta mejor a la ciudad de Cuenca es del vehículo híbrido como se puede visualizar en la gráfica 4,6-1 con una estabilización mejor que el del eléctrico, para establecer el rendimiento se toma el rendimiento dispuesta por el fabricante como del vehículo híbrido 98,7 km/gl y del vehículo eléctrico de 212 km/w, el rendimiento real de cada uno de ellos, consumo de combustible y electricidad, dado aquello se da el rendimiento de los vehículos por kilómetro de recorrido de cada ruta de buses establecido como una de condiciones y selección para realizar el análisis. A su vez el consumo de combustible y electricidad se establece con los costos dentro del país donde se utiliza el combustible ECO-PAIS con el precio tomado de los días de adquisición de datos 1,49 dólares por galón tomado que el combustible es subsidiado. Y el vehículo eléctrico con un costo de 0,092 dólares costo dentro de país. Con un total de 274,3 km recorrido el costo energético del vehículo híbrido es de 10,54 dólares y del vehículo eléctrico 5,45 dólares, esto indica que el vehículo eléctrico es mejor que el vehículo híbrido, aunque el rendimiento la mejor que se adapta es del vehículo híbrido tomado las consideraciones del fabricante.

6. RECOMENDACIONES

Se requiere obtener software con una mayor disponibilidad ya que la mayoría de estos son pagados, por lo cual para el desarrollo de estos trabajos de investigación se dificulta la adquisición de algunos datos.

Se recomienda contar instrumentos necesarios que estén disponibles para este tipo de trabajos de titulación, ya que en algunos instrumentos se encuentran limitados, es por ello que para la adquisición de datos en algunas ocasiones no se logró realizar las pruebas necesarias con mayor disponibilidad. El realizar las tomas de datos a tiempo es de suma importancia es por ello que se recomienda apegarse cronograma ya que con ellos se obtendrán la cantidad de datos necesarios como lo cual podrá ser aún más sólido la base de datos obtenida para cada vehículo.

Para el desarrollo de este proyecto se recomienda realizar una toma de datos adicionales, con otro medio u otras tecnologías, ya que con ello se podría comparar con otra fuente, la información adquirida.

Para las necesidades de argumentación de los resultados de las investigaciones es necesario realizar un seminario, con las utilizaciones de los formatos a realizar como APA o ieee para todos los casos o tipos de proyecto de titulación a realizar. En caso de que si existiese aquello realizar como una obligación a coger el seminario.

7. REFERENCIAS

@electromovilidad. (septiembre de 2018). *ELECTROMILIDAD*. Obtenido de

<http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>

@simonelectric.com. (septiembre de 2020). *simon*. Obtenido de

<https://www.simonelectric.com/blog/el-vehiculo-electrico-elementos-principales-y-funcionamiento>

AEADE. (13 de junio de 2013). Obtenido de <https://www.aeade.net/el-uso-de-vehiculos-electricos-implica-nuevos-retos-ambientales-a-futuro/>

AEADE. (s.f.). *AEADE*. Obtenido de <https://www.aeade.net/el-uso-de-vehiculos-electricos-implica-nuevos-retos-ambientales-a-futuro/>

AGUILAR, Y. (2017). ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE APPERTURA DE LAS VENTANAS Y VELOCIDAD DE CIRCULACION EN LA AIRODINAMICA DE UN VEHICULO DE TURISMO. *INGENIUS*, 10-12.

Alberto Ramirez. (octubre de 2011). *scielo*. Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009

Alfaro, D. C. (s.f.). *CONUEE*. Obtenido de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187220/vehiculohibrido_1_260117.pdf

all, k. m. (2020). *kia motor*. Obtenido de <https://www.kia.com/ec/showroom/nuevo-soul/features.html>

ambiente.gob.ec. (2019). *www.ambiente.gob.ec*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/el-trafico-vehicular-en-cuenca-es-la-fuente-de-emision-mas-contaminante-del-aire/>

Andrea Mansilla, (-4. (2016). *MAPFRE*. Obtenido de https://www.mapfre.com.ar/seguros-ar/personas/autos/articulos/cuanto_contaminan_los_autos_hibridos.jsp

argentina, V. (2019). *BBVA*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-funciona-un-coche-hibrido-y-cuales-son-caracteriza/>

Barbadillo, F. (2011). *TECNOMOVIL*. Obtenido de <http://www.fbelectronica.com/Formacion-1/Curso-hibridos.htm>

Barros, A. V. (2016). *UIDE*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/841/1/T-UIDE-17.pdf>

CASTILLO, F. (2018). *ANÁLISIS DE RENDIMIENTO, CONSUMO Y EMISIONES GENERADAS POR LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS*. Ambato.

Castillo, J. (1 de abril de 2020). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/454278629/Articulo-De-Los-Automoviles-Hibridos>

Castillo, M. A. (s.f.). *EL COMERCIO*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/vehiculos-electricos-ecuador-beneficios-incentivos-tributarios.html>

Censos, I. N. (2020). *2019_VEHICULOS_MATRICULADOS_BDD*. INEC_DECON_ANET_2019.

Cuenca. (23 de junio de 2021). *FUNDACION turismo cuenca*. Obtenido de <http://cuenca.com.ec/es/conoce-cuenca>

D, J. A. (2014). *DETERMINACIÓN DEL COSTO OPERATIVO PARA EL TRANSPORTE DE PASAJERO EN EL BUS-TIPO, EN EL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA CON BASE EN EL NUEVO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Ecuador, T. (2015). *Toyota* . Obtenido de <https://www.toyota.com.ec/toyota-prius-3g-especificaciones>

Edison Maldonado, C. M. (s.f.). *ESPE*. Obtenido de

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14952/ESPEL-MAI-0634-P.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

energiasolarq@gmailcom. (2017). *CodeSolarEnergia S.A*. Obtenido de

<http://www.codesolarenergia.com/Energia-Solar/Energias-Renovables/Transporte-Solar-Electrico/Kia-Soul-EV-Carro-Electrico.html>

España, s. (10 de enero de 2019). *SIMON*. Obtenido de <https://www.simonelectric.com/blog/el-vehiculo-electrico-elementos-principales-y-funcionamiento>

Fernandez, e. (01 de noviembre de 2020). *pasatealoelectrico.es*. Obtenido de

<https://pasatealoelectrico.es/2020/01/11/ventajas-e-inconvenientes-en-un-vehiculo-electrico/>

GARCIA, G. (05 de MARZO de 2021). *HIBRIDOYELECTRICO*. Obtenido de

<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/virales/coche-electrico-coche-combustion-quien-contamina-mas/20210303171912042986.html>

Guerrero, C. S. (2018). *detrminacion de la autonomia del vehiculo electrico kia soul*. Cuenca: UPS.

IBAÑEZ. (enero de 2019). *MEP*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/el-motor-de-combustion-es-el-mas-eficiente-hoy-falso>

info@emov.gob.ec, E. (2021). *EMOV* . Obtenido de <https://www.emov.gob.ec/mas-de-75-000-vehiculos-fueron-matriculados-en-cuenca-durante-el-2021/>

Joan Atoni Ros Martin, O. B. (2017). *VEHICULOS ELECTRICOS E HIBRIDOS*. Paraninfo.

karakeneo73. (19 de noviembre de 2019). *dademuchconnection*. Obtenido de

<https://dademuch.com/2019/11/29/las-partes-claves-de-un-vehiculo-electrico/>

kia motors, E. (2020). *Copyright © 2021 Kia Motors Corp. All*. Obtenido de

<https://www.kia.com/ec/showroom/soul-ev/specification.html>

Luis Alberto Romo, J. H. (2013). *USE*. Obtenido de

<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2225/1/09687.pdf>

Moreno, F. M. (2016). *vehiculos electricos. historia. estado actual y retos futuros*. Buenos Aires : Pan-Americanan .

Parra, C. Q. (s.f.). *elOrdenUrbanoenelS.XXI*. Obtenido de <https://elordenurbano.com/patrimonio-movilidad-urbana-cuenca/>

Peralta, P. X. (2018). *estudio del funcionamiento de conjunto de baterias del kia soul EV*. guayaquil: UIDE.

pietp. (28 de mayo de 2019). *motorpasion*. Obtenido de

<https://www.motorpasion.com/tecnologia/cuanto-consume-aire-acondicionado-climatizador-coche-ri>

Plinto, C. A. (2018). *funcionamiento de un vehiculo electrico* . Quito.

Prof. F. Payri, J. D. (2011). *motores de combustion interna alternativa*. Barcelona- Bogota. Mexico:

REVERTE.

Quilez, P. (2014). *slideshare*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/jesuspascualquilez/1pdf-hibridos>

RAMCES, I. P. (2018). *Analisis De Costos operativos entre V.C.I. y V.E en la ciudad de cuenca*. CUENCA.

REPUBLICA, P. C. (25 de junio de 2012). *LEXIS decreto ejecutivo*. Obtenido de

<https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>

Ruis, M. G. (2015). *PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE VEHICULO ELECTRICO*. Pereira: view.

tecnofisis global, S. (18 de mayo de 2020). *hibrido y electrico*. Obtenido de

<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/futuras-tecnologias-recarga-coches-electricos/20200518131430035198.html>

Toyota España, S. (2020). *TOYOTA*. Obtenido de <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/2017/componentes-sistema-hibrido-toyota>

Toyota. (s.f.). *Toyota*. Obtenido de <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/2017/componentes-sistema-hibrido-toyota#>

tutera, A. (21 de febrero de 2018). *tuteoria.com*. Obtenido de <https://www.tuteorica.com/material-complementario/mecanica-del-vehiculo/Contaminacion-acustica-de-los-vehiculos>

Velez, L. (2013). Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2225/1/09687.pdf>.

walters, k. (agosto de 2020). *SMALLCARS*. Obtenido de <https://smallcarsonly.org/frenado-regenerativo-como-funciona-vale-la-pena/>