



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL
SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CICLOS URBANOS EN UNA
CIUDAD DE ALTITUD.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

MIGUEL ÁNGEL DÁVILA INTRIAGO

ROMMEL ANDRÉS LÓPEZ VICENTE

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL
SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CICLOS URBANOS EN UNA
CIUDAD DE ALTITUD**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: MIGUEL ÁNGEL DÁVILA INTRIAGO

ROMMEL ANDRÉS LÓPEZ VICENTE

DIRECTOR: ING. CELIN ABAD PADILLA PADILLA

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Miguel Ángel Dávila Intriago & Rommel Andrés López Vicente

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Miguel Ángel Dávila Intriago & Rommel Andrés López Vicente, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de enero de 2024

Miguel Ángel Dávila Intriago
131318379-8

Rommel Andrés López Vicente
100355674-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CICLOS URBANOS EN UNA CIUDAD DE ALTITUD**, realizado por los señores: **MIGUEL ÁNGEL DÁVILA INTRIAGO** y **ROMMEL ANDRÉS LÓPEZ VICENTE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|---|--|--------------|
| Ing. Cristian David Redroban Dillon PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  | 2024-01-19 |
| Ing. Celin Abad Padilla Padilla. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  | 2024-01-19 |
| Ing. Ángel José Quevedo Ríos ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  | 2024-01-19 |

DEDICATORIA

A mis padres Humberto López y Yolanda Vicente quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos Edison, Mauricio y Evelyn por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

Rommel López

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la Escuela de Ingeniería Automotriz por contribuir en mi formación estudiantil. A cada uno de los docentes y autoridades de la facultad, gracias por brindarme sus enseñanzas y compartir cada uno de sus conocimientos a lo largo de esta vida estudiantil, un agradecimiento sincero al Ingeniero Celín Padilla y al Ingeniero Ángel Quevedo, por brindarme su amistad y su apoyo en el desarrollo de esta investigación. A mis amigos y compañeros durante mi vida universitaria, son quienes supieron entenderme y apoyarme en las buenas, malas, ellos son los que nos dieron la luz para elegir si uno quiere salir adelante en la carrera o persistir a su debido tiempo, aquellos amigos que con el tiempo se convirtieron en hermanos siempre los voy a llevar en el corazón mil gracias por todo.

Rommel López

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| SUMMARY | xiv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|---|----------|
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2. Justificación | 2 |
| 1.3. Objetivos | 3 |
| <i>1.3.1. Objetivo General.....</i> | <i>3</i> |
| <i>1.3.2. Objetivos Específicos.....</i> | <i>3</i> |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----------|
| 2. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1. Vehículos eléctricos | 4 |
| <i>2.1.1. Definición</i> | <i>4</i> |
| <i>2.1.2. Componentes principales del vehículo eléctrico</i> | <i>4</i> |
| <i>2.1.2.1. Motor eléctrico.....</i> | <i>4</i> |
| <i>2.1.2.2. Cargador.....</i> | <i>5</i> |
| <i>2.1.2.3. Batería.....</i> | <i>5</i> |
| <i>2.1.2.4. Inversor.....</i> | <i>5</i> |
| <i>2.1.3. Características del vehículo eléctrico</i> | <i>5</i> |
| <i>2.1.4. Tipos de recarga para vehículos eléctricos.....</i> | <i>6</i> |
| <i>2.1.5. Estaciones de recarga para vehículos eléctricos</i> | <i>6</i> |
| 2.2. Ciclos de conducción | 8 |
| <i>2.2.1. Definición</i> | <i>8</i> |
| <i>2.2.2. Tipos de ciclos de conducción.....</i> | <i>8</i> |
| <i>2.2.2.1. Ciclo de conducción NEDC</i> | <i>8</i> |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.2.2. <i>Ciclo de conducción FTP – 75</i> | 9 |
| 2.2.3. <i>Técnicas para el desarrollo de ciclos de conducción</i> | 10 |
| 2.2.3.1. <i>Técnica On-Board</i> | 10 |
| 2.2.3.2. <i>Técnica de la persecución del vehículo</i> | 11 |
| 2.3. <i>Dinámica del vehículo</i> | 11 |
| 2.3.1. <i>Fuerza en rueda</i> | 11 |
| 2.3.2. <i>Fuerza de arrastre</i> | 12 |
| 2.3.3. <i>Resistencia a la rodadura</i> | 12 |
| 2.3.4. <i>Resistencia debido a la pendiente</i> | 12 |
| 2.3.5. <i>Resistencia debido a la inercia</i> | 13 |
| 2.3.6. <i>Torque en rueda</i> | 13 |
| 2.3.7. <i>Potencia en rueda</i> | 14 |
| 2.3.8. <i>Energía en rueda</i> | 14 |
| 2.3.9. <i>Potencia eléctrica</i> | 14 |
| 2.3.10. <i>Método de las mínimas diferencias ponderadas</i> | 15 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 3. <i>MARCO METODOLÓGICO</i> | 16 |
| 3.1. <i>Equipos</i> | 16 |
| 3.1.1. <i>Vbox Sport Racelogic</i> | 16 |
| 3.1.2. <i>ELM327 Wifi OBDII</i> | 16 |
| 3.1.3. <i>Sensor de corriente y tensión</i> | 17 |
| 3.2. <i>Metodología</i> | 17 |
| 3.2.1. <i>Selección de rutas de pruebas</i> | 17 |
| 3.2.2. <i>Vehículo para toma de datos</i> | 19 |
| 3.2.3. <i>Instrumentación del vehículo</i> | 20 |
| 3.2.3.1. <i>Instalación de los equipos OBD-II Y VBOX.</i> | 20 |
| 3.2.3.2. <i>Instalación del equipo de medición de voltaje y amperaje.</i> | 20 |
| 3.2.4. <i>Selección de parámetros</i> | 21 |
| 3.2.4.1. <i>Aplicación Torque Pro</i> | 21 |
| 3.2.4.2. <i>Software VBOX - GPS</i> | 21 |
| 3.2.5. <i>Levantamiento de Datos</i> | 22 |
| 3.2.6. <i>Análisis de datos</i> | 22 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 4. | MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 23 |
| 4.1. | Resultados de la energía consumida en rueda | 23 |
| <i>4.1.1.</i> | <i>Parámetros para la obtención del ciclo de conducción</i> | <i>23</i> |
| <i>4.1.2.</i> | <i>Parámetros obtenidos de cada ruta.....</i> | <i>25</i> |
| <i>4.1.3.</i> | <i>Energía consumida en rueda.....</i> | <i>26</i> |
| 4.2. | Resultados de la comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería..... | 26 |
| 4.3. | Resultados de la demanda energética del vehículo eléctrico debido a la variación geográfica | 27 |
| <i>4.3.1.</i> | <i>Variación geográfica de la ruta 1</i> | <i>27</i> |
| <i>4.3.2.</i> | <i>Variación geográfica de la ruta 2</i> | <i>29</i> |
| <i>4.3.3.</i> | <i>Variación geográfica de la ruta 3.....</i> | <i>31</i> |
| 4.4. | Propuesta de protocolo para realizar el registro de datos de un vehículo eléctrico | 33 |
| | CONCLUSIONES..... | 34 |
| | RECOMENDACIONES..... | 35 |
| | BIBLIOGRAFÍA | |
| | ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2-1: Tipos de conectores para EV y HEV | 6 |
| Tabla 4-1: Ciclo de conducción típico de la Ruta 1 | 23 |
| Tabla 4-2: Ciclo de conducción típico de la Ruta 2 | 24 |
| Tabla 4-3: Ciclo de conducción típico de la Ruta 3 | 25 |
| Tabla 4-4: Resultados obtenidos de cada ruta..... | 26 |
| Tabla 4-5: Resultados de la energía consumida en rueda | 26 |
| Tabla 4-6: Comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería | 27 |
| Tabla 4-7: Características de la variación geográfica de la Ruta 1 | 28 |
| Tabla 4-8: Características de la variación geográfica de la Ruta 2 | 29 |
| Tabla 4-9: Características de la variación geográfica de la Ruta 3 | 31 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | | |
|--------------------------|--|----|
| Ilustración 2-1: | Vehículo eléctrico..... | 4 |
| Ilustración 2-2: | Eficiencias mecánicas y energéticas del VE..... | 5 |
| Ilustración 2-3: | Ciclo de conducción..... | 8 |
| Ilustración 2-4: | New European Driving Cycle (NEDC) | 9 |
| Ilustración 2-5: | Federal Test Procedure (FTP-75)..... | 10 |
| Ilustración 2-6: | Resistencias y fuerzas que se oponen al avance del vehículo..... | 11 |
| Ilustración 3-1: | Dispositivo VBOX Sport..... | 16 |
| Ilustración 3-2: | Dispositivo ELM 327..... | 16 |
| Ilustración 3-3: | Dispositivo medidor de amperaje y voltaje..... | 17 |
| Ilustración 3-4: | Metodología aplicada en la investigación..... | 17 |
| Ilustración 3-5: | Ruta 1..... | 18 |
| Ilustración 3-6: | Ruta 2..... | 18 |
| Ilustración 3-7: | Ruta 3..... | 19 |
| Ilustración 3-8: | Vehículo eléctrico DFSK..... | 19 |
| Ilustración 3-9: | Conexión del equipo VBOX y OBD II..... | 20 |
| Ilustración 3-10: | Conexión del equipo medidor de amperaje y voltaje..... | 20 |
| Ilustración 3-11: | Parámetros en la aplicación Torque Pro | 21 |
| Ilustración 3-12: | Parámetros en el VBOX - GPS | 21 |
| Ilustración 4-1: | Ciclo de conducción representativo de la ruta 1 | 23 |
| Ilustración 4-2: | Ciclo de conducción representativo de la ruta 2 | 24 |
| Ilustración 4-3: | Ciclo de conducción representativo de la ruta 3 | 25 |
| Ilustración 4-4: | Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 1..... | 28 |
| Ilustración 4-5: | Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 1 | 29 |
| Ilustración 4-6: | Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 2..... | 30 |
| Ilustración 4-7: | Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 2 | 30 |
| Ilustración 4-8: | Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 3..... | 31 |
| Ilustración 4-9: | Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 3 | 32 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 1

ANEXO B: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 2

ANEXO C: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 3

ANEXO D: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 1

ANEXO E: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 2

ANEXO F: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 3

ANEXO G: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 1

ANEXO H: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 2

ANEXO I: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 3

ANEXO J: GUÍA DEL USUARIO DE VBOX SPORT

ANEXO K: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL VE DFSK GLORY E3

RESUMEN

La industria automotriz ecuatoriana actualmente está trabajando en la inclusión de nuevas tecnologías de movilidad, pero debido a la falta de conocimiento en cuanto a la autonomía y garantías que los vehículos eléctricos ofrecen, reducen el interés de los usuarios por adquirir estos vehículos. Por lo tanto, el presente trabajo determinó la demanda energética de un vehículo eléctrico y el análisis del rendimiento del sistema de propulsión por medio de ciclos urbanos en una ciudad de altitud, optando por el método analítico - sintético el cual nos permitió desde una toma de datos, la generación de variables que posteriormente fueron analizadas, para su ejecución se realizaron un total de 19 viajes cubriendo las zonas más transitadas y concurridas de la ciudad de Ambato. Para la obtención del ciclo típico de conducción se aplicó el método estadístico de las mínimas diferencias ponderadas mientras que la demanda energética fue establecida a partir de la aplicación de la dinámica vehicular, este análisis, junto con otros parámetros, determinaron el consumo energético del vehículo eléctrico. De manera que, los datos obtenidos en estas rutas ayudaron a realizar un análisis estimativo del consumo de energía eléctrica, estableciendo que la fuerza debido a la pendiente y la fuerza de inercia representan un porcentaje significativo en el consumo energético en rueda por las condiciones geográficas de cada ruta y además porque estas fuerzas dependen directamente de la masa vehicular. Por lo tanto, se determinó el ciclo de conducción representativo de cada una de las rutas y el valor de la demanda energética donde el recorrido 5 de la ruta 1 generó un consumo de energía en rueda de 4,64 kWh, el recorrido 1 de la ruta 2 con un consumo de 6,77 kWh y el recorrido 5 de la ruta 3 con un consumo energético de 3,91 kWh.

Palabras clave: <CICLO DE CONDUCCIÓN> <DEMANDA ENERGÉTICA> <DINÁMICA VEHICULAR> <VEHÍCULO ELÉCTRICO> <AMBATO (CANTÓN)>

0183-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

The Ecuadorian automotive industry is currently working on the inclusion of new mobility technologies, but due to the lack of knowledge regarding the autonomy and guarantees that electric vehicles offer, they reduce the interest of users in acquiring these vehicles. Therefore, this work determined the energy demand of an electric vehicle and the analysis of the performance of the propulsion system by means of urban cycles in an altitude city, opting for the analytical-synthetic method which allowed us from a data collection, the generation of variables that were later analyzed, for its execution a total of 19 trips were made covering the busiest and crowded areas of Ambato city. To obtain the typical driving cycle, the statistical method of the minimum weighted differences was applied, while the energy demand was established from the application of vehicle dynamics, this analysis, together with other parameters, will determine the energy consumption of the electric vehicle. Thus, the data obtained in these routes helped to perform an estimated analysis of the electrical energy consumption, establishing that the force due to the slope and the inertia force represent a significant percentage in the wheel energy consumption due to the geographic conditions of each route and because these forces depend directly on the vehicle mass. Therefore, the representative driving cycle of each of the routes and the value of the energy demand were determined where route 5 of route 1 generated a wheel energy consumption of 4.64 kWh, journey 1 of route 2 with a consumption of 6,77 kWh and journey 5 of route 3 with an energy consumption of 3,91 kWh.

Keywords: <ELECTRIC VEHICLE> <DRIVING CYCLE> <ENERGY DEMAND>
<VEHICULAR DYNAMICS> <AMBATO (CANTON)>.



Lic. Sandra Paulina Porrás Pumalema MSc.

C.I. 0603357062

INTRODUCCIÓN

Los vehículos eléctricos (VE) son una alternativa para la movilidad sostenible. El término ha surgido en los últimos años debido a la necesidad de abordar cuestiones ambientales y sociales. Por este motivo, gobiernos, fabricantes de automóviles y organismos internacionales están tratando de incluir los vehículos eléctricos en todo el mundo. El mercado automotriz del Ecuador se ha propuesto disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, evitando depender el uso de combustibles fósiles. Promoviendo de esta manera el ingreso y comercialización de los vehículos eléctricos en el país, convirtiéndose en una alternativa ecológica que promueve el uso de energías limpias (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

El estudio del consumo de energía del VE a través de ciclos de conducción otorga la oportunidad de informar a los usuarios el comportamiento del vehículo en condiciones reales de manejo, bajo condiciones específicas de movilización tomando como referencia las vías más concurridas de la ciudad, las que exigieron al vehículo eléctrico un mayor rendimiento y realizar un análisis estimado del consumo de energía, posibilitando la predicción de la autonomía de operación dentro de la ciudad. Además, se propuso estudiar las fuerzas que se oponen al avance del vehículo mediante la aplicación de la dinámica vehicular.

Con respecto al capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, los motivos por los que se escogió el tema de este trabajo y así mismo la justificación con la que se analizó los factores que intervienen en el consumo energético con la selección del ciclo de conducción por cada ruta, el cual emitió datos reales para el estudio.

En el capítulo II se incluye los aspectos importantes dentro del marco teórico referencial como: definiciones, componentes y características de un vehículo eléctrico, así como el desarrollo de los ciclos de conducción y la aplicación de la dinámica vehicular.

En el capítulo III mediante la revisión de fuentes bibliográficas, se establece los equipos o instrumentos que se requieren para la obtención de datos, selección de rutas y construcción del ciclo de cada una de ellas, además se establecen los pasos para el procedimiento de la obtención del ciclo de conducción.

En el capítulo IV se analizaron los datos para determinar el ciclo de conducción y se procedió a aplicar la dinámica de vehículos, con el fin de determinar las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo y por lo tanto las que influyen en el consumo energético.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en nuestro país contamos con una industria automotriz muy amplia, dedicada al desarrollo de nuevas tecnologías de movilización las cuales por falta de conocimientos son un punto muy delicado para los nuevos usuarios de los vehículos eléctricos debido a que dicha tecnología necesita ser difundida mediante información precisa sobre la autonomía y garantías que ofrece el vehículo y que por la falta de la misma reduce el interés en adquirir estos vehículos por parte de los usuarios (Obeda & Marín, 2019).

El cantón Ambato al estar situado a 2580 msnm, con una presión atmosférica de 103 kPa en promedio y por los relieves irregulares de su geografía permiten exigir el torque y potencia de un vehículo eléctrico para su movilización, es así que, se puede generar un estudio dedicado al consumo energético más exhaustivo, considerando las dificultades de transitar en este territorio y las condiciones de manejo propias de cada habitante (GAD Municipalidad Ambato, 2018).

1.2. Justificación

El parque automotor del Ecuador y el progresivo crecimiento vehicular producen la mayor parte de contaminación ambiental que afecta al país, el estudio de los vehículos eléctricos y su autonomía son una alternativa para controlar las emisiones de gases contaminantes con el fin de mejorar la calidad de vida, tanto en bienestar ambiental como social aplicando la movilidad sostenible que ofrecen estos vehículos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

La importación de vehículos híbridos eléctricos (VHE) al tener la misma consideración del no pago de aranceles reduce el incremento de venta de los VE debido a que los usuarios prefieren un VHE ya que su autonomía es más prolongada. Según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), en el mes de octubre se vendieron 302 vehículos eléctricos, 170 unidades más que el mes anterior. Gracias al libre ingreso de los VE al país su venta según datos de la AEADE se ha incrementado en un 56,79 % con relación a las ventas mensuales de enero – octubre del año 2022 y 2023 (AEADE, 2023).

El sector del transporte en el país demanda cerca del 49% de la energía producida e importada, y es responsable de alrededor del 50% de gases de efecto invernadero. Así mismo, el 94% de las emisiones del sector son producidas por el transporte terrestre (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

Esta investigación busca determinar la potencia y energía requerida en el movimiento del vehículo, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas emitidas por el fabricante y comprobar la demanda energética que puede proporcionar el vehículo eléctrico en condiciones reales de conducción después de pasar por el estudio dinámico del movimiento.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la demanda energética en un vehículo eléctrico y análisis del rendimiento del sistema de propulsión en ciclos urbanos en una ciudad de altitud.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar los datos experimentales; tiempo, distancia, velocidad, amperaje y voltaje, durante el recorrido aplicado a las tres rutas en la ciudad.
- Determinar el consumo energético del vehículo aplicando las ecuaciones de la dinámica vehicular.
- Comparar los resultados obtenidos del análisis del consumo de energía en rueda y el consumo de la batería.
- Comprobar si la variación geográfica de la ciudad influye en la demanda energética de un vehículo eléctrico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Vehículos eléctricos

2.1.1. Definición

El vehículo eléctrico solo utiliza energía eléctrica como fuente de alimentación, la distancia de conducción máxima es proporcional a la capacidad de almacenamiento de la batería, la capacidad de almacenamiento de la batería es mayor en comparación con la capacidad del VHE y el Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable (PHEV).

En los vehículos eléctricos lo más común es encontrar un sistema eléctrico y mecánico que mediante el uso de uno o varios motores eléctricos toman la energía almacenada dentro del pack de baterías en forma de energía química que a su vez la transforman en energía eléctrica para proporcionar movimiento a las ruedas del vehículo, a diferencia de los vehículos de combustión interna que obtienen su energía de la combustión de gasolina o diésel (Montecelos, 2019).



Ilustración 2-1: Vehículo eléctrico

Fuente: Murias, 2020

2.1.2. Componentes principales del vehículo eléctrico

2.1.2.1. Motor eléctrico

Es un componente eléctrico que se encarga de transformar la energía eléctrica en energía mecánica para generar el movimiento de las ruedas del vehículo (Montecelos, 2019).

2.1.2.2. Cargador

Es un circuito electrónico que cumple con la finalidad de tomar la energía eléctrica de la red pública ya sea corriente alterna o continua para alimentar la batería principal del vehículo (Montecelos, 2019).

2.1.2.3. Batería

Tiene como función principal almacenar la energía eléctrica en forma de energía química para mantener la alimentación del vehículo, las dimensiones de esta varían según los materiales con los cuales está construida y la capacidad específica que requiera el vehículo respecto a la potencia (Montecelos, 2019).

2.1.2.4. Inversor

Es un conjunto de circuitos electrónicos encargados de transformar la corriente continua de la batería en corriente alterna con la cual funcionan los motores eléctricos (Montecelos, 2019).

A continuación, se presenta las eficiencias de los componentes del vehículo eléctrico:

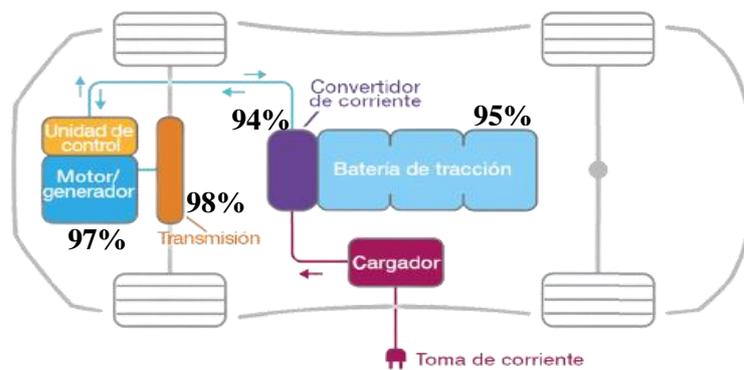


Ilustración 2-2: Eficiencias mecánicas y energéticas del VE

Fuente: Montecelos, 2019

2.1.3. Características del vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos son considerados más sencillos mecánicamente en comparación con los vehículos de combustión interna ya que utiliza un sistema donde la energía eléctrica pasa hasta el motor eléctrico el cual transfiere la energía mecánica directamente a las ruedas. Los motores utilizados generalmente en los vehículos eléctricos son motores asíncronos los cuales requieren de poco mantenimiento y son muy fiables. El principal problema reconocido de los vehículos

eléctricos es su actual baja autonomía que ronda los 200 km para vehículos comerciales y la larga demora de sus recargas lo cual dificulta mucho la posibilidad de realizar viajes largos (Duque & Rocayo, 2018).

2.1.4. Tipos de recarga para vehículos eléctricos

La limitación en la capacidad de carga de los vehículos eléctricos es un problema de actualidad ya que a diferencia del repostaje de combustible que es una actividad que toma solo minutos para efectuarse la recarga eléctrica es una actividad que toma mucho más tiempo y la infraestructura para proveer dichas recargas es muy ausente generando la duda de cómo puede el usuario obtener dicha conexión eléctrica.

Los tipos de carga para un vehículo eléctrico varían según las capacidades de los puntos de carga y la capacidad del vehículo para recibirlos, aunque principalmente se dividen en carga lenta y carga rápida.

La carga lenta efectuada con corriente alterna con voltajes que van de 100 a los 250 voltios las cuales se pueden dar en una conexión a la red pública en el domicilio ya sea este individual o en un conjunto residencial.

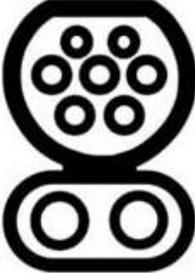
La carga rápida se efectúa con corriente directa con voltajes de hasta 800 voltios la cual permite cargar al vehículo en un menor tiempo, esta carga se obtiene en estaciones de carga públicas o privadas en forma de parqueaderos dedicados a la recarga de vehículos eléctricos (Duque & Rocayo, 2018).

2.1.5. Estaciones de recarga para vehículos eléctricos

Las distintas estaciones de carga están divididas según su tipo de conector los cuales tienen diseños estandarizados según los modelos podemos encontrar comúnmente:

Tabla 2-1: Tipos de conectores para EV y HEV

| Tipo | Gráfica | Características |
|-----------|---|---|
| SAE J1772 |  | Considerado uno de los cargadores más implementados en países no europeos para carga de tipo uno proporcionando una carga lenta a 110 v |

| | | |
|---------------------|---|--|
| Mennekes |  | Es el tipo de cargador más común para Europa ya que entrega una carga tipo dos que se refiere a una corriente bifásica para carga en casa |
| CCS combo 1 |  | Es un cargador que combina al modelo SAE J1772 más un conector en la parte inferior para carga en corriente directa para carga rápida |
| CCS combo 2 |  | Es un cargador que combina al modelo Menneskes y un conector adicional en la parte inferior para carga rápida en corriente directa siendo el más común utilizado por los fabricantes para el mercado europeo |
| CHAdeMO |  | Es un cargador de diseño Japones para proporcionar carga rápida utilizando corriente continua de 500 voltios |
| Supercargador Tesla |  | Diseñado por la empresa Tesla para uso en vehículos Tesla ofrece carga rápida |

Fuente: Montecelos,2019

Realizado por: Dávila & López, 2023

2.2. Ciclos de conducción

2.2.1. Definición

Un ciclo de conducción es un conjunto de tiempos y velocidades, que sirven para representar un patrón típico de manejo de un vehículo, en un área de estudio previamente determinada. Los ciclos de conducción son fundamentales para determinar la cantidad de emisiones contaminantes de un vehículo, desarrollar el diseño del tren motriz de los vehículos, estimar la potencia y energía necesaria para el movimiento de un vehículo.

Si se considera un vehículo eléctrico, la selección de motor, componentes electrónicos de potencia, batería, partes mecánicas implica cálculo y optimización para reducir las pérdidas en términos de energía y costo. El patrón general de conducción en las ciudades europeas es diferente al de las ciudades americanas. Por lo tanto, el rendimiento de un vehículo puede optimizarse diseñando componentes del vehículo específicos para la región (Krishnan, 2020).

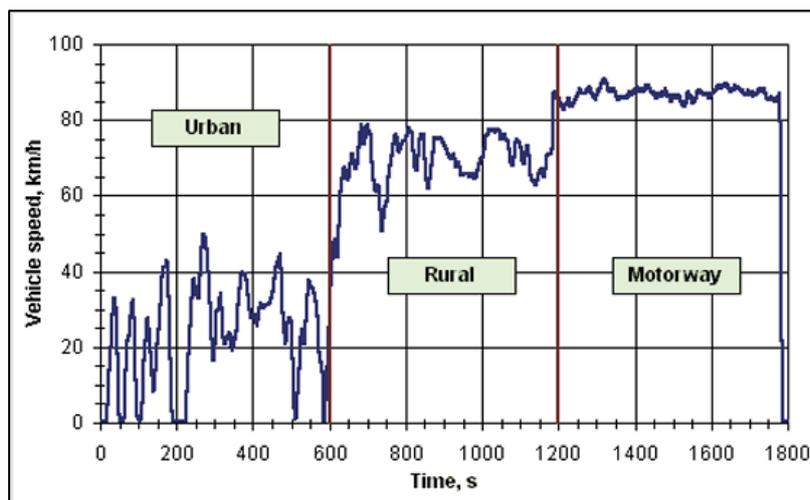


Ilustración 2-3: Ciclo de conducción

Fuente: Krisnan, 2020

La ilustración 2-3, muestra la velocidad del vehículo en kilómetros por hora versus el tiempo en segundos, por medio del ciclo de conducción obtenemos su consumo en litros/100Km o su autonomía en kilómetros, esto con el propósito de su comercialización en el mercado automotriz.

2.2.2. Tipos de ciclos de conducción

Los ciclos de conducción pueden clasificarse como Ciclos de conducción NEDC y Ciclos de conducción FTP-75:

2.2.2.1. Ciclo de conducción NEDC

El ciclo de conducción modelo comprende una velocidad variable y no representa un patrón de conducción real de un vehículo. Estos ciclos de conducción se utilizarán para aplicaciones específicas, como una prueba de emisiones.

Las condiciones que impone la FIA para esta prueba es que se debe efectuar dentro de un laboratorio especial sin presencia de viento, además la temperatura del ambiente interno debe estar entre los 20° y 25°. Así mismo, deben estar apagados los sistemas que consuman energía como luces, calefacción, aire acondicionado, radio etc. Estas pruebas son muy estrictas en tiempos, velocidades y paradas, es decir, no incide ni el estado de ánimo ni la forma de conducir. El Nuevo Ciclo de Conducción Europeo (NEDC) es un ejemplo de Ciclo de Conducción Modelo (Duque & Rocayo, 2018).

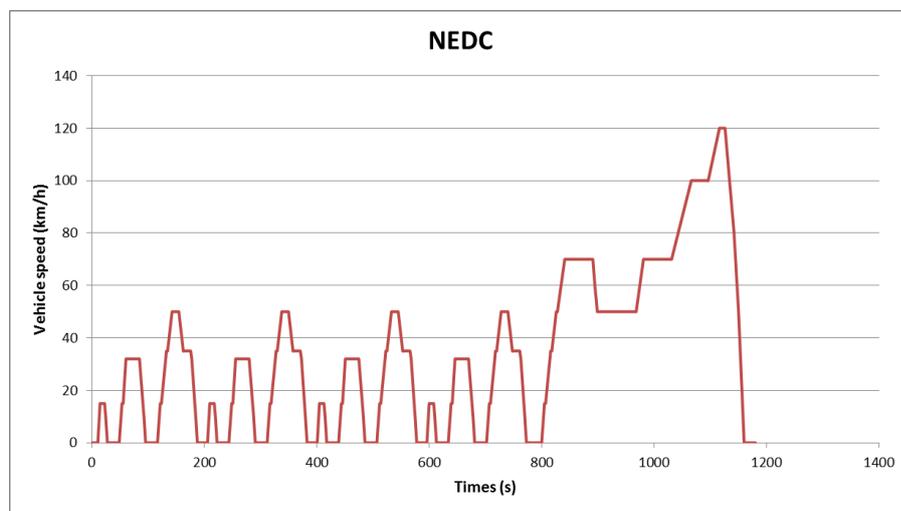


Ilustración 2-4: New European Driving Cycle (NEDC)

Fuente: Hong & otros, 2020

La ilustración 2-4 nos indica el ciclo NEDC, donde el eje vertical en Km/h nos muestra la velocidad punta que alcanza el vehículo (120 Km/h) mientras que el eje horizontal es el tiempo en segundos (1220 s)., la prueba de consumo urbano posee un tiempo de 13 minutos y se lo repite cuatro veces con una velocidad promedio de 19 Km/h y el test de consumo extraurbano se lo realiza en 400 segundos con una velocidad promedio de 62 Km/h. En el ciclo NEDC se ejecutan aceleraciones, desaceleraciones y periodos de velocidad constante simulando así la conducción por vías urbanas y extraurbanas.

2.2.2.2. Ciclo de conducción FTP – 75

El ciclo de conducción FTP -75 representa un patrón real de un vehículo que contiene aceleración, desaceleración, velocidad variable, etc., fue creado para darle normalidad al registro de emisiones y consumo de combustible en los vehículos livianos de Estados Unidos, donde se realizaron recorridos en trayecto típico de conducción con una distancia total recorrida de 12 millas, en un vehículo instrumentado para tomar medidas de presión en el múltiple de admisión, velocidad del

motor y velocidad del vehículo mi/h (Hurtado, 2014).

La primera fase consiste en una circulación de 505 segundos con arranque en frío a temperatura ambiente entre 20°C y 30 °C. Luego, una segunda fase de estabilización desde el segundo 506 hasta los 1372 segundos, con periodos de temperatura máxima con límites de tiempo de 540 segundos mínimo y 660 segundos máximo. La última fase consiste en el arranque en caliente con una duración de 505 segundos.

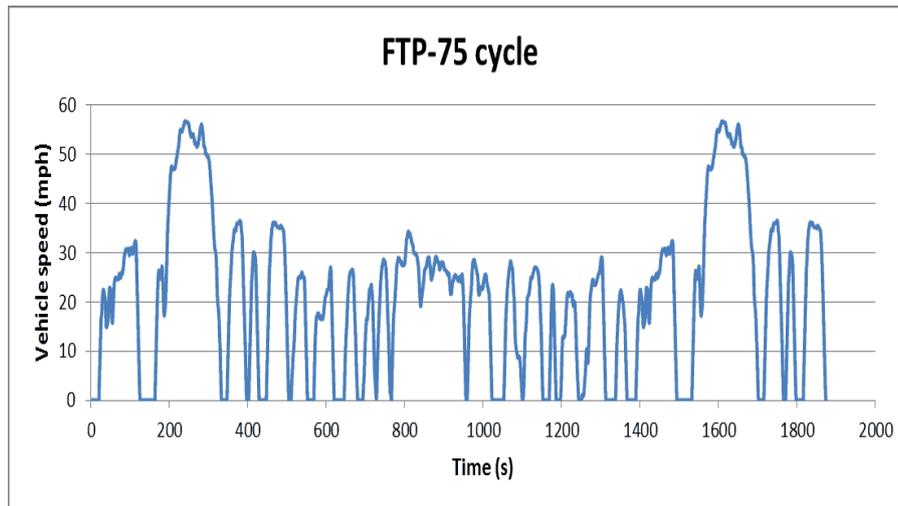


Ilustración 2-5: Federal Test Procedure (FTP-75)

Fuente: Tamilarasan et al, 2018

La ilustración 2-5 nos indica el ciclo FTP - 75, la velocidad punta del vehículo en millas por hora (56mph) frente al tiempo en segundos (1880s) durante el ciclo de conducción, mediante aceleraciones, desaceleraciones y periodos de velocidad constante que no sobre pasan las 56 mph, simulan la conducción por autopistas y por vías interurbanas.

2.2.3. Técnicas para el desarrollo de ciclos de conducción

Las técnicas utilizadas en diversos estudios de ciclos de conducción en todo el mundo tienen en cuenta las principales variables que representan la dinámica de conducción son: tiempo de ciclo, velocidad, aceleración, desaceleración, entre otras (Quinchimbla & Solís, 2017).

2.2.3.1. Técnica On-Board

Las técnicas de este tipo garantizan la recopilación de información sobre el rendimiento del vehículo de acuerdo con los parámetros de funcionamiento reales, consiste en equipar un vehículo con instrumentos para medir y almacenar datos como la velocidad y la aceleración del vehículo, tiempo recorrido y parada, distancia recorrida, etc. Estos tipos de instrumentos pueden ser, un GPS, un escáner de vehículos, un sensor u otro dispositivo utilizado para este tipo de investigación. (Quinchimbla & Solís, 2017).

2.2.3.2. Técnica de la persecución del vehículo

La técnica de persecución de vehículos es un método que utiliza un vehículo llamado "perseguidor" cuya función es seguir aleatoriamente a otro vehículo llamado "objetivo". En este enfoque, si el "objetivo" abandona la ruta, el conductor "perseguidor" seleccionará aleatoriamente otro vehículo en circulación y deberá perseguirlo durante el mayor tiempo posible, el proceso se repite hasta que se completa la ruta de estudio designada. Para lograr esto, el "perseguidor" utiliza los equipos de medición que simulan su comportamiento y recopilan información como la velocidad del vehículo, la distancia y el tiempo de viaje; esta técnica es más adecuada en áreas urbanas con mucho tráfico. De esta forma, es posible estudiar las características de conducción de diferentes vehículos en situaciones reales y obtener información para diversos estudios (Quinchimbla & Solís, 2017).

2.3. Dinámica del vehículo

La dinámica del vehículo es importante para calcular el consumo energético. A partir de esto se pueden determinar las principales fuerzas y resistencias involucradas en el movimiento del vehículo (Vélez & Vera, 2016).

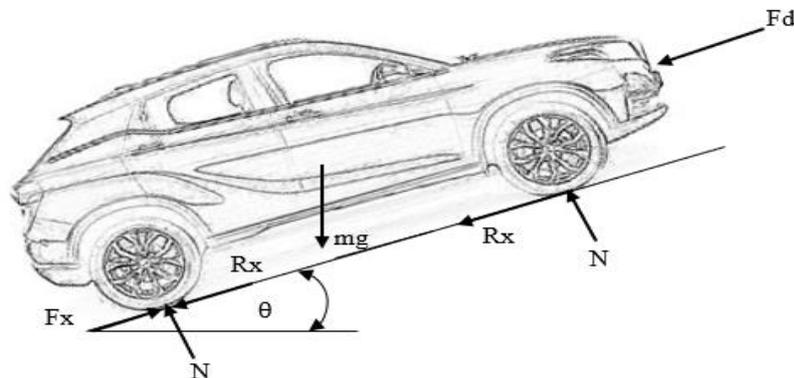


Ilustración 2-6: Resistencias y fuerzas que se oponen al avance del vehículo

Realizado por: Dávila & López, 2023

2.3.1. Fuerza en rueda

$$F_x = F_d + R_g + R_x + R_i \quad (1)$$

En donde:

F_x = Fuerza en rueda [N].

F_d = Fuerza de arrastre [N].

R_g = Resistencia debida a la pendiente [N].

R_x = Resistencia a la rodadura [N].

R_i = Resistencia debida a la inercia [N].

2.3.2. *Fuerza de arrastre*

Es una de las fuerzas más estudiadas en la actualidad debido a la gran variedad de efectos que tiene en el desplazamiento de un vehículo, cuyas consecuencias son el consumo de energía, ruido, vibración y dureza de manejo, la fuerza aerodinámica permite desarrollar nuevos diseños de carrocerías para disminuir el impacto del aire sobre el vehículo, el contacto de esta fuerza incrementa el riesgo del cabeceo o inclinación del vehículo además del ruido generado que afecta el confort de los usuarios (Gillespie, 2021).

$$F_d = \frac{1}{2} * C_d * \rho * A_f * (V_{veh} - V_{viento})^2 \quad (2)$$

En donde:

F_d = Fuerza de arrastre [N].

C_d = coeficiente de arrastre del vehículo [-].

ρ = densidad del aire [kg/m³].

A_f = área frontal del vehículo [m²].

V_{veh} = velocidad lineal del vehículo [m/s].

V_{viento} = velocidad del viento [m/s].

2.3.3. *Resistencia a la rodadura*

Se refiere a la fuerza que se opone al movimiento directamente proporcional a la fuerza normal ejercida sobre la banda de rodadura en contacto con la superficie de circulación, teniendo un mayor coeficiente de fricción en el caso de asfalto duro, lo cual permite obtener una mejor tracción en condiciones que no presenten humedad, facilitando el desplazamiento debido al mejor agarre del neumático con la calzada (Gillespie, 2021).

$$R_x = f_r * m * g * \cos(\theta) \quad (3)$$

En donde:

R_x = Resistencia a la rodadura [N].

f_r = Constante de resistencia a la rodadura. [-]

m = Masa del vehículo. [kg]

g = Constante de gravedad [m/s²].

θ = Ángulo de inclinación [°].

2.3.4. *Resistencia debido a la pendiente*

Esta resistencia es directamente dependiente de la masa del vehículo y de la situación que se

presente ante el desplazamiento, en el caso de transitar por un tramo ascendente se genera una resistencia que limita el desplazamiento del vehículo la cual debe ser sobrepasada por la potencia que pueda generar el motor de este, mientras que, si se encuentra descendiendo, esta fuerza favorece al desplazamiento generando un incremento en la velocidad (Gillespie, 2021).

$$R_g = m * g * \text{sen}(\theta) \quad (4)$$

En donde:

R_g = resistencia debida a la pendiente [N].

m = masa del vehículo [kg].

g = gravedad [m/s²].

θ = pendiente [rad].

2.3.5. Resistencia debido a la inercia

Correspondiente a la segunda ley de Newton, la aceleración de un cuerpo es correspondiente a la fuerza que se aplique al mismo, al contrario de la masa que se opone al cambio de estado momentáneo del cuerpo siendo de esta forma contrario a la variación de la inercia (Gillespie, 2021).

$$R_i = m * a \quad (5)$$

En donde:

R_i = Resistencia debida a la pendiente [N].

m = Masa del vehículo [kg].

a = Aceleración [m/s²].

2.3.6. Torque en rueda

El torque en rueda se refiere a la relación entre la fuerza aplicada en el punto de contacto del neumático y la superficie de contacto por el radio dinámico de la rueda. El radio dinámico de la rueda se obtiene de la deformación del neumático debido a la fuerza centrífuga (Mitsubishi Motors, 2021).

$$T_x = F_x * r_d \quad (6)$$

En donde:

T_x = Torque en rueda [Nm].

F_x = Fuerza en rueda [N].

r_d = radio dinámico [m].

2.3.7. *Potencia en rueda*

Es la energía generada en este componente en función de la fuerza aplicada en el neumático y la velocidad del vehículo. La potencia en rueda viene con una pérdida de potencia causada por otros componentes del tren de potencia (Mitsubishi Motors, 2021).

$$P_x = \frac{F_x * v}{1000} \quad (7)$$

En donde:

P_x = Potencia en rueda [kW].

F_x = Fuerza en rueda [N].

v = Velocidad del vehículo [m/s].

2.3.8. *Energía en rueda*

Es la energía consumida o generada en la rueda en un periodo de tiempo (Gillespie, 2021).

$$E_x = \frac{P_x * \Delta t}{3600} \quad (8)$$

En donde:

E_x = Energía en rueda [kWh].

P_x = Potencia en rueda [kW].

Δt = Variación del tiempo [s].

2.3.9. *Potencia eléctrica*

Se define como el producto de la corriente eléctrica (medida en amperios, A) y la diferencia de potencial o tensión (medida en voltios, V) que existe entre dos puntos de un circuito eléctrico. Matemáticamente, se expresa mediante la fórmula (Sánchez, 2021).

$$P = I \times V \quad (9)$$

En donde:

P = Potencia eléctrica [W].

I = Corriente [A].

V = Tensión [V].

2.3.10. Método de las mínimas diferencias ponderadas

Para determinar la ruta típica se aplica el método de mínimas diferencias ponderadas que determina la ruta común por su toma de datos donde identificando varios factores en común se obtiene un promedio de los porcentajes representativos de estos factores de la toma de datos, de este promedio se determina el factor de ponderación que es el valor de porcentaje promediado dividido para cien, para culminar el método realizamos la sumatoria de los productos del factor ponderante con el valor absoluto de la resta del valor porcentual de cada toma de datos y el promedio de los porcentajes de las tomas de datos. Por medio de la ecuación 10 se le da un puntaje a cada recorrido seleccionando el valor mínimo, ya que este representa la menor desviación de todos los parámetros con respecto a la media. (Vélez & Vera, 2016).

$$Y = \sum f_i (x_i - \bar{x}) \quad (10)$$

Donde:

Y = Método diferencias ponderadas.

f_i = Factor de ponderación para cada parámetro.

x_i = Valor de cada fuerza.

\bar{x} = Promedio del conjunto de cada fuerza.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Equipos

3.1.1. *Vbox Sport Racelogic*

El dispositivo VBOX Sport Racelogic, permite registrar datos de GPS precisos, incluidos la velocidad, la aceleración, la distancia y el tiempo con una frecuencia de 10 datos por cada segundo durante el recorrido con el vehículo. Ver guía del usuario ANEXO J.



Ilustración 3-1: Dispositivo VBOX Sport

Fuente: VBOX Automotive., 2019

3.1.2. *ELM327 Wifi OBDII*

El lector ELM327 Wifi OBDII se comunica con el vehículo y lee los parámetros de velocidad, altura, latitud, longitud, distancia y tiempo con una frecuencia de un dato por segundo del recorrido realizado.



Ilustración 3-2: Dispositivo ELM 327

Fuente: OBDII-ELM327, 2019

3.1.3. Sensor de corriente y tensión

El sensor de corriente y tensión que mide el consumo durante el recorrido tomando datos de voltaje y amperaje con una frecuencia de 10 ms, este sensor cuenta con un rango de medición de 0 a 1000 V y de 0 a 500 A.



Ilustración 3-3: Dispositivo medidor de amperaje y voltaje

Fuente: Castro, G, 2021

3.2. Metodología

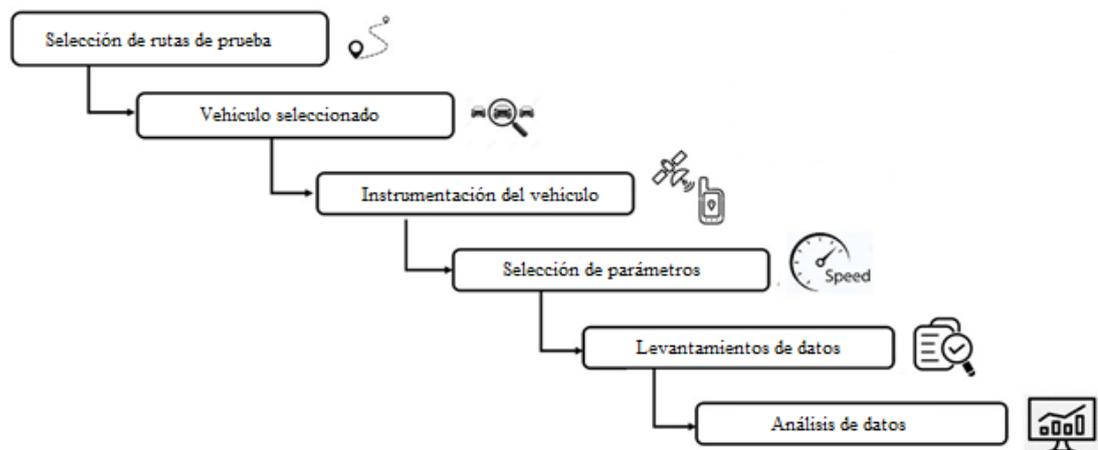


Ilustración 3-4: Metodología aplicada en la investigación

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.1. Selección de rutas de pruebas

Los recorridos seleccionados representan las condiciones reales de conducción en la ciudad de Ambato los cuales se realizaron en rutas representativas de la ciudad, vías con mayor flujo vehicular (vías principales), vías con menor flujo vehicular (vías secundarias), la distribución geográfica, los lugares más concurridos y de saturación de la ciudad.

Para la determinación de los ciclos de conducción en la ciudad de Ambato se obtuvieron de tres recorridos aplicados a:

Ruta 1: Urbano: AutoMekano – Ficoa – Huachi Chico – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana.
Ver ANEXO A.



Ilustración 3-5: Ruta 1

Fuente: GOOGLE EARTH, 2023

Realizado por: Dávila & López, 2023

Ruta 2: Extraurbano: (AutoMekano – Ciauto). Ver ANEXO B.

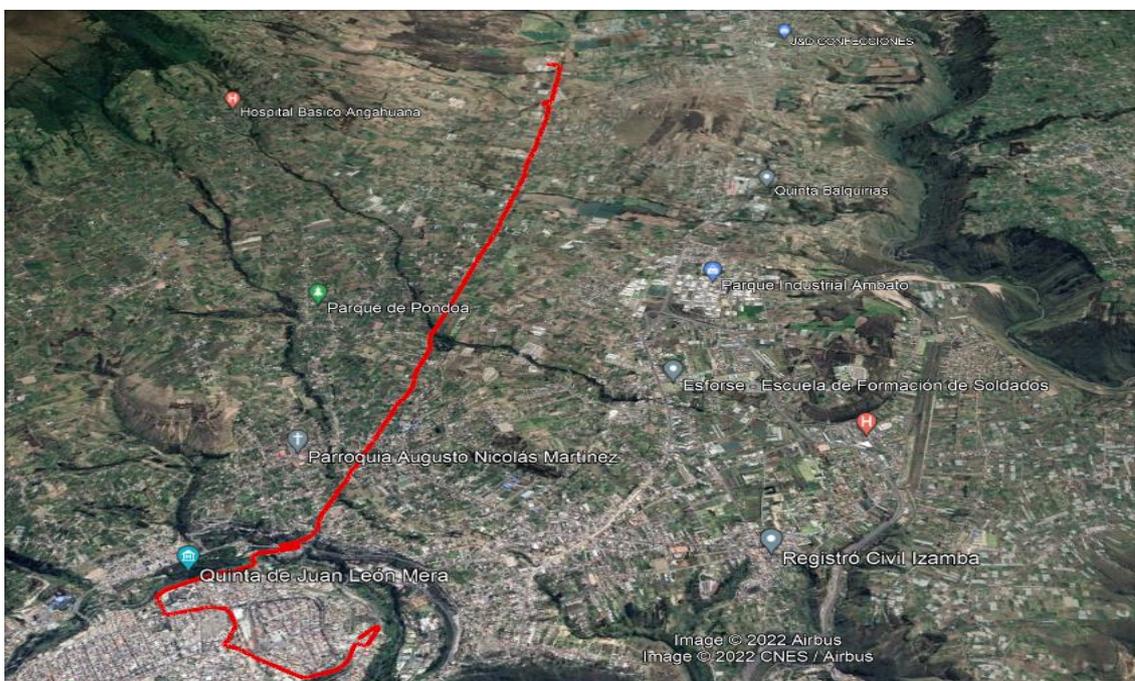


Ilustración 3-6: Ruta 2

Fuente: GOOGLE EARTH, 2023

Realizado por: Dávila & López, 2023

Ruta 3: Urbano: AutoMekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno. Ver ANEXO C.

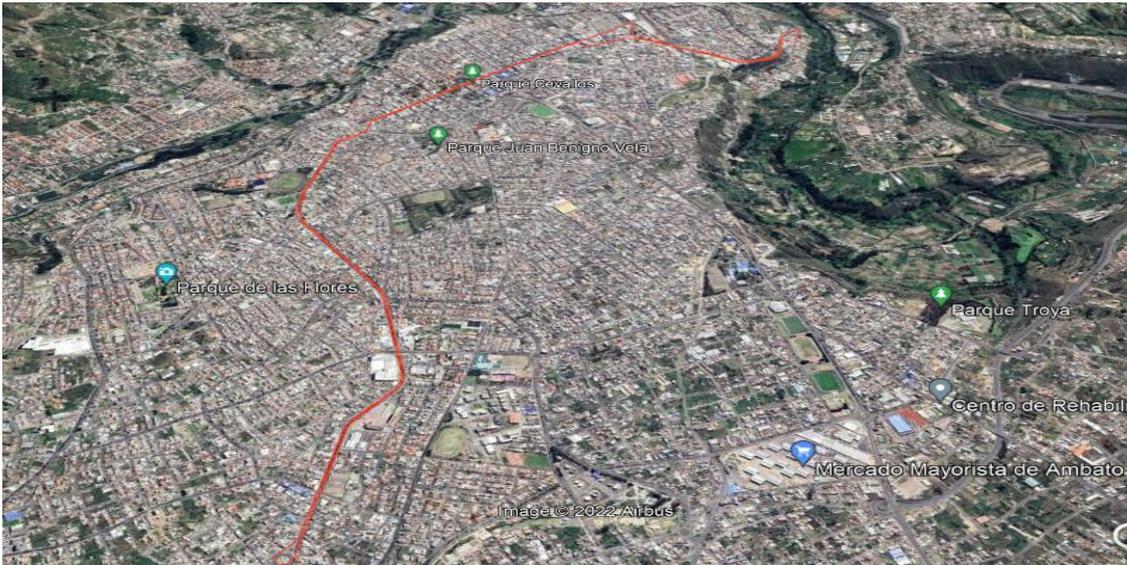


Ilustración 3-7: Ruta 3

Fuente: GOOGLE EARTH, 2023

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.2. Vehículo para toma de datos

El vehículo seleccionado es el EV DFSK Glory E3 cuyas características son las siguientes:

Aceleración de 0 a 100 km/h en 8.9 s.

Batería de Litio 53.61 kWh.

Autonomía estimada en ciudad 329 km.

Carga rápida: 0,5h (20%-80%).

Motor síncrono de imán permanente.

Carga lenta: 8hs (6,6kw).

Potencia máxima de 120 kW.

Neumático 225/55 R18.

Máximo Torque de 300Nm.

Caja automática de una sola marcha.



Ilustración 3-8: Vehículo eléctrico DFSK

Fuente: Sandoval, 2022

3.2.3. Instrumentación del vehículo

3.2.3.1. Instalación de los equipos OBD-II Y VBOX.



Ilustración 3-9: Conexión del equipo VBOX y OBD II

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.3.2. Instalación del equipo de medición de voltaje y amperaje.

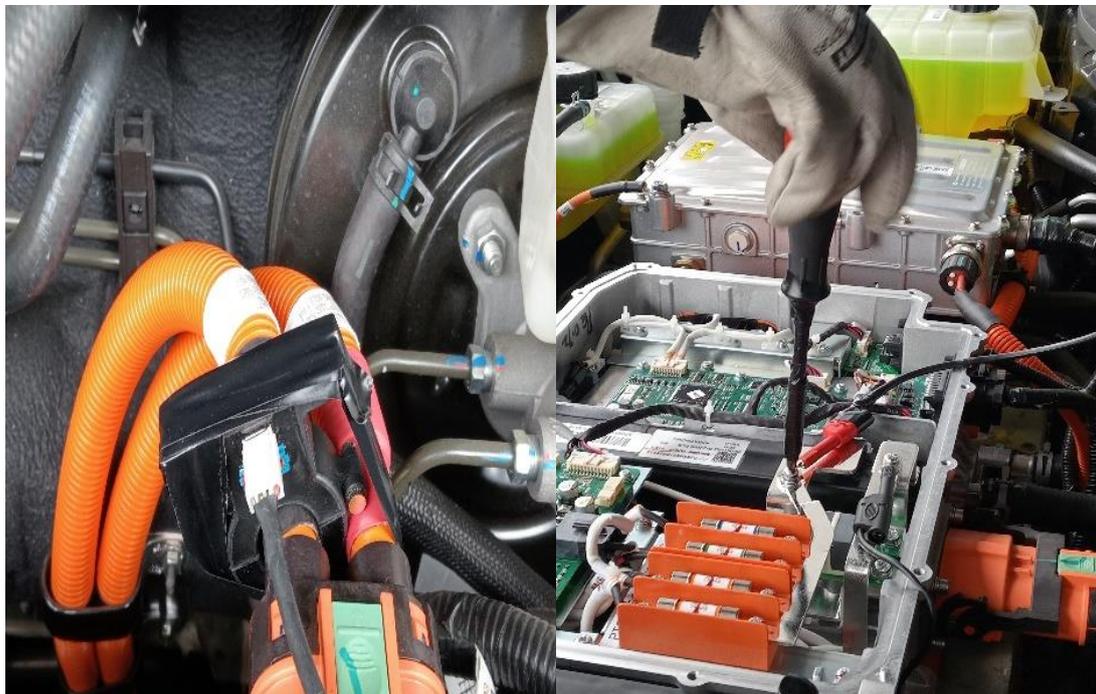


Ilustración 3-10: Conexión del equipo medidor de amperaje y voltaje

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.4. Selección de parámetros

3.2.4.1. Aplicación Torque Pro



Ilustración 3-11: Parámetros en la aplicación Torque Pro

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.4.2. Software VBOX - GPS

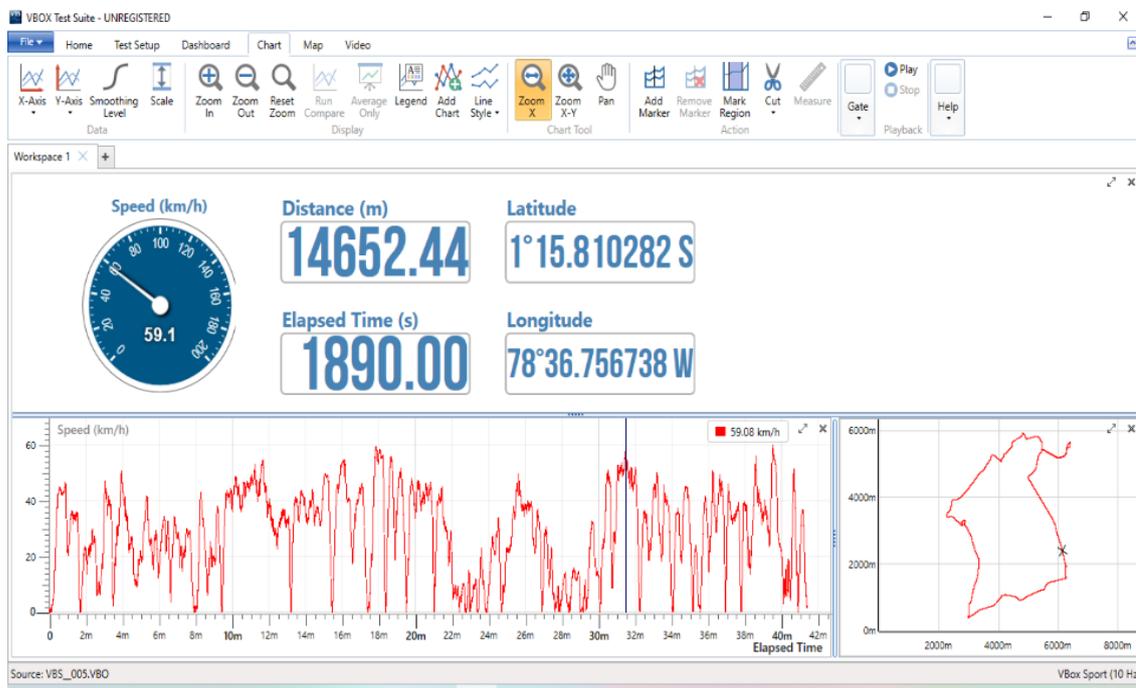


Ilustración 3-12: Parámetros en el VBOX - GPS

Realizado por: Dávila & López, 2023

3.2.5. Levantamiento de Datos

Para la recolección de datos experimentales de estos parámetros representativos se empleó la técnica conocida como Técnica On Board.

A través del uso de la instrumentación adecuada y por medio de condiciones reales de manejo, se obtuvieron datos reales de conducción con respecto al tiempo, velocidad, altitud, etc.

Esta técnica consistió en seleccionar un trayecto de tráfico real y realizar varios recorridos dentro de la misma ruta, obteniendo las curvas características en cada uno de ellos y finalmente seleccionamos la curva que mayor representación tenía en la ruta mediante análisis estadístico.

La recolección de información tardó quince días, tiempo en el cual se realizaron en su totalidad los recorridos para cada ruta seleccionada. Estadísticamente una muestra piloto consta de 25, sin embargo, se consideró que 9 toma de datos para la Ruta 1, 8 toma de datos para la Ruta 2, 6 tomas de datos para la Ruta 3 eran suficientes para obtener un patrón representativo es decir un ciclo de conducción típico. Las horas seleccionadas para los recorridos y toma de datos fueron a partir de 8:00 am hasta las 12:00 pm, tomando un receso se continuó a las 13:00 pm hasta terminar a las 17:00 pm, estas horas son de bajo, medio y alto flujo vehicular.

3.2.6. Análisis de datos

Para la determinación del ciclo típico de conducción, se tomaron en cuenta distintas variables dinámicas calculadas a partir de los datos tomados con equipos GPS Vbox y ELM 327 OBD II cuyas ecuaciones están mencionadas en el Capítulo II de esta investigación.

La metodología aplicada para obtener un ciclo de conducción típico de la ciudad de estudio consistió en escoger el recorrido más próximo a la media de todos los recorridos. Esto se puede realizar minimizando los promedios ponderados de la diferencia de cada parámetro con respecto a la media. Se realizaron los cálculos correspondientes con el fin de encontrar el ciclo que más se acerque al promedio.

Mediante la aplicación de las ecuaciones de la dinámica del vehículo se calculó el valor de las fuerzas y las resistencias que se oponen al avance del vehículo, es decir el valor y el porcentaje que cada una de estas exigen a la batería para poder realizar su movimiento.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados de la energía consumida en rueda

4.1.1. Parámetros para la obtención del ciclo de conducción

Teniendo en cuenta los criterios estadísticos mencionados en el Capítulo II, el ciclo de conducción representativo para la Ruta 1 es el viaje 5 (ver Tabla 4-1), cuyo recorrido es desde Automekano – Ficoa – Huachi Chico – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana – Automekano.

Tabla 4-1: Ciclo de conducción típico de la Ruta 1

| Número de viajes | Energía Fd | Energía Rx | Energía Rg | Energía Ri | Energía Total | Sumatoria |
|------------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-----------|
| [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] |
| 1 | 2,94 | 10,66 | 45,65 | 40,75 | 100 | 1,17 |
| 2 | 2,94 | 10,96 | 43,72 | 42,38 | 100 | 2,76 |
| 3 | 2,93 | 10,87 | 51,11 | 35,09 | 100 | 3,76 |
| 4 | 2,87 | 11,14 | 49,42 | 36,57 | 100 | 2,40 |
| 5 | 3,17 | 10,46 | 46,21 | 40,16 | 100 | 0,66 |
| 6 | 3,21 | 10,91 | 44,61 | 41,28 | 100 | 1,91 |
| 7 | 2,77 | 10,32 | 45,37 | 41,54 | 100 | 1,58 |
| 8 | 2,17 | 8,86 | 59,18 | 29,79 | 100 | 9,77 |
| 9 | 2,43 | 8,28 | 39,35 | 49,94 | 100 | 7,97 |

Realizado por: Dávila & López, 2023

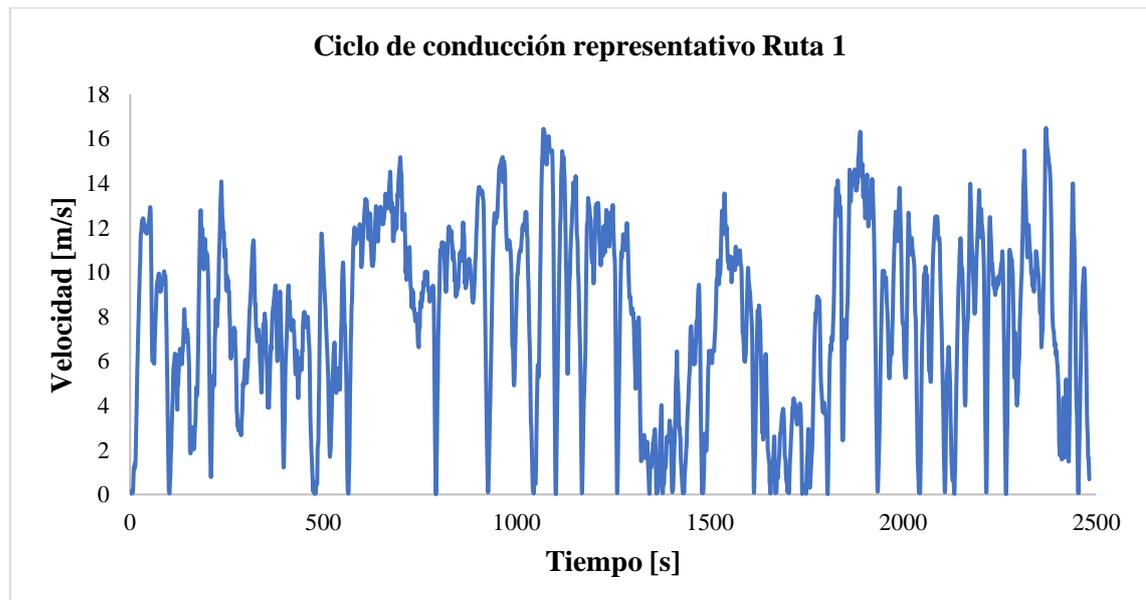


Ilustración 4-1: Ciclo de conducción representativo de la ruta 1

Realizado por: Dávila & López, 2023

El ciclo típico de conducción mostrado en la Ilustración 4-1, representa un patrón típico de velocidad con relación al tiempo, en el cual la velocidad promedio es de 28.38 km/h estando en el rango de velocidad de circulación dentro de la ciudad.

Para la Ruta 2, el ciclo de conducción representativo es el viaje 1 (ver Tabla 4-2) cuyo recorrido es desde Automekano – Ciauto y retorno.

Tabla 4-2: Ciclo de conducción típico de la Ruta 2

| Número de viajes | Energía Fd | Energía Rx | Energía Rg | Energía Ri | Energía Total | Sumatoria |
|------------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-----------|
| [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] |
| 1 | 4,00 | 9,48 | 44,79 | 41,74 | 100 | 1,53 |
| 2 | 3,81 | 9,54 | 50,23 | 36,42 | 100 | 6,24 |
| 3 | 3,93 | 8,51 | 41,04 | 46,51 | 100 | 2,27 |
| 4 | 4,19 | 7,91 | 37,56 | 50,34 | 100 | 5,51 |

Realizado por: Dávila & López, 2023

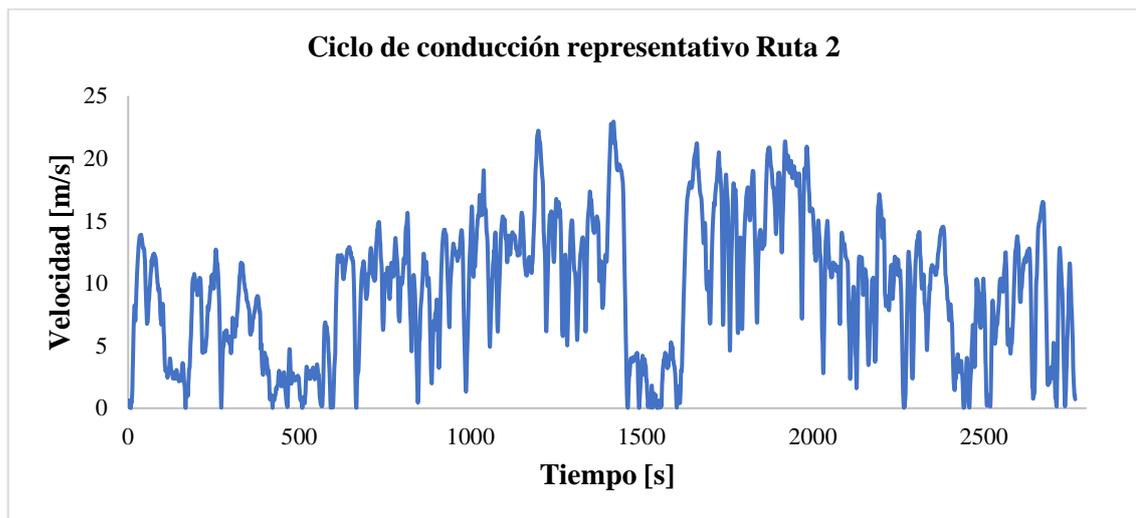


Ilustración 4-2: Ciclo de conducción representativo de la ruta 2

Realizado por: Dávila & López, 2023

La gráfica de velocidad vs tiempo mostrada en la Ilustración 4-2, representa el ciclo típico de conducción de la Ruta 2, cuyo promedio de velocidad es de 34,23 km/h, siendo una ruta mixta posee una velocidad relativamente baja debido a que la zona urbana contiene mayor tráfico vehicular que ocasiona una circulación lenta.

En la Tabla 4-3, se observa el ciclo de conducción representativo para la Ruta 3, viaje 5, cuyo recorrido es desde, Automekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno.

Tabla 4-3: Ciclo de conducción típico de la Ruta 3

| Número de viajes | Energía Fd | Energía Rx | Energía Rg | Energía Ri | Energía Total | Sumatoria |
|------------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-----------|
| [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [-] |
| 1 | 1,41 | 7,47 | 60,31 | 30,81 | 100 | 2,59 |
| 2 | 1,96 | 9,97 | 50,44 | 37,62 | 100 | 5,53 |
| 3 | 1,96 | 8,77 | 53,33 | 35,94 | 100 | 3,22 |
| 4 | 1,56 | 6,58 | 61,25 | 30,60 | 100 | 3,26 |
| 5 | 1,43 | 7,60 | 55,94 | 35,04 | 100 | 1,39 |
| 6 | 1,39 | 7,37 | 62,15 | 29,09 | 100 | 4,22 |

Realizado por: Dávila & López, 2023

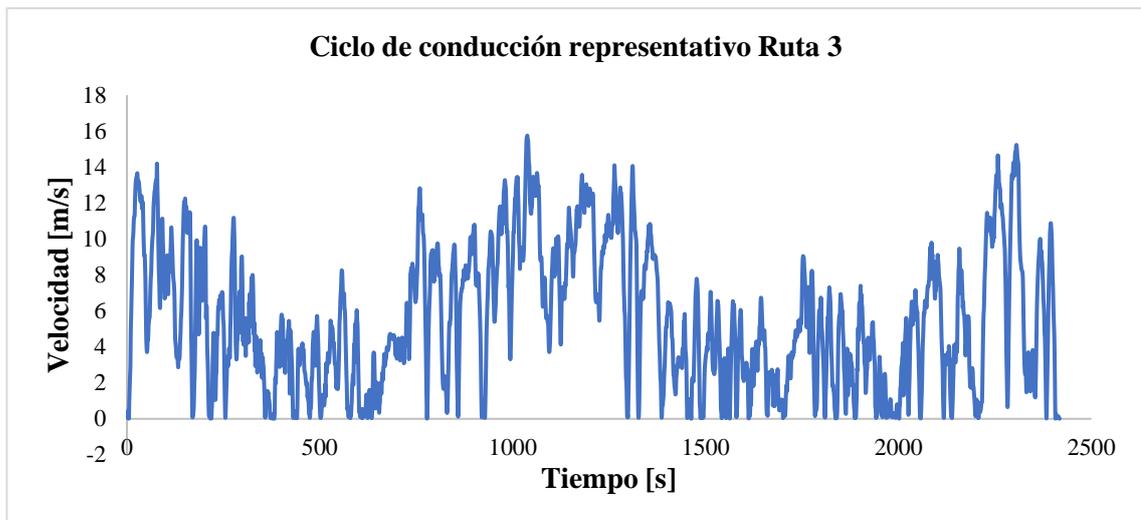


Ilustración 4-3: Ciclo de conducción representativo de la ruta 3

Realizado por: Dávila & López, 2023

La representación gráfica del ciclo típico de conducción de la Ruta 3 (Ilustración 4-3), se estima una velocidad promedio de 19.93 km/h, este valor muestra que la ruta es de bastante congestión vehicular debido a la cantidad de semáforos y el cruce de peatones por las calles, la zona de circulación es netamente céntrica y comercial.

4.1.2. Parámetros obtenidos de cada ruta.

A partir de la formación de los ciclos de conducción, se obtuvieron los valores totales de cada variable observados en la Tabla 4-4, la energía consumida guarda una relación directa con la distancia recorrida, en el caso de la ruta 1 la potencia máxima generada es de 64,34 kW debido a que se tiene una aceleración baja con una velocidad constante de circulación, la ruta 2 el valor de la potencia máxima es de 84,38 kW hace referencia a que en la zona rural contiene zonas de aceleración prolongadas para llegar a velocidades más altas de circulación, la ruta 3 demanda una potencia máxima de 80,92 kW en la que existe una zona donde la pendiente es elevada y además la circulación vehicular se detenía constantemente exigiendo más torque al motor y energía a la batería.

Tabla 4-4: Resultados obtenidos de cada ruta

| Parámetros | Ruta 1 | Ruta 2 | Ruta 3 | Unidades |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------------------|
| Distancia total recorrida | 19,58 | 26,32 | 13,39 | [m] |
| Tiempo total transcurrido | 2482,00 | 2767,00 | 2418,00 | [s] |
| Velocidad máxima | 59,37 | 82,60 | 56,71 | [km/h] |
| Velocidad promedio | 28,39 | 34,23 | 19,93 | [km/h] |
| Aceleración positiva máxima | 2,51 | 2,37 | 3,54 | [m/s ²] |
| Potencia máxima | 64,32 | 84,38 | 80,92 | [kW] |
| Torque máximo | 6066,17 | 6119,02 | 6816,22 | [Nm] |
| Energía positiva total | 4,64 | 6,77 | 3,91 | [kWh] |
| Rendimiento | 0,23 | 0,25 | 0,29 | [kWh/km] |

Realizado por: Dávila & López, 2023

4.1.3. Energía consumida en rueda

El consumo energético del vehículo eléctrico se muestra en la Tabla 4-5, la principal energía que demanda un mayor consumo es la pendiente para las tres rutas, la energía debido a la aerodinámica en la ruta 2 es más elevada por lo que en su circulación se llega a velocidades altas mientras que en la ruta 3 es baja por la velocidad promedio que no superaba los 19,93 km/h.

Tabla 4-5: Resultados de la energía consumida en rueda

| Energía Consumida | Ruta 1 | | Ruta 2 | | Ruta 3 | | Unidades |
|-------------------|--------|------|--------|------|--------|------|----------|
| E. Aerodinámica | 0,15 | 3% | 0,27 | 4% | 0,06 | 1% | [kWh] |
| E. Rodadura | 0,49 | 10% | 0,64 | 9% | 0,30 | 8% | [kWh] |
| E. Pendiente | 2,14 | 46% | 3,03 | 45% | 2,19 | 56% | [kWh] |
| E. Inercia | 1,86 | 40% | 2,83 | 42% | 1,37 | 35% | [kWh] |
| E. total en rueda | 4,64 | 100% | 6,77 | 100% | 3,91 | 100% | [kWh] |

Realizado por: Dávila & López, 2023

4.2. Resultados de la comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería

Los valores mostrados en la Tabla 4-6, la energía total consumida dinámicamente y la energía obtenida a partir del porcentaje visualizado en el tablero de instrumentos tienen una diferencia debido a que esta última energía es consumida tanto por la dinámica del vehículo y por los accesorios activados del vehículo actuando en todo el viaje aun estando el vehículo en reposo.

En cada caso la variación es distinta por diferentes condiciones de viaje, como lo es el caso de la ruta 3, en la cual se incluye el consumo de energía por parte del aire acondicionado. Estos cálculos se realizaron tomando en cuenta la eficiencia tanto mecánica como energética de los componentes del tren motriz (batería, inversor, motor eléctrico, multiplicador de par).

A partir de la capacidad de la batería del vehículo eléctrico (53,61 kWh), se multiplicó por la diferencia entre el valor inicial y final del porcentaje mostrado en el tablero de instrumentos, obteniendo la energía consumida por el vehículo en batería.

Tabla 4-6: Comparación de la energía obtenida en rueda y el consumo de la batería

| Parámetros | Ruta 1 | Ruta 2 | Ruta 3 | Unidades |
|--|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Energía obtenida a partir del porcentaje visualizado en el tablero | 3,22 | 5,36 | 3,22 | [kWh] |
| Energía positiva calculada en rueda | 4,64 | 6,77 | 3,91 | [kWh] |
| Energía negativa calculada en rueda | 3,10 | 4,58 | 3,13 | [kWh] |
| Energía liberada de la batería para el consumo en rueda | 5,46 | 7,97 | 4,61 | [kWh] |
| Energía recibida en batería debido a la regeneración | 2,63 | 3,89 | 2,66 | [kWh] |
| Energía total consumida dinámicamente | 2,83 | 4,08 | 1,95 | [kWh] |
| Variación entre energía en rueda y la visualizada en tablero | 0,38 | 1,28 | 1,26 | [kWh] |
| Porcentaje de variación entre energía en rueda y la visualizada en tablero | 11,90 | 23,84 | 39,25 | [%] |

Realizado por: Dávila & López, 2023

4.3. Resultados de la demanda energética del vehículo eléctrico debido a la variación geográfica

4.3.1. Variación geográfica de la ruta 1

De acuerdo con el ciclo típico de conducción (viaje 5), Automekano – Ficoa – Huachi Chico – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana – Automekano, las características principales de esta vía en su mayoría es asfalto y de dos carriles en cada dirección para el flujo vehicular, se considera una vía semi lenta por las zonas residenciales y comerciales, la elevación más relevante es al comenzar la Av. Manuela Sáenz saliendo del sector de Ficoa con un ángulo máximo de 11,64°, a partir de estas características se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 4-7: Características de la variación geográfica de la Ruta 1

| Parámetros | Ruta 1 | Unidades |
|----------------------------------|---------|----------|
| Altitud máxima | 2843,30 | [msnm] |
| Altitud mínima | 2519,80 | [msnm] |
| Variación de altitud | 323,50 | [m] |
| Energía debido a la pendiente | 2,14 | [kWh] |
| Energía total utilizada en ciclo | 4,64 | [kWh] |
| Porcentaje de energía utilizada | 46,12 | [%] |

Realizado por: Dávila & López, 2023

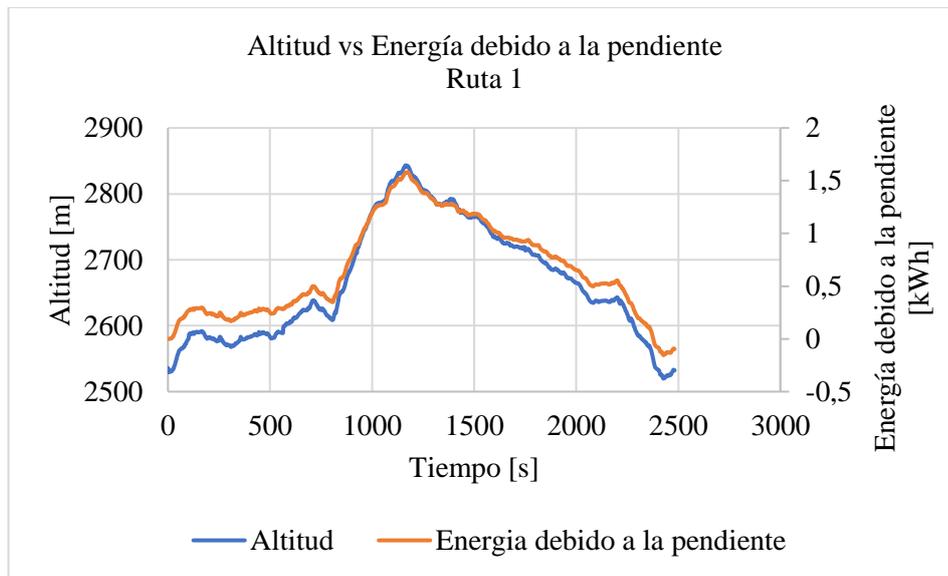


Ilustración 4-4: Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 1

Realizado por: Dávila & López, 2023

En el perfil de altitud de la ilustración 4-4, la altitud y la energía consumida por la resistencia a la pendiente son similares debido a que la energía consumida es proporcional a la altitud, considerando que el desfase es producido por los datos de altitud cuyo valor inicial en el recorrido es de 2519,80 m, teniendo una variación geográfica de 323,50 m, mientras que el consumo energético del vehículo se toma desde un valor inicial de consumo de 0 kWh, generando un consumo de energía debido a la pendiente de 2,14 kWh, que representa el 46,12% de la energía total consumida.

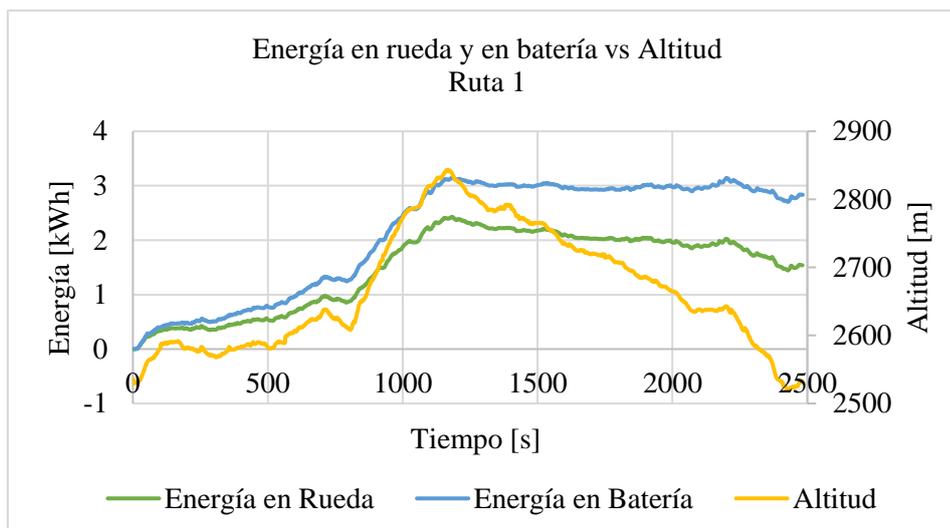


Ilustración 4-5: Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 1

Realizado por: Dávila & López, 2023

Mediante la ilustración 4-5, observamos que el consumo de energía en batería es mayor que el consumo en rueda por las pérdidas energéticas en los diferentes componentes del sistema de propulsión, y las energías llegan a un consumo de 3,1 kWh en batería y 2,4 kWh en rueda, en la altitud máxima del recorrido (2843,30 m) para luego debido a la regeneración mantener su promedio de energía consumida en 2,83 kWh y 1,54 kWh respectivamente.

4.3.2. Variación geográfica de la ruta 2

Con la determinación del ciclo típico (viaje 1) de la ruta 2 (Automekano – Ciauto y retorno) la cual incluye en la mayor parte de su recorrido una superficie asfaltada con un puente de hormigón, cuenta con dos carriles para circular en ambos sentidos, posee un sector de tráfico lento debido a que es una zona comercial y el sector rural donde se puede circular a velocidades medias por su menor concurrencia, cuenta con un tramo de la Vía El Carrizo donde presenta la mayor variación de elevación de 12,68°, ruta en la cual se tomaron los siguientes datos:

Tabla 4-8: Características de la variación geográfica de la Ruta 2

| Parámetros | Ruta 2 | Unidades |
|----------------------------------|---------|----------|
| Altitud máxima | 2824,80 | [msnm] |
| Altitud mínima | 2510,40 | [msnm] |
| Variación de altitud | 314,40 | [m] |
| Energía debido a la pendiente | 3,03 | [kWh] |
| Energía total utilizada en ciclo | 6,77 | [kWh] |
| Porcentaje de energía utilizada | 44,76 | [%] |

Realizado por: Dávila & López, 2023

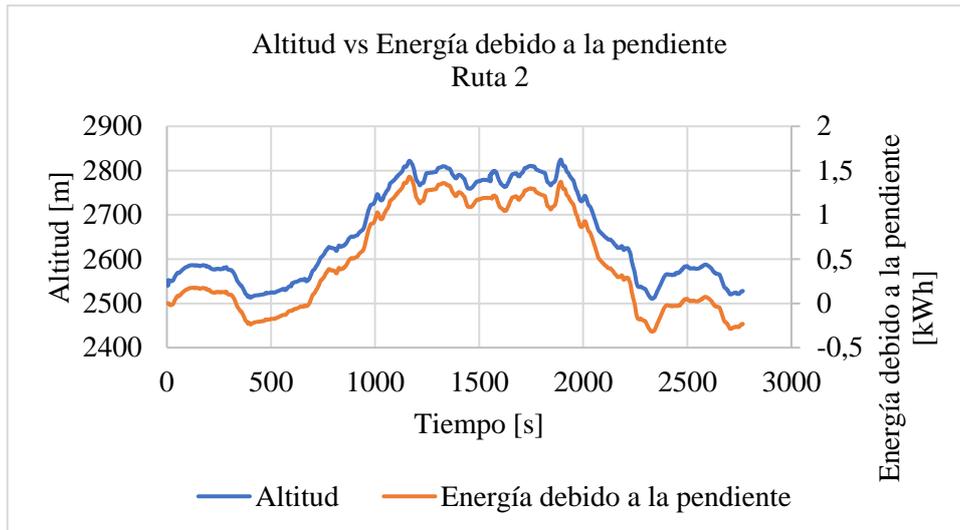


Ilustración 4-6: Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 2

Realizado por: Dávila & López, 2023

La altitud inicial en el recorrido es de 2529,80 m, con una variación geográfica de 314,40 m (Ilustración 4-6), generando un consumo de energía debido a la pendiente de 3,03 kWh, que representa el 44,76% de la energía total consumida.

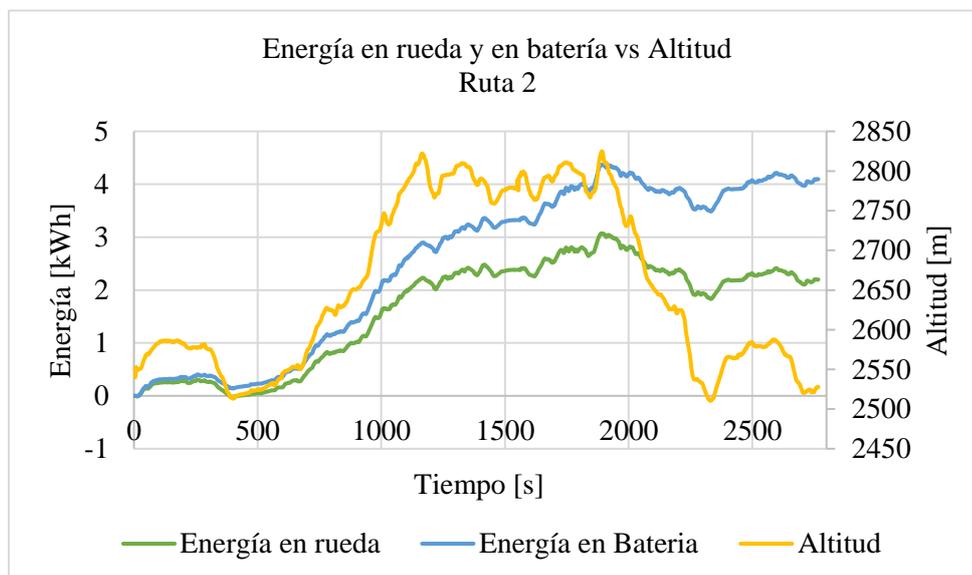


Ilustración 4-7: Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 2

Realizado por: Dávila & López, 2023

Los valores de las energías, 4,36 kWh en batería y 3,06 kWh en rueda, mostrados en la Ilustración 4-7, representan el máximo consumo en la altitud máxima del recorrido (2824,80 m) para posteriormente mantener su promedio de energía consumida debido a la regeneración que produce el vehículo de 4,09 kWh y 2,20 kWh en cada una de las energías. Además, observamos que el consumo de energía en batería es mayor que el consumo en rueda por las pérdidas energéticas en

los diferentes componentes del sistema de propulsión.

4.3.3. Variación geográfica de la ruta 3

Mediante la determinación del ciclo típico de conducción (viaje 5), Automekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno, la elevación más relevante es el sector de la Av. Yahaira, con un ángulo de $12,73^\circ$ la calzada está compuesta por asfalto y hormigón, consta de dos y cuatro carriles para el flujo vehicular, se considera una vía lenta por las zonas comerciales, y a partir de estas características se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 4-9: Características de la variación geográfica de la Ruta 3

| Parámetros | Ruta 3 | Unidades |
|----------------------------------|---------|----------|
| Altitud máxima | 2781,90 | [msnm] |
| Altitud mínima | 2517,80 | [msnm] |
| Variación de altitud | 264,10 | [m] |
| Energía debido a la pendiente | 2,19 | [kWh] |
| Energía total utilizada en ciclo | 3,91 | [kWh] |
| Porcentaje de energía utilizada | 56,01 | [%] |

Realizado por: Dávila & López, 2023

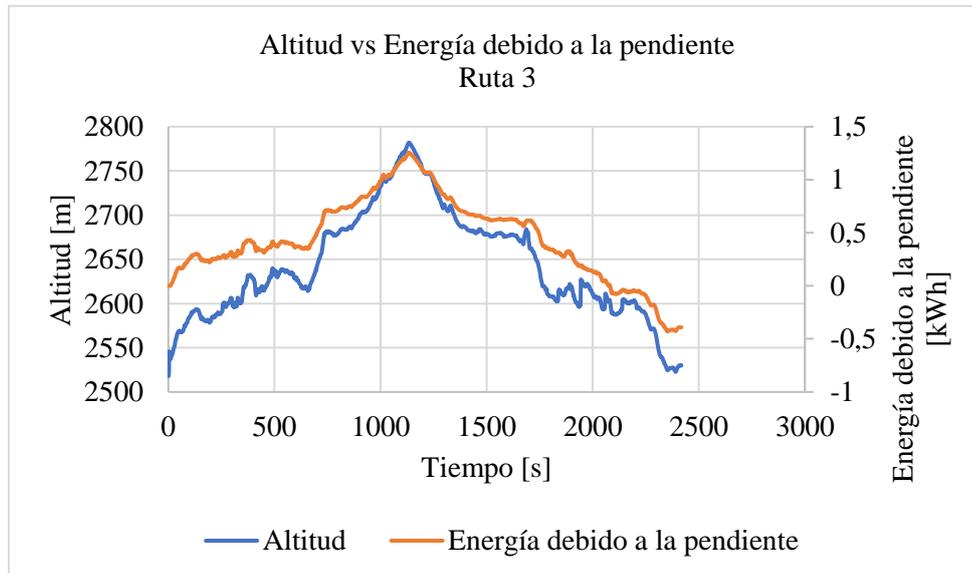


Ilustración 4-8: Altitud vs Energía debido a la pendiente Ruta 3

Realizado por: Dávila & López, 2023

El consumo de energía debido a la pendiente es de 2,19 kWh, que representa el 56,01% de la energía total consumida, existe un desfase entre las gráficas producido por los límites superior e inferior en el eje de la energía con respecto al eje de la altitud donde el vehículo parte desde una elevación de 2517,80 m, teniendo una variación geográfica de 264,10 m, terminando en el mismo punto de partida mostrada en la Ilustración 4-8.

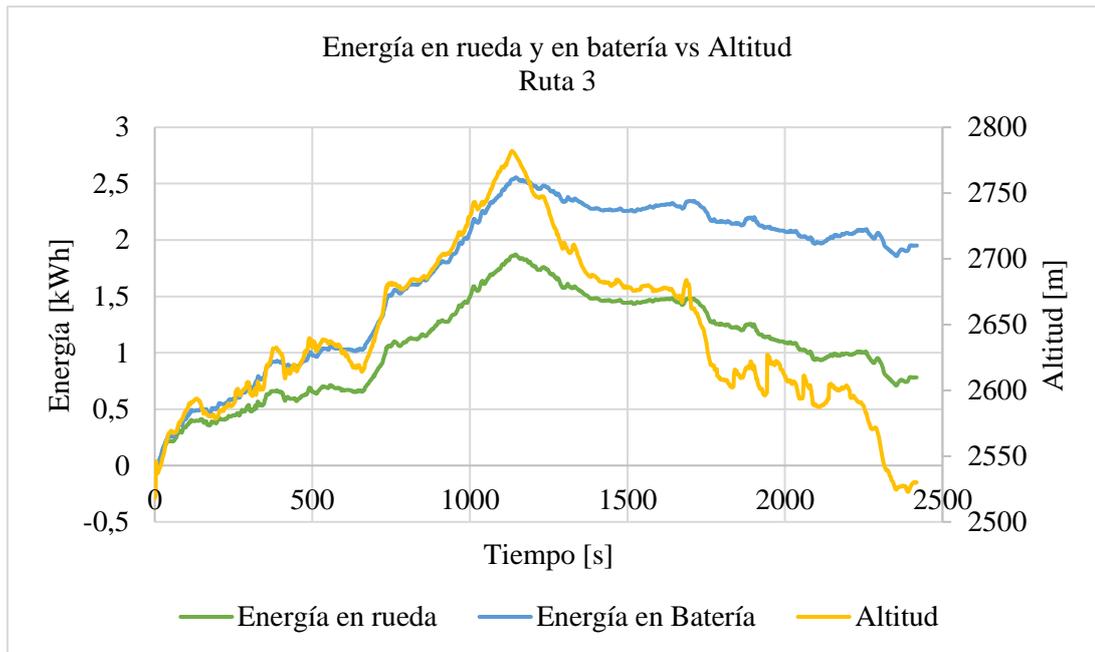


Ilustración 4-9: Energía en rueda y en batería vs Altitud Ruta 3

Realizado por: Dávila & López, 2023

La altitud máxima del recorrido es de 2781,90 m en las que las energías consumidas en batería y rueda son de 2,54 kWh y 1,86 kWh respectivamente, por lo que la diferencia es notable debido a las pérdidas que existen en el sistema de propulsión del vehículo, además, mediante la regeneración en el transcurso del recorrido se llegó a un valor final de 1,95 kWh en batería y 0,78 kWh en rueda.

4.4. Propuesta de protocolo para realizar el registro de datos de un vehículo eléctrico

El registro de datos se desarrolló como se indica a continuación:

1. Para la instrumentación con los sensores de voltaje y corriente se debe verificar que el vehículo este completamente apagado, desconectar el fusible principal, esperar al menos 15 minutos hasta que des energice el sistema eléctrico.
2. Usar botas y guantes adecuados para corriente eléctrica y retirar la tapa del inversor, conectar el sensor de voltaje en la entrada al inversor al igual que el sensor de corriente, cerrar la tapa del inversor correctamente y reconectar el fusible extraído.
3. Conectar el instrumento de medición a una alimentación de 12V e iniciar su aplicación.
4. Conectar el escáner ELM 327 OBDII y encender el GPS VBOX.
5. Iniciar la recolección de datos con los equipos instalados.
6. Durante todo el recorrido conducir con normalidad el vehículo respetando las leyes de tránsito.
7. Al terminar el ciclo de conducción guardar los datos tanto manuales como digitales.
8. Realizar el recorrido al menos 8 veces por cada ruta para poder determinar un ciclo de conducción típico más preciso.
9. Al terminar la toma de datos realizar el mismo proceso inicial para poder retirar los sensores de voltaje y amperaje tomando las medidas de seguridad anteriormente descritas para retirar los equipos y evitar daños tanto al vehículo como a la persona que realiza la toma de datos.
10. Realizar el análisis de los datos para determinar el consumo de energía del vehículo.

CONCLUSIONES

Mediante herramientas de medición, GPS y OBD II, se recopiló parámetros como velocidad, tiempo y posición, a través de la aplicación del método directo o técnica On Board, realizando una conducción normal, se mostró el comportamiento real de manejo en condiciones de tráfico urbano en la ciudad de Ambato.

Se determinó el ciclo de conducción representativo de cada una de las rutas para la ciudad de Ambato, que corresponde al recorrido 5 de la ruta 1 partiendo desde Automekano, Ficoa, Huachi Chico generando un consumo de energía en rueda de 4,64 kWh. El recorrido 1 de la ruta 2 partiendo de Ciauto hasta Automekano y viceversa con un consumo de energía en rueda de 6,77 kWh. Y para la ruta 3 se tomó el recorrido 5 partiendo desde Automekano – Yahaira – Huachi Chico y retorno, dando un consumo de energía en rueda de 3,91 kWh.

A partir de las energías calculadas en rueda se obtuvo los valores de consumo y regeneración de energía en la batería considerando las pérdidas por eficiencia tanto mecánica como eléctricamente, paralelamente se calculó el consumo mediante datos tomados manualmente del tablero de instrumentos con respecto al porcentaje de batería restante, dando como resultados en la Ruta 1, Ruta 2 y Ruta 3 las diferencias de energía consumida de 0,38, 1,28 y 1,26 kWh respectivamente, siendo superiores los valores tomados del tablero en comparación con los calculados dinámicamente, por motivos de que los datos visualizados en el tablero poseen dos cifras significativas dejando un porcentaje de error, y por otra parte el consumo energético de los accesorios activados.

De acuerdo a la dinámica vehicular se determinó que la resistencia debido a la pendiente demanda un consumo de energía en rueda para la Ruta 1 de 2,14 kWh, Ruta 2 de 3,03 kWh y la Ruta 3 de 2,19 kWh lo cual reduce la autonomía del vehículo, esta fuerza opuesta que se genera es directamente proporcional al peso del vehículo y el ángulo de la pendiente, siempre y cuando el vehículo circule por pendientes ascendentes, esto implica mayor potencia y por lo tanto mayor consumo de energía, mientras que en sentido descendente se regenera la energía consumida por la pendiente aumentando la carga de la batería.

RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo estudios del mismo tipo en la Región Costa del Ecuador, utilizando un vehículo eléctrico de similares características para tener una comparativa del efecto de conducir en un entorno con poca variación de elevación, además realizar las pruebas en tramos totalmente descendentes y ascendentes como por ejemplo la vía Aloag – Sto. Domingo en las que se obtendrá una estimación más precisa del rendimiento y consumo energético.

Para un análisis completo del consumo de energía y regeneración del vehículo eléctrico se debe realizar una simulación en el software Matlab ingresando la información de los 3 ciclos típicos determinados en este estudio, el cual consta con los datos de tiempo, velocidad, distancia y altitud y así poder calcular las energías que se generan en el vehículo.

También es posible alcanzar una mayor precisión en los resultados relacionados con la determinación energética utilizando un analizador de potencia más actualizado, el cual permita considerar y garantizar la medición de la tensión y corriente, incluida la potencia en función del tiempo que duren los recorridos.

Este tipo de estudios ayudarán a la implementación de electrolineras en puntos estratégicos de la ciudad que cuenten con espacios adecuados y equipos con mejor tecnología teniendo como objetivo ofrecer a los usuarios de vehículos eléctricos una recarga rápida en un tiempo corto.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AEADE.** Boletín Sector Automotor en Cifras – AEADE. [en línea]. Quito: 29 de marzo, 2023. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2023/06/5.-Sector-en-Cifras-Resumen-Mayo.pdf>
2. **DUQUE SARMIENTO, Diego Andrés, & ROCANO YUNGA, Jaime Andrés.** Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana sede matriz Cuenca, 2018 [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
3. **GAD MUNICIPALIDAD AMBATO.** Plan de Desarrollo Territorial Ambato. [en línea]. Ambato: 7 de febrero, 2018. [Consulta: 13 junio 2023]. Disponible en: https://ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2023/02/03_PDOT_Ambato_2050.pdf
4. **GILLESPIE, T.** Fundamentals of Vehicle Dynamics [en línea]. Estados Unidos: SAE International, 2021. [Consulta: 21 junio 2023]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=ZuObEAAAQBAJ>
5. **HURTADO GÓMEZ, Alejandro.** Desarrollo de ciclos de conducción para el área metropolitana centro occidente [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. 2014. [Consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/678968ea-8824-461b-871c-9a28e5141655/content#:~:text=FTP%2075%20es%20una%20variante,con%20un%20arranque%20en%20caliente>
6. **KRISHNAN, Sibi.** "What are driving cycles and how to develop one for electric vehicle simulation?". Get Electric Vehicle [en línea], 2018. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://getelectricvehicle.com/driving-cycle/>
7. **MINISTERIO DE AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA.** Acciones lideradas por el MAE para contrarrestar el cambio climático en Ecuador. [en línea]. Quito. 2022. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/acciones-lideradas-por-el-mae-para-contrarrestar-el-cambio-climatico-en-ecuador/#:~:text=Cabe%20indicar%20que%20Ecuador%20es,promoviendo%20consumo%20responsable%20y%20sostenible.>

8. **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.** Balance Energético Nacional [en línea]. Quito. 2022. [Consulta: 14 junio 2023]. Disponible en: https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energie%CC%81tico_Nacional_2021-VF_opt.pdf
9. **MINISTERIO DE AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA.** MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de Co2 en Ecuador. [en línea]. Quito. 2022. [Consulta: 13 junio 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/#:~:text=%C2%BFSabes%20cu%C3%A1nto%20CO2%20produce%20Ecuador,de%20emisiones%20a%20nivel%20mundial>
10. **MITSUBISHI MOTORS.** ¿Qué es el torque y potencia en rueda de un vehículo? [en línea]. 18 enero 2021. [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/potencia-frenado-potencia-rueda/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20significa%20WHP%3F,se%20mide%20con%20un%20dinam%C3%B3metro>
11. **MONTECELOS, Jesús Trashorras.** Vehículos eléctricos [en línea]. Madrid-España, 2019. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FMqwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=veh%C3%ADculos+el%C3%A9ctricos&ots=sI8GFJA74P&sig=zRZAFkwwgig_AOpy5zG7GNWktWM#v=onepage&q=veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos&f=false
12. **MURIAS, Daniel.** Anatomía de un coche eléctrico. [en línea]. 5 abril 2020. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://www.motorpasion.com/coches-electricos/anatomia-coche-electrico-su-sencilla-mecanica-al-desnudo>
13. **OBDII.** Información sobre los dispositivos ELM327. [en línea]. 21 octubre 2017. [Consulta: 15 julio 2023]. Disponible en: <https://obd2-elm327.es/elm327-informacion-dispositivos>
14. **QUINCHIMBLA PISUÑA, Freddy Eduardo, & SOLÍS SANTAMARIA, Javier Milton.** Desarrollo de ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado para evaluar el rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo otto en el distrito metropolitano de quito [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Quito. 2017. [Consulta:

21 junio 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17000/1/CD-7578.pdf>

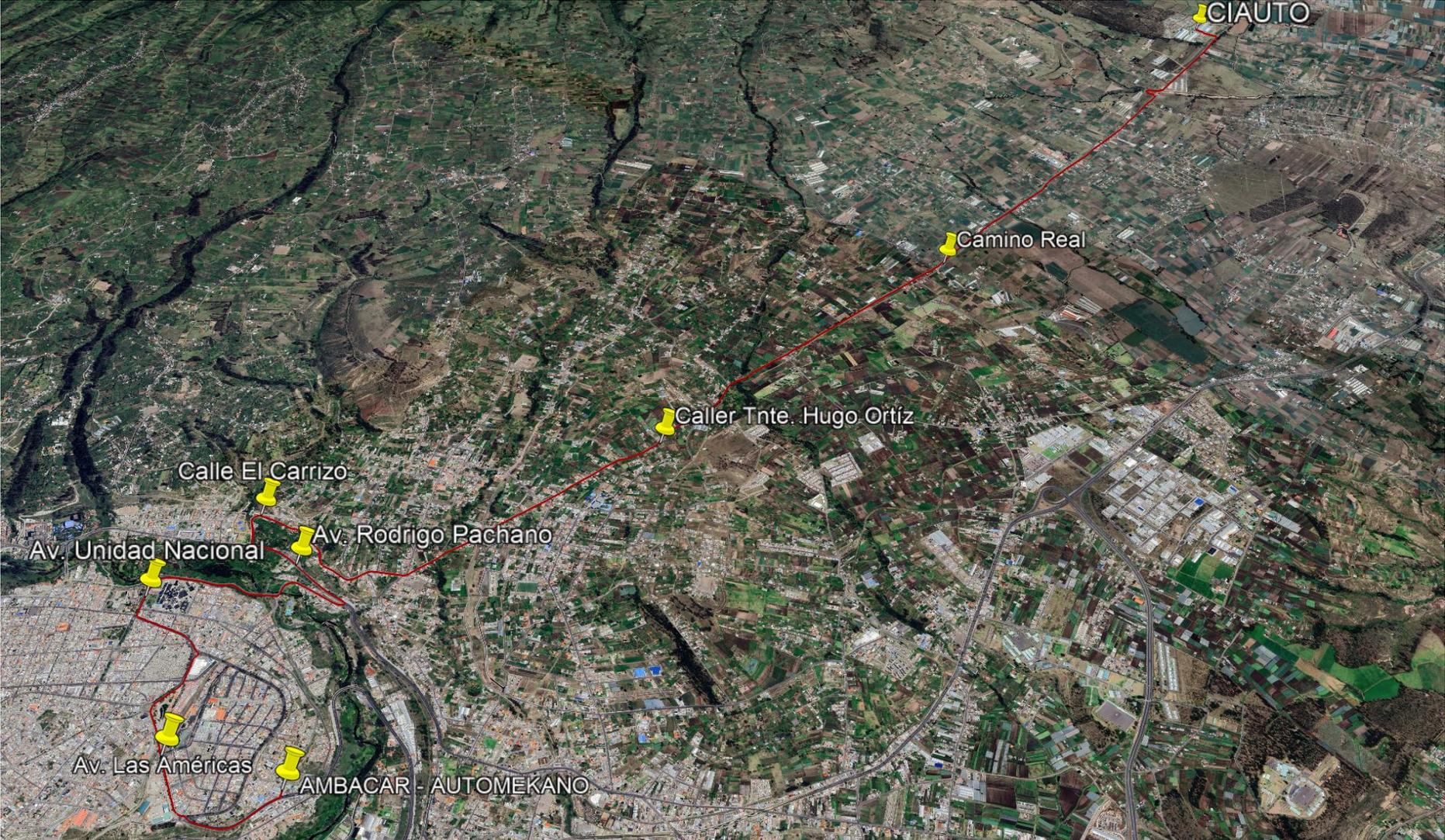
15. **SÁNCHEZ, Pablo.** Inspección de paneles solares en plantas fotovoltaicas mediante curvas corriente-voltaje (I-V) [en línea]. Valladolid. 2021. [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/51654/TFG-I-2125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. **SANDOVAL, Patricia.** La feria auto mundo, reflejo de la transición de la industria mundial y de la reactivación en Ecuador. [en línea]. 10 septiembre 2022. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/la-feria-automundo-reflejo-de-la-transicion-de-la-industria-mundial-y-de-la-reactivacion-en-ecuador-nota/>
17. **ÚBEDA, J & MARÍN, P.** “Vehículo Eléctrico: situación actual y perspectivas futuras”. Economía industrial [en línea]. 2019, [Consulta: 14 junio 2023]. ISSN 0422-2784. Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/411/FR%C3%8DAS%20Y%20ROM%C3%81N.pdf>
18. **VBOX MOTORSPORT.** VBOX Deporte. [en línea]. 15 abril 2019. [Consulta: 15 julio 2023]. Disponible en: https://www.vboxmotorsport.com/store/index.php?route=product/product&product_id=120
19. **VÉLEZ LOAIZA, Susana Caridad & VERA VANEGAS, Andrés Vicente.** Obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de la fuerza en rueda de vehículos eléctricos [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Cuenca. 2016. [Consulta: 3 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5739/1/12059.pdf>

ANEXOS

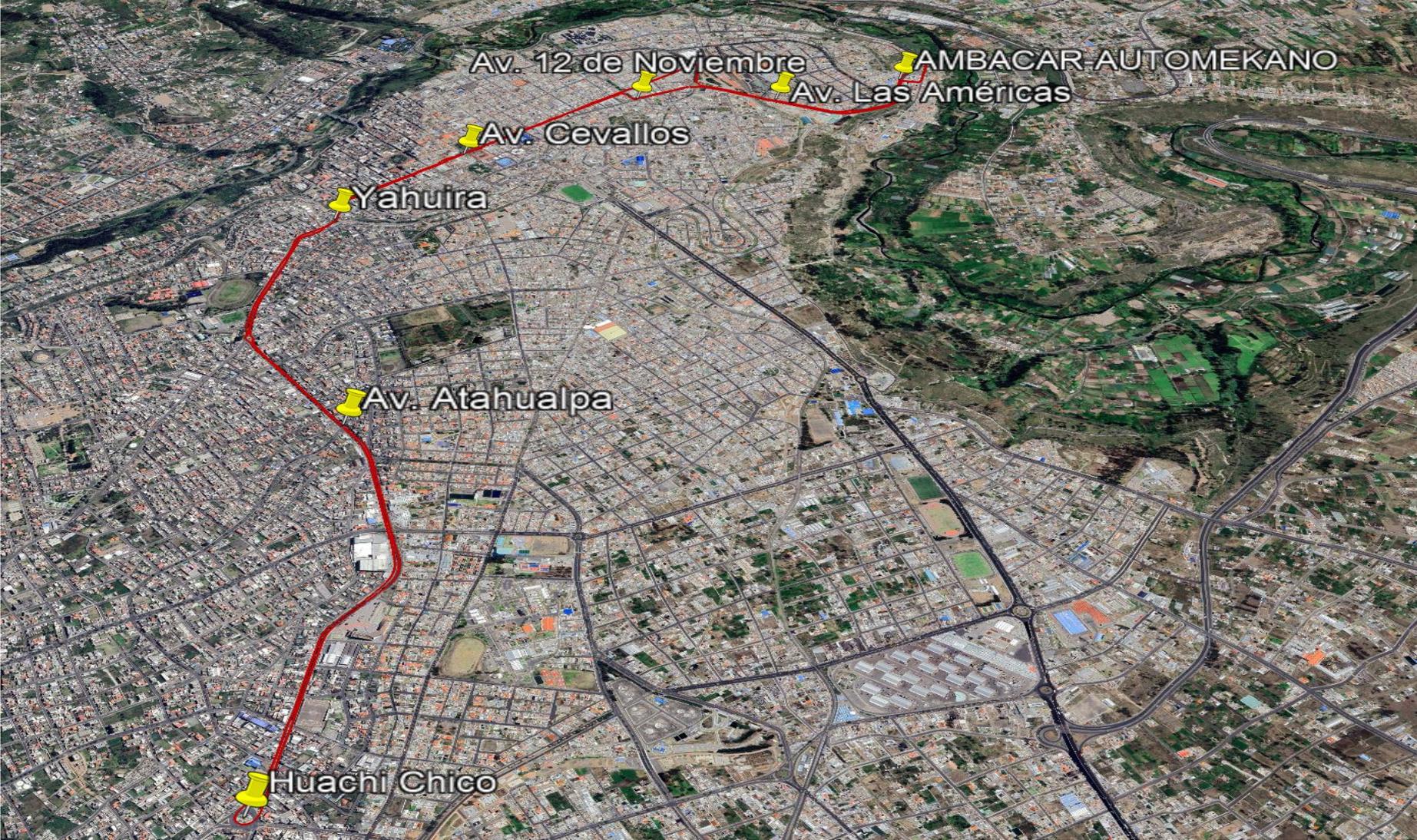
ANEXO A: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 1



ANEXO B: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 2



ANEXO C: PUNTOS PRINCIPALES DE LA RUTA 3



ANEXO D: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 1

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
RUTA 1**

AUTOMEKANO - FICOA - HUACHI CHICO Y RETORNO

| VIAJE | FECHA | HORA INICIO | HORA FIN | Δ TIEMPO | % CARGA BATERIA INICIAL | % CARGA BATERIA FINAL | Δ % CARGA | KM INICIO | KM FINAL | Δ KM | AUTONOMIA INICIAL | AUTONOMIA FINAL | Δ AUTONOMIA | MODO DE CONDUCCION | MODO DE REGENERACION | ESTADO AIRE ACONDICIONADO | # PERSONAS | T. AMB. °C | PRESION ATM kPa |
|-------|--------|-------------|----------|----------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|----------|------|-------------------|-----------------|-------------|--------------------|----------------------|---------------------------|------------|------------|-----------------|
| 1 | 16-ago | 11:22:00 | 12:16:00 | 0:54:00 | 76 | 70 | 6 | 394 | 414 | 20 | 275 | 252 | 23 | SPORT | STRONG | OFF | 4 | 19 | 103 |
| 2 | 16-ago | 14:05:00 | 14:57:00 | 0:52:00 | 60 | 53 | 7 | 441 | 461 | 20 | 217 | 191 | 26 | SPORT | STRONG | OFF | 4 | 28 | 102,8 |
| 3 | 17-ago | 8:59:00 | 9:51:00 | 0:52:00 | 43 | 36 | 7 | 487 | 507 | 20 | 156 | 128 | 28 | SPORT | STRONG | OFF | 3 | 22 | 103,1 |
| 4 | 17-ago | 9:54:00 | 10:58:00 | 1:04:00 | 36 | 29 | 7 | 507 | 527 | 20 | 128 | 99 | 29 | SPORT | STRONG | OFF | 3 | 27 | 103,3 |
| 5 | 18-ago | 7:45:00 | 8:37:00 | 0:52:00 | 94 | 88 | 6 | 555 | 575 | 20 | 329 | 314 | 15 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 18 | 103 |
| 6 | 18-ago | 8:40:00 | 9:34:00 | 0:54:00 | 88 | 82 | 6 | 575 | 595 | 20 | 314 | 297 | 17 | ECO | WEAK | OFF | 3 | 21 | 102,9 |
| 7 | 18-ago | 9:40:00 | 10:37:00 | 0:57:00 | 82 | 75 | 7 | 595 | 615 | 20 | 297 | 272 | 25 | ECO | WEAK | OFF | 4 | 27 | 102,9 |
| 8 | 18-ago | 17:38:00 | 18:31:00 | 0:53:00 | 36 | 30 | 6 | 725 | 744 | 19 | 119 | 110 | 9 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 21 | 102,5 |
| 9 | 29-ago | 12:05:00 | 13:14:00 | 1:09:00 | 93 | 86 | 7 | 1438 | 1457 | 19 | 334 | 308 | 26 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 21 | 103 |

ANEXO E: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 2

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
RUTA 2**

AUTOMEKANO - CIAUTO Y RETORNO

| VIAJE | FECHA | HORA INICIO | HORA FIN | Δ TIEMPO | % CARGA BATERIA INICIAL | % CARGA BATERIA FINAL | Δ %CARGA | KM INICIO | KM FINAL | Δ KM | AUTONOMIA INICIAL | AUTONOMIA FINAL | Δ AUTONOMIA | MODO DE CONDUCCION | MODO DE REGENERACION | ESTADO AIRE ACONDICIONADO | # PERSONAS | T. AMB. °C | PRESION ATM kPa |
|--------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | 16-ago | 12:19:00 | 12:51:00 | 0:32:00 | 70 | 63 | 7 | 414 | 428 | 14 | 252 | 227 | 25 | SPORT | STRONG | OFF | 3 | 22 | 103 |
| 2 | 16-ago | 13:34:00 | 13:56:00 | 0:22:00 | 63 | 60 | 3 | 428 | 441 | 13 | 227 | 217 | 10 | SPORT | STRONG | OFF | 3 | 25 | 101,4 |
| 3 | 16-ago | 14:58:00 | 15:26:00 | 0:28:00 | 53 | 47 | 6 | 461 | 474 | 13 | 191 | 168 | 23 | SPORT | STRONG | OFF | 3 | 29 | 102,7 |
| 4 | 17-ago | 11:01:00 | 11:28:00 | 0:27:00 | 29 | 22 | 7 | 527 | 541 | 14 | 99 | 80 | 19 | SPORT | STRONG | OFF | 3 | 33 | 103,1 |
| 5 | 18-ago | 12:22:00 | 12:49:00 | 0:27:00 | 66 | 60 | 6 | 642 | 656 | 14 | 236 | 217 | 19 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 29 | 102,8 |
| 6 | 18-ago | 13:37:00 | 13:59:00 | 0:22:00 | 60 | 57 | 3 | 656 | 669 | 13 | 217 | 205 | 12 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 28 | 102,7 |
| 7 | 29-ago | 11:15:00 | 12:02:00 | 0:47:00 | 99 | 93 | 6 | 1425 | 1438 | 13 | 347 | 334 | 13 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 18 | 103,2 |
| 8 | 29-ago | 13:16:00 | 13:38:00 | 0:22:00 | 86 | 78 | 8 | 1457 | 1471 | 14 | 308 | 282 | 26 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 20 | 103 |

ANEXO F: DATOS TOMADOS A MANO DE LA RUTA 3

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ
RUTA 3**

AUTOMEKANO – YAHUIRA – HUACHI CHICO Y RETORNO

| VIAJE | FECHA | HORA INICIO | HORA FIN | Δ TIEMPO | % CARGA BATERIA INICIAL | % CARGA BATERIA FINAL | Δ %CARGA | KM INICIO | KM FINAL | Δ KM | AUTONOMIA INICIAL | AUTONOMIA FINAL | Δ AUTONOMIA | MODO DE CONDUCCION | MODO DE REGENERACION | ESTADO AIRE ACONDICIONADO | # PERSONAS | T. AMB. °C | PRESION ATM kPa |
|--------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | 18-ago | 10:41:00 | 11:29:00 | 0:48:00 | 75 | 70 | 5 | 615 | 629 | 14 | 272 | 252 | 20 | ECO | WEAK | OFF | 4 | 29 | 102,9 |
| 2 | 18-ago | 11:32:00 | 12:20:00 | 0:48:00 | 70 | 66 | 4 | 629 | 642 | 13 | 252 | 236 | 16 | ECO | STRONG | OFF | 4 | 31 | 102,8 |
| 3 | 18-ago | 14:01:00 | 14:43:00 | 0:42:00 | 57 | 52 | 5 | 669 | 683 | 14 | 205 | 185 | 20 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 27 | 102,7 |
| 4 | 18-ago | 14:45:00 | 15:31:00 | 0:46:00 | 52 | 48 | 4 | 683 | 697 | 14 | 185 | 169 | 16 | ECO | STRONG | OFF | 3 | 32 | 102,5 |
| 5 | 18-ago | 15:35:00 | 16:31:00 | 0:56:00 | 48 | 42 | 6 | 697 | 711 | 14 | 169 | 144 | 25 | ECO | STRONG | ON | 3 | 33 | 102,4 |
| 6 | 18-ago | 16:39:00 | 17:34:00 | 0:55:00 | 42 | 36 | 6 | 711 | 725 | 14 | 144 | 119 | 25 | ECO | STRONG | ON | 3 | 28 | 102,4 |

ANEXO G: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 1

| PARAMETROS OBTENIDOS EN RUTA | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Tiempo | Altitud | Pendiente | Velocidad | Velocidad | Distancia | Aceleración |
| [s] | [msnm] | [rad] | [m/s] | [km/h] | [m] | [m/s ²] |
| 0 | 2529,2 | 0 | 0,033 | 0,120 | 0 | 0 |
| 59 | 2563,5 | 0,192 | 6,058 | 21,810 | 179,704 | 0,102 |
| 119 | 2589,3 | 0,073 | 5,692 | 20,490 | 352,500 | -0,006 |
| 179 | 2586,5 | -0,006 | 10,294 | 37,060 | 479,583 | 0,077 |
| 239 | 2576,6 | -0,015 | 12,356 | 44,480 | 679,500 | 0,034 |
| 299 | 2569,9 | -0,012 | 5,825 | 20,970 | 545,417 | -0,109 |
| 359 | 2580,9 | 0,038 | 3,900 | 14,040 | 291,750 | -0,032 |
| 419 | 2585,4 | 0,013 | 7,542 | 27,150 | 343,250 | 0,061 |
| 479 | 2588,1 | 0,012 | 0,217 | 0,780 | 232,750 | -0,122 |
| 539 | 2590,7 | 0,016 | 5,256 | 18,920 | 164,167 | 0,084 |
| 599 | 2606,1 | 0,033 | 10,339 | 37,220 | 467,833 | 0,085 |
| 659 | 2623,3 | 0,025 | 12,767 | 45,960 | 693,167 | 0,040 |
| 719 | 2637,1 | 0,020 | 10,611 | 38,200 | 701,333 | -0,036 |
| 779 | 2616 | -0,035 | 9,272 | 33,380 | 596,500 | -0,022 |
| 839 | 2645,3 | 0,050 | 10,119 | 36,430 | 581,750 | 0,014 |
| 899 | 2689,4 | 0,063 | 13,156 | 47,360 | 698,250 | 0,051 |
| 959 | 2743 | 0,064 | 14,756 | 53,120 | 837,333 | 0,027 |
| 1019 | 2783,5 | 0,051 | 11,986 | 43,150 | 802,250 | -0,046 |
| 1079 | 2807,8 | 0,030 | 15,214 | 54,770 | 816,000 | 0,054 |
| 1139 | 2830,8 | 0,030 | 10,736 | 38,650 | 778,500 | -0,075 |
| 1199 | 2827,5 | -0,005 | 9,497 | 34,190 | 607,000 | -0,021 |
| 1259 | 2805,2 | -0,065 | 1,861 | 6,700 | 340,750 | -0,127 |
| 1319 | 2784,1 | -0,108 | 4,689 | 16,880 | 196,500 | 0,047 |
| 1379 | 2791,1 | 0,046 | 0,342 | 1,230 | 150,917 | -0,072 |
| 1439 | 2771,9 | -0,273 | 2,031 | 7,310 | 71,167 | 0,028 |
| 1499 | 2764,7 | -0,030 | 6,056 | 21,800 | 242,583 | 0,067 |
| 1559 | 2752 | -0,026 | 10,547 | 37,970 | 498,083 | 0,075 |
| 1619 | 2734,1 | -0,042 | 3,744 | 13,480 | 428,750 | -0,113 |
| 1679 | 2721,5 | -0,079 | 1,578 | 5,680 | 159,667 | -0,036 |
| 1739 | 2716,9 | -0,096 | 0,025 | 0,090 | 48,083 | -0,026 |
| 1799 | 2707,4 | -0,087 | 3,606 | 12,980 | 108,917 | 0,060 |
| 1859 | 2692,3 | -0,034 | 11,261 | 40,540 | 446,000 | 0,128 |
| 1919 | 2682 | -0,014 | 14,019 | 50,470 | 758,417 | 0,046 |
| 1979 | 2670,1 | -0,015 | 11,881 | 42,770 | 777,000 | -0,036 |
| 2039 | 2651,2 | -0,049 | 1,086 | 3,910 | 389,000 | -0,180 |
| 2099 | 2638 | -0,048 | 8,022 | 28,880 | 273,250 | 0,116 |
| 2159 | 2636,6 | -0,004 | 5,219 | 18,790 | 397,250 | -0,047 |
| 2219 | 2637,7 | 0,003 | 5,850 | 21,060 | 332,083 | 0,011 |
| 2279 | 2603,8 | -0,068 | 10,678 | 38,440 | 495,833 | 0,080 |
| 2339 | 2575,8 | -0,047 | 9,125 | 32,850 | 594,083 | -0,026 |
| 2399 | 2533,7 | -0,093 | 5,919 | 21,310 | 451,333 | -0,053 |
| 2459 | 2525,3 | -0,025 | 5,156 | 18,560 | 332,250 | -0,013 |
| 2482 | 2532,3 | 0,104 | 0,683 | 2,460 | 67,147 | -0,194 |

DINÁMICA DEL VEHÍCULO

| Coefficiente de rodadura | Fuerza Aerodinámica | Resistencia Rodadura | Resistencia Pendiente | Resistencia de Inercia | Fuerza en Rueda | Torque en rueda | Potencia en Rueda | Energía en Rueda | Energía (+) | Energía (-) |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| [-] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [kW] | [kWh] | [kWh] | [kWh] |
| 0,010 | 0,001 | 193,748 | 0 | 0 | 193,748 | 66,902 | 0,006 | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 17,586 | 190,270 | 3698,044 | 201,684 | 4107,584 | 1418,361 | 24,885 | 0,408 | 0,408 | 0,000 |
| 0,010 | 15,521 | 193,301 | 1418,067 | -12,069 | 1614,820 | 557,602 | 9,191 | 0,153 | 0,153 | 0,000 |
| 0,010 | 50,776 | 194,069 | -113,118 | 151,508 | 283,236 | 97,802 | 2,916 | 0,049 | 0,049 | 0,000 |
| 0,010 | 73,144 | 194,239 | -282,281 | 67,845 | 52,947 | 18,283 | 0,654 | 0,011 | 0,011 | 0,000 |
| 0,010 | 16,257 | 193,811 | -238,003 | -214,964 | -242,899 | -83,874 | -1,415 | -0,024 | 0,000 | -0,024 |
| 0,010 | 7,288 | 193,638 | 730,496 | -63,365 | 868,058 | 299,743 | 3,385 | 0,056 | 0,056 | 0,000 |
| 0,010 | 27,251 | 193,880 | 254,003 | 119,872 | 595,005 | 205,457 | 4,487 | 0,075 | 0,075 | 0,000 |
| 0,010 | 0,022 | 193,734 | 224,755 | -241,115 | 177,398 | 61,256 | 0,038 | 0,001 | 0,001 | 0,000 |
| 0,010 | 13,234 | 193,784 | 306,849 | 165,863 | 679,730 | 234,713 | 3,572 | 0,060 | 0,060 | 0,000 |
| 0,010 | 51,215 | 193,971 | 637,772 | 167,326 | 1050,285 | 362,667 | 10,859 | 0,181 | 0,181 | 0,000 |
| 0,010 | 78,092 | 194,244 | 480,758 | 79,914 | 833,009 | 287,641 | 10,635 | 0,177 | 0,177 | 0,000 |
| 0,010 | 53,948 | 194,060 | 381,233 | -70,954 | 558,288 | 192,778 | 5,924 | 0,099 | 0,099 | 0,000 |
| 0,010 | 41,193 | 193,876 | -685,343 | -44,072 | -494,346 | -170,699 | -4,584 | -0,076 | 0,000 | -0,076 |
| 0,010 | 49,064 | 193,812 | 975,815 | 27,888 | 1246,579 | 430,448 | 12,615 | 0,210 | 0,210 | 0,000 |
| 0,010 | 82,922 | 193,959 | 1223,668 | 99,939 | 1600,489 | 552,654 | 21,055 | 0,351 | 0,351 | 0,000 |
| 0,010 | 104,319 | 194,147 | 1240,231 | 52,667 | 1591,364 | 549,503 | 23,481 | 0,391 | 0,391 | 0,000 |
| 0,010 | 68,835 | 193,975 | 978,096 | -91,161 | 1149,745 | 397,010 | 13,781 | 0,230 | 0,230 | 0,000 |
| 0,010 | 110,901 | 194,524 | 576,969 | 106,248 | 988,641 | 341,381 | 15,041 | 0,251 | 0,251 | 0,000 |
| 0,010 | 55,226 | 194,024 | 572,408 | -147,394 | 674,264 | 232,825 | 7,239 | 0,121 | 0,121 | 0,000 |
| 0,010 | 43,216 | 194,010 | -105,332 | -40,780 | 91,114 | 31,462 | 0,865 | 0,014 | 0,014 | 0,000 |
| 0,010 | 1,660 | 193,337 | -1267,959 | -251,355 | -1324,318 | -457,291 | -2,465 | -0,041 | 0,000 | -0,041 |
| 0,010 | 10,534 | 192,672 | -2080,444 | 93,081 | -1784,156 | -616,075 | -8,366 | -0,139 | 0,000 | -0,139 |
| 0,010 | 0,056 | 193,539 | 898,663 | -143,096 | 949,162 | 327,749 | 0,324 | 0,005 | 0,005 | 0,000 |
| 0,010 | 1,976 | 186,569 | -5227,099 | 55,593 | -4982,962 | -1720,632 | -10,118 | -0,169 | 0,000 | -0,169 |
| 0,010 | 17,570 | 193,748 | -575,053 | 132,490 | -231,245 | -79,850 | -1,400 | -0,023 | 0,000 | -0,023 |
| 0,010 | 53,300 | 194,030 | -494,012 | 147,851 | -98,832 | -34,127 | -1,042 | -0,017 | 0,000 | -0,017 |

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

| Velocidad angular de la rueda | Velocidad angular del motor | Torque del motor | Potencia del motor | Eficiencia motora a rueda | Carga | Potencia eléctrica de la batería | Potencia eléctrica [+] | Energía |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------|----------------------------------|------------------------|---------|
| [rpm] | [rpm] | [Nm] | [kW] | [%] | [%] | [kW] | [kW] | [kWh] |
| 0,922 | 8,296 | 7,585 | 0,007 | 98,000 | 11,338 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 167,542 | 1507,880 | 162,727 | 25,695 | 96,847 | 11,473 | 29,315 | 29,315 | 0,480 |
| 157,402 | 1416,619 | 63,106 | 9,362 | 98,178 | 11,317 | 10,827 | 10,827 | 0,180 |
| 284,691 | 2562,220 | 12,527 | 3,361 | 86,747 | 12,809 | 3,435 | 3,435 | 0,057 |
| 341,691 | 3075,217 | 2,717 | 0,875 | 74,767 | 14,861 | 0,771 | 0,771 | 0,013 |
| 161,089 | 1449,805 | -11,550 | -1,754 | 80,684 | 13,771 | -1,667 | 0,000 | 0,000 |
| 107,854 | 970,685 | 33,383 | 3,393 | 99,766 | 11,137 | 3,988 | 3,988 | 0,066 |
| 208,564 | 1877,072 | 24,433 | 4,803 | 93,435 | 11,892 | 5,286 | 5,286 | 0,088 |
| 5,992 | 53,927 | 4,656 | 0,026 | 146,181 | 7,601 | 0,045 | 0,045 | 0,001 |
| 145,342 | 1308,074 | 28,186 | 3,861 | 92,525 | 12,009 | 4,208 | 4,208 | 0,070 |
| 285,920 | 2573,282 | 42,707 | 11,508 | 94,355 | 11,776 | 12,792 | 12,792 | 0,213 |
| 353,060 | 3177,540 | 33,371 | 11,104 | 95,772 | 11,602 | 12,528 | 12,528 | 0,209 |
| 293,448 | 2641,036 | 21,183 | 5,859 | 101,116 | 10,988 | 6,979 | 6,979 | 0,116 |
| 256,422 | 2307,796 | -19,772 | -4,778 | 95,926 | 11,583 | -5,400 | 0,000 | 0,000 |
| 279,852 | 2518,664 | 49,068 | 12,942 | 97,471 | 11,399 | 14,860 | 14,860 | 0,248 |
| 363,815 | 3274,332 | 63,608 | 21,810 | 96,538 | 11,510 | 24,803 | 24,803 | 0,413 |
| 408,062 | 3672,562 | 62,802 | 24,153 | 97,220 | 11,429 | 27,662 | 27,662 | 0,461 |
| 331,474 | 2983,265 | 44,147 | 13,792 | 99,921 | 11,120 | 16,234 | 16,234 | 0,271 |
| 420,738 | 3786,638 | 39,714 | 15,748 | 95,511 | 11,633 | 17,719 | 17,719 | 0,295 |
| 296,905 | 2672,148 | 24,998 | 6,995 | 103,486 | 10,737 | 8,528 | 8,528 | 0,142 |
| 262,644 | 2363,797 | 3,180 | 0,787 | 109,932 | 10,107 | 1,019 | 1,019 | 0,017 |
| 51,469 | 463,218 | -54,233 | -2,631 | 93,688 | 11,860 | -2,903 | 0,000 | 0,000 |
| 129,670 | 1167,034 | -68,966 | -8,428 | 99,256 | 11,194 | -9,855 | 0,000 | 0,000 |
| 9,449 | 85,039 | 35,801 | 0,319 | 101,719 | 10,923 | 0,382 | 0,382 | 0,006 |
| 56,155 | 505,392 | -194,555 | -10,297 | 98,266 | 11,307 | -11,919 | 0,000 | 0,000 |
| 167,465 | 1507,188 | -7,795 | -1,230 | 113,813 | 9,763 | -1,650 | 0,000 | 0,000 |

ANEXO H: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 2

| PARAMETROS OBTENIDOS EN RUTA | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Tiempo | Altitud | Pendiente | Velocidad | Velocidad | Distancia | Aceleración |
| [s] | [msnm] | [rad] | [m/s] | [km/h] | [m] | [m/s ²] |
| 0 | 2549,2 | 0,000 | 0,128 | 0,460 | 0,000 | 0,000 |
| 65 | 2550,5 | 0,053 | 0,633 | 2,280 | 24,736 | 0,008 |
| 131 | 2549 | -0,058 | 0,144 | 0,520 | 25,667 | -0,007 |
| 197 | 2540,2 | 0,000 | 0,086 | 0,310 | 7,608 | -0,001 |
| 263 | 2539,8 | -0,061 | 0,111 | 0,400 | 6,508 | 0,000 |
| 329 | 2541,2 | 0,085 | 0,386 | 1,390 | 16,408 | 0,004 |
| 395 | 2542,5 | 0,067 | 0,206 | 0,740 | 19,525 | -0,003 |
| 461 | 2542,2 | -0,037 | 0,042 | 0,150 | 8,158 | -0,002 |
| 527 | 2551,9 | 0,000 | 0,011 | 0,040 | 1,742 | 0,000 |
| 593 | 2552,8 | 0,049 | 0,550 | 1,980 | 18,517 | 0,008 |
| 659 | 2552,4 | -0,012 | 0,447 | 1,610 | 32,908 | -0,002 |
| 725 | 2552 | -0,009 | 0,869 | 3,130 | 43,450 | 0,006 |
| 791 | 2551,5 | -0,007 | 1,292 | 4,650 | 71,317 | 0,006 |
| 857 | 2550,8 | -0,005 | 2,717 | 9,780 | 132,275 | 0,022 |
| 923 | 2550,1 | -0,003 | 3,886 | 13,990 | 217,892 | 0,018 |
| 989 | 2549,9 | -0,001 | 5,292 | 19,050 | 302,867 | 0,021 |
| 1055 | 2549,8 | 0,000 | 6,511 | 23,440 | 389,492 | 0,018 |
| 1121 | 2549,9 | 0,000 | 7,347 | 26,450 | 457,325 | 0,013 |
| 1187 | 2549,9 | 0,000 | 7,769 | 27,970 | 498,850 | 0,006 |
| 1253 | 2549,9 | 0,000 | 8,247 | 29,690 | 528,550 | 0,007 |
| 1319 | 2549,6 | -0,001 | 7,353 | 26,470 | 514,800 | -0,014 |
| 1385 | 2550,2 | 0,001 | 6,992 | 25,170 | 473,367 | -0,005 |
| 1451 | 2550,5 | 0,001 | 7,800 | 28,080 | 488,125 | 0,012 |
| 1517 | 2550,6 | 0,000 | 8,464 | 30,470 | 536,708 | 0,010 |
| 1583 | 2550,8 | 0,000 | 9,411 | 33,880 | 589,875 | 0,014 |
| 1649 | 2550,8 | 0,000 | 10,139 | 36,500 | 645,150 | 0,011 |
| 1715 | 2550,9 | 0,000 | 10,875 | 39,150 | 693,458 | 0,011 |
| 1781 | 2551,2 | 0,000 | 11,350 | 40,860 | 733,425 | 0,007 |
| 1847 | 2551,4 | 0,000 | 11,883 | 42,780 | 766,700 | 0,008 |
| 1913 | 2551,8 | 0,001 | 12,308 | 44,310 | 798,325 | 0,006 |
| 1979 | 2552,3 | 0,001 | 12,803 | 46,090 | 828,667 | 0,007 |
| 2045 | 2553 | 0,001 | 13,167 | 47,400 | 856,992 | 0,006 |
| 2111 | 2553,8 | 0,001 | 13,369 | 48,130 | 875,692 | 0,003 |
| 2177 | 2554,7 | 0,001 | 13,633 | 49,080 | 891,092 | 0,004 |
| 2243 | 2555,8 | 0,001 | 13,797 | 49,670 | 905,208 | 0,002 |
| 2309 | 2556,9 | 0,001 | 13,700 | 49,320 | 907,408 | -0,001 |
| 2375 | 2558,1 | 0,001 | 13,839 | 49,820 | 908,783 | 0,002 |
| 2441 | 2559 | 0,001 | 13,831 | 49,790 | 913,092 | 0,000 |
| 2507 | 2559,8 | 0,001 | 13,889 | 50,000 | 914,742 | 0,001 |
| 2573 | 2560,7 | 0,001 | 13,658 | 49,170 | 909,058 | -0,003 |
| 2639 | 2561,6 | 0,001 | 13,603 | 48,970 | 899,617 | -0,001 |
| 2705 | 2562,4 | 0,001 | 13,319 | 47,950 | 888,433 | -0,004 |
| 2767 | 2528 | -0,079 | 0,711 | 2,560 | 434,947 | -0,203 |

DINÁMICA DEL VEHÍCULO

| Coefficiente de rodadura | Fuerza Aerodinámica | Resistencia Rodadura | Resistencia Pendiente | Resistencia de Inercia | Fuerza en Rueda | Torque en rueda | Potencia en Rueda | Energía en Rueda | Energía (+) | Energía (-) |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| [-] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [kW] | [kWh] | [kWh] | [kWh] |
| 0,010 | 0,008 | 193,748 | 0,000 | 0,000 | 193,755 | 66,904 | 0,025 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,190 | 193,480 | 1018,235 | 15,361 | 1227,266 | 423,779 | 0,777 | 0,014 | 0,014 | 0,000 |
| 0,010 | 0,010 | 193,416 | -1132,291 | -14,630 | -953,494 | -329,244 | -0,138 | -0,003 | 0,000 | -0,003 |
| 0,010 | 0,004 | 193,748 | 0,000 | -1,746 | 192,005 | 66,300 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,006 | 193,381 | -1190,766 | 0,748 | -996,631 | -344,140 | -0,111 | -0,002 | 0,000 | -0,002 |
| 0,010 | 0,070 | 193,041 | 1653,102 | 8,229 | 1854,443 | 640,345 | 0,716 | 0,013 | 0,013 | 0,000 |
| 0,010 | 0,020 | 193,318 | 1289,996 | -5,403 | 1477,931 | 510,334 | 0,304 | 0,006 | 0,006 | 0,000 |
| 0,010 | 0,001 | 193,616 | -712,453 | -4,904 | -523,739 | -180,849 | -0,022 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,000 | 193,748 | 0,000 | -0,914 | 192,833 | 66,586 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,143 | 193,519 | 941,707 | 16,126 | 1151,495 | 397,615 | 0,633 | 0,012 | 0,012 | 0,000 |
| 0,010 | 0,095 | 193,733 | -235,500 | -3,076 | -44,747 | -15,451 | -0,020 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,357 | 193,740 | -178,364 | 12,635 | 28,368 | 9,796 | 0,025 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,789 | 193,745 | -135,836 | 12,635 | 71,332 | 24,631 | 0,092 | 0,002 | 0,002 | 0,000 |
| 0,010 | 3,488 | 193,756 | -102,531 | 42,642 | 137,355 | 47,429 | 0,373 | 0,007 | 0,007 | 0,000 |
| 0,010 | 7,138 | 193,775 | -62,243 | 34,995 | 173,664 | 59,967 | 0,675 | 0,012 | 0,012 | 0,000 |
| 0,010 | 13,235 | 193,809 | -12,794 | 42,060 | 236,309 | 81,598 | 1,250 | 0,023 | 0,023 | 0,000 |
| 0,010 | 20,037 | 193,851 | -4,974 | 36,491 | 245,405 | 84,739 | 1,598 | 0,029 | 0,029 | 0,000 |
| 0,010 | 25,514 | 193,887 | 4,237 | 25,020 | 248,657 | 85,862 | 1,827 | 0,033 | 0,033 | 0,000 |
| 0,010 | 28,530 | 193,908 | 0,000 | 12,635 | 235,073 | 81,171 | 1,826 | 0,033 | 0,033 | 0,000 |
| 0,010 | 32,147 | 193,934 | 0,000 | 14,297 | 240,378 | 83,003 | 1,982 | 0,036 | 0,036 | 0,000 |
| 0,010 | 25,552 | 193,888 | -11,291 | -26,766 | 181,383 | 62,632 | 1,334 | 0,024 | 0,024 | 0,000 |
| 0,010 | 23,104 | 193,871 | 24,558 | -10,806 | 230,727 | 79,671 | 1,613 | 0,030 | 0,030 | 0,000 |
| 0,010 | 28,755 | 193,910 | 11,908 | 24,189 | 258,761 | 89,351 | 2,018 | 0,037 | 0,037 | 0,000 |
| 0,010 | 33,858 | 193,947 | 3,610 | 19,866 | 251,281 | 86,768 | 2,127 | 0,039 | 0,039 | 0,000 |
| 0,010 | 41,861 | 194,007 | 6,569 | 28,345 | 270,782 | 93,502 | 2,548 | 0,047 | 0,047 | 0,000 |
| 0,010 | 48,585 | 194,060 | 0,000 | 21,778 | 264,424 | 91,306 | 2,681 | 0,049 | 0,049 | 0,000 |
| 0,010 | 55,896 | 194,120 | 2,794 | 22,028 | 274,838 | 94,902 | 2,989 | 0,055 | 0,055 | 0,000 |

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

| Velocidad angular de la rueda | Velocidad angular del motor | Torque del motor | Potencia del motor | Eficiencia motora a rueda | Carga | Potencia eléctrica de la batería | Potencia eléctrica [+] | Energía |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------|----------------------------------|------------------------|---------|
| [rpm] | [rpm] | [Nm] | [kW] | [%] | [%] | [kW] | [kW] | [kWh] |
| 3,534 | 31,803 | 7,586 | 0,025 | 98,000 | 11,338 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 17,515 | 157,633 | 48,193 | 0,796 | 97,703 | 11,372 | 0,916 | 0,916 | 0,017 |
| 3,995 | 35,951 | -37,468 | -0,141 | 97,637 | 11,380 | -0,162 | 0,000 | 0,000 |
| 2,381 | 21,432 | 7,500 | 0,017 | 98,217 | 11,313 | 0,019 | 0,019 | 0,000 |
| 3,073 | 27,655 | -39,011 | -0,113 | 98,018 | 11,336 | -0,130 | 0,000 | 0,000 |
| 10,678 | 96,101 | 72,680 | 0,731 | 97,895 | 11,350 | 0,843 | 0,843 | 0,015 |
| 5,685 | 51,161 | 57,810 | 0,310 | 98,087 | 11,328 | 0,358 | 0,358 | 0,007 |
| 1,152 | 10,371 | -20,551 | -0,022 | 97,778 | 11,364 | -0,026 | 0,000 | 0,000 |
| 0,307 | 2,765 | 7,541 | 0,002 | 98,113 | 11,325 | 0,003 | 0,003 | 0,000 |
| 15,210 | 136,891 | 45,234 | 0,648 | 97,668 | 11,376 | 0,746 | 0,746 | 0,014 |
| 12,368 | 111,311 | -1,781 | -0,021 | 96,393 | 11,527 | -0,024 | 0,000 | 0,000 |
| 24,044 | 216,399 | 1,231 | 0,028 | 88,447 | 12,562 | 0,029 | 0,029 | 0,001 |
| 35,721 | 321,487 | 2,913 | 0,098 | 93,964 | 11,825 | 0,109 | 0,109 | 0,002 |
| 75,129 | 676,161 | 5,782 | 0,409 | 91,139 | 12,191 | 0,440 | 0,440 | 0,008 |
| 107,470 | 967,228 | 7,131 | 0,722 | 93,434 | 11,892 | 0,795 | 0,795 | 0,015 |
| 146,340 | 1317,061 | 9,651 | 1,331 | 93,945 | 11,827 | 1,473 | 1,473 | 0,027 |
| 180,064 | 1620,573 | 9,954 | 1,689 | 94,589 | 11,747 | 1,882 | 1,882 | 0,035 |
| 203,186 | 1828,676 | 9,972 | 1,910 | 95,666 | 11,615 | 2,152 | 2,152 | 0,039 |
| 214,863 | 1933,764 | 9,323 | 1,888 | 96,739 | 11,486 | 2,152 | 2,152 | 0,039 |
| 228,076 | 2052,680 | 9,547 | 2,052 | 96,607 | 11,501 | 2,335 | 2,335 | 0,043 |
| 203,340 | 1830,059 | 6,847 | 1,312 | 101,637 | 10,932 | 1,571 | 1,571 | 0,029 |
| 193,353 | 1740,180 | 8,930 | 1,627 | 99,126 | 11,209 | 1,900 | 1,900 | 0,035 |
| 215,708 | 1941,369 | 10,360 | 2,106 | 95,828 | 11,595 | 2,378 | 2,378 | 0,044 |
| 234,067 | 2106,607 | 10,026 | 2,212 | 96,156 | 11,555 | 2,505 | 2,505 | 0,046 |
| 260,263 | 2342,364 | 10,870 | 2,666 | 95,574 | 11,626 | 3,002 | 3,002 | 0,055 |
| 280,389 | 2523,503 | 10,559 | 2,790 | 96,081 | 11,564 | 3,158 | 3,158 | 0,058 |

ANEXO I: CÁLCULOS DE ENERGÍAS, RUTA 3

| PARAMETROS OBTENIDOS EN RUTA | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Tiempo | Altitud | Pendiente | Velocidad | Velocidad | Distancia | Aceleración |
| [s] | [msnm] | [rad] | [m/s] | [km/h] | [m] | [m/s ²] |
| 0 | 2517,8 | 0,000 | 0,397 | 1,430 | 0,000 | 0,000 |
| 62 | 2519,7 | 0,096 | 0,244 | 0,880 | 19,892 | -0,002 |
| 125 | 2519,3 | -0,033 | 0,136 | 0,490 | 11,988 | -0,002 |
| 188 | 2523,1 | 0,846 | 0,025 | 0,090 | 5,075 | -0,002 |
| 251 | 2545,5 | 0,000 | 0,461 | 1,660 | 15,313 | 0,007 |
| 314 | 2545,9 | 0,027 | 0,011 | 0,040 | 14,875 | -0,007 |
| 377 | 2537,1 | -0,303 | 0,925 | 3,330 | 29,488 | 0,015 |
| 440 | 2537,1 | 0,000 | 1,650 | 5,940 | 81,113 | 0,012 |
| 503 | 2537 | -0,001 | 2,358 | 8,490 | 126,263 | 0,011 |
| 566 | 2537,3 | 0,002 | 3,008 | 10,830 | 169,050 | 0,010 |
| 629 | 2537,3 | 0,000 | 4,933 | 17,760 | 250,163 | 0,031 |
| 692 | 2537,5 | 0,001 | 5,700 | 20,520 | 334,950 | 0,012 |
| 755 | 2538,3 | 0,002 | 6,842 | 24,630 | 395,063 | 0,018 |
| 818 | 2539,2 | 0,002 | 7,725 | 27,810 | 458,850 | 0,014 |
| 881 | 2539,8 | 0,001 | 8,931 | 32,150 | 524,650 | 0,019 |
| 944 | 2540,6 | 0,001 | 9,928 | 35,740 | 594,038 | 0,016 |
| 1007 | 2541 | 0,001 | 10,114 | 36,410 | 631,313 | 0,003 |
| 1070 | 2541,7 | 0,001 | 10,550 | 37,980 | 650,913 | 0,007 |
| 1133 | 2542,2 | 0,001 | 11,100 | 39,960 | 681,975 | 0,009 |
| 1196 | 2542,9 | 0,001 | 11,258 | 40,530 | 704,288 | 0,003 |
| 1259 | 2543,5 | 0,001 | 11,281 | 40,610 | 709,975 | 0,000 |
| 1322 | 2544,4 | 0,001 | 12,181 | 43,850 | 739,025 | 0,014 |
| 1385 | 2545,3 | 0,001 | 12,786 | 46,030 | 786,450 | 0,010 |
| 1448 | 2547 | 0,002 | 13,175 | 47,430 | 817,775 | 0,006 |
| 1511 | 2548,1 | 0,001 | 13,342 | 48,030 | 835,275 | 0,003 |
| 1574 | 2549 | 0,001 | 13,464 | 48,470 | 844,375 | 0,002 |
| 1637 | 2549,7 | 0,001 | 13,525 | 48,690 | 850,150 | 0,001 |
| 1700 | 2550,6 | 0,001 | 13,658 | 49,170 | 856,275 | 0,002 |
| 1763 | 2550,8 | 0,000 | 13,219 | 47,590 | 846,650 | -0,007 |
| 1826 | 2551,9 | 0,001 | 13,264 | 47,750 | 834,225 | 0,001 |
| 1889 | 2552,7 | 0,001 | 13,197 | 47,510 | 833,525 | -0,001 |
| 1952 | 2553,9 | 0,001 | 13,169 | 47,410 | 830,550 | 0,000 |
| 2015 | 2555,8 | 0,002 | 12,900 | 46,440 | 821,188 | -0,004 |
| 2078 | 2557,4 | 0,002 | 12,611 | 45,400 | 803,600 | -0,005 |
| 2141 | 2558,1 | 0,001 | 12,253 | 44,110 | 783,213 | -0,006 |
| 2204 | 2559,1 | 0,001 | 12,128 | 43,660 | 767,988 | -0,002 |
| 2267 | 2560,6 | 0,002 | 12,083 | 43,500 | 762,650 | -0,001 |
| 2330 | 2560,6 | 0,000 | 12,261 | 44,140 | 766,850 | 0,003 |
| 2393 | 2561,3 | 0,001 | 12,389 | 44,600 | 776,475 | 0,002 |
| 2418 | 2530,1 | -0,203 | 0,006 | 0,020 | 154,931 | -0,495 |

DINÁMICA DEL VEHÍCULO

| Coefficiente de rodadura | Fuerza Aerodinámica | Resistencia Rodadura | Resistencia Pendiente | Resistencia de Inercia | Fuerza en Rueda | Torque en rueda | Potencia en Rueda | Energía en Rueda | Energía (+) | Energía (-) |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| [-] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [kW] | [kWh] | [kWh] | [kWh] |
| 0,010 | 0,071 | 193,748 | 0,000 | 0,000 | 193,819 | 66,926 | 0,077 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,027 | 192,862 | 1850,625 | -4,867 | 2038,647 | 703,951 | 0,498 | 0,009 | 0,009 | 0,000 |
| 0,010 | 0,008 | 193,640 | -646,498 | -3,396 | -456,247 | -157,543 | -0,062 | -0,001 | 0,000 | -0,001 |
| 0,010 | 0,000 | 128,422 | 14507,202 | -3,483 | 14632,141 | 5052,522 | 0,366 | 0,006 | 0,006 | 0,000 |
| 0,010 | 0,096 | 193,748 | 0,000 | 13,672 | 207,516 | 71,656 | 0,096 | 0,002 | 0,002 | 0,000 |
| 0,010 | 0,000 | 193,677 | 521,002 | -14,107 | 700,572 | 241,910 | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,010 | 0,388 | 184,919 | -5782,036 | 28,650 | -5568,080 | -1922,675 | -5,150 | -0,090 | 0,000 | -0,090 |
| 0,010 | 1,233 | 193,751 | 0,000 | 22,728 | 217,712 | 75,177 | 0,359 | 0,006 | 0,006 | 0,000 |
| 0,010 | 2,519 | 193,756 | -15,345 | 22,206 | 203,136 | 70,143 | 0,479 | 0,008 | 0,008 | 0,000 |
| 0,010 | 4,100 | 193,762 | 34,383 | 20,377 | 252,622 | 87,231 | 0,760 | 0,013 | 0,013 | 0,000 |
| 0,010 | 11,025 | 193,799 | 0,000 | 60,347 | 265,171 | 91,564 | 1,308 | 0,023 | 0,023 | 0,000 |
| 0,010 | 14,718 | 193,822 | 11,569 | 24,034 | 244,142 | 84,303 | 1,392 | 0,024 | 0,024 | 0,000 |
| 0,010 | 21,204 | 193,864 | 39,234 | 35,790 | 290,092 | 100,170 | 1,985 | 0,035 | 0,035 | 0,000 |
| 0,010 | 27,032 | 193,906 | 38,002 | 27,692 | 286,632 | 98,975 | 2,214 | 0,039 | 0,039 | 0,000 |
| 0,010 | 36,128 | 193,975 | 22,157 | 37,793 | 290,054 | 100,156 | 2,590 | 0,045 | 0,045 | 0,000 |
| 0,010 | 44,647 | 194,044 | 26,092 | 31,262 | 296,045 | 102,225 | 2,939 | 0,051 | 0,051 | 0,000 |
| 0,010 | 46,337 | 194,058 | 12,276 | 5,834 | 258,505 | 89,263 | 2,614 | 0,046 | 0,046 | 0,000 |
| 0,010 | 50,419 | 194,093 | 20,836 | 13,672 | 279,019 | 96,346 | 2,944 | 0,052 | 0,052 | 0,000 |
| 0,010 | 55,813 | 194,140 | 14,205 | 17,242 | 281,399 | 97,168 | 3,124 | 0,055 | 0,055 | 0,000 |
| 0,010 | 57,416 | 194,154 | 19,257 | 4,964 | 275,790 | 95,231 | 3,105 | 0,054 | 0,054 | 0,000 |
| 0,010 | 57,643 | 194,156 | 16,374 | 0,697 | 268,869 | 92,841 | 3,033 | 0,053 | 0,053 | 0,000 |
| 0,010 | 67,208 | 194,242 | 23,595 | 28,214 | 313,259 | 108,169 | 3,816 | 0,067 | 0,067 | 0,000 |
| 0,010 | 74,057 | 194,306 | 22,172 | 18,984 | 309,518 | 106,878 | 3,958 | 0,069 | 0,069 | 0,000 |
| 0,010 | 78,630 | 194,349 | 40,276 | 12,191 | 325,447 | 112,378 | 4,288 | 0,075 | 0,075 | 0,000 |
| 0,010 | 80,632 | 194,368 | 25,515 | 5,225 | 305,741 | 105,573 | 4,079 | 0,071 | 0,071 | 0,000 |
| 0,010 | 82,116 | 194,383 | 20,651 | 3,832 | 300,982 | 103,930 | 4,052 | 0,071 | 0,071 | 0,000 |
| 0,010 | 82,863 | 194,390 | 15,953 | 1,916 | 295,122 | 101,907 | 3,992 | 0,070 | 0,070 | 0,000 |

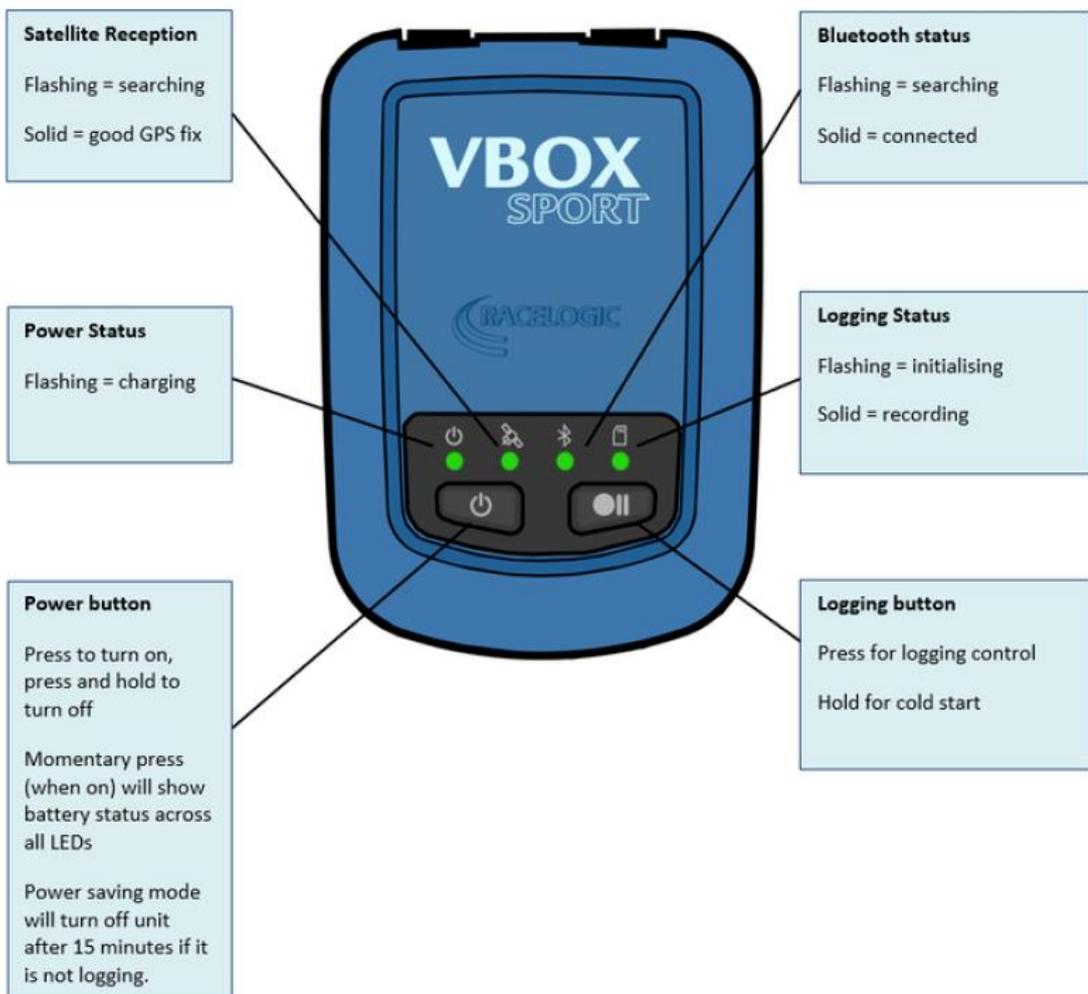
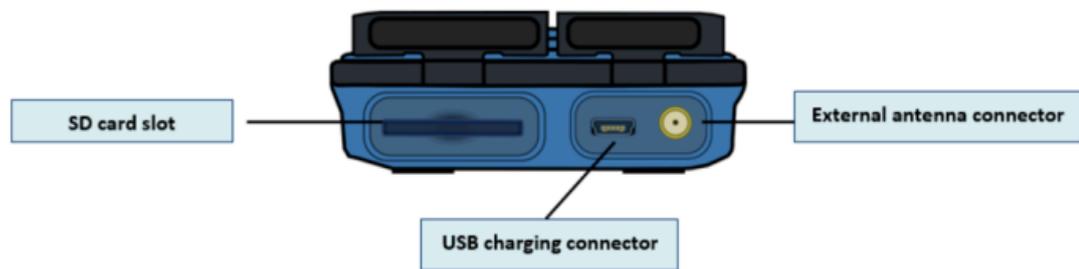
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

| Velocidad angular de la rueda | Velocidad angular del motor | Torque del motor | Potencia del motor | Eficiencia motora a rueda | Carga | Potencia eléctrica de la batería | Potencia eléctrica [+] | Energía |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------|----------------------------------|------------------------|---------|
| [rpm] | [rpm] | [Nm] | [kW] | [%] | [%] | [kW] | [kW] | [kWh] |
| 10,985 | 98,866 | 7,588 | 0,079 | 98,000 | 11,338 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 6,760 | 60,841 | 79,767 | 0,508 | 98,057 | 11,331 | 0,587 | 0,587 | 0,010 |
| 3,764 | 33,877 | -17,894 | -0,063 | 97,823 | 11,358 | -0,073 | 0,000 | 0,000 |
| 0,691 | 6,222 | 572,815 | 0,373 | 98,006 | 11,337 | 0,431 | 0,431 | 0,008 |
| 12,752 | 114,768 | 8,254 | 0,099 | 96,459 | 11,519 | 0,113 | 0,113 | 0,002 |
| 0,307 | 2,765 | 27,293 | 0,008 | 98,481 | 11,283 | 0,009 | 0,009 | 0,000 |
| 25,581 | 230,226 | -217,718 | -5,249 | 98,122 | 11,324 | -6,067 | 0,000 | 0,000 |
| 45,630 | 410,674 | 8,739 | 0,376 | 95,580 | 11,625 | 0,423 | 0,423 | 0,007 |
| 65,219 | 586,974 | 8,164 | 0,502 | 95,469 | 11,638 | 0,564 | 0,564 | 0,010 |
| 83,195 | 748,755 | 10,084 | 0,791 | 96,120 | 11,560 | 0,895 | 0,895 | 0,016 |
| 136,431 | 1227,875 | 10,954 | 1,409 | 92,874 | 11,964 | 1,541 | 1,541 | 0,027 |
| 157,633 | 1418,693 | 9,786 | 1,454 | 95,715 | 11,609 | 1,639 | 1,639 | 0,029 |
| 189,205 | 1702,846 | 11,697 | 2,086 | 95,153 | 11,677 | 2,338 | 2,338 | 0,041 |
| 213,634 | 1922,702 | 11,485 | 2,312 | 95,757 | 11,603 | 2,608 | 2,608 | 0,046 |
| 246,973 | 2222,757 | 11,714 | 2,727 | 94,998 | 11,696 | 3,051 | 3,051 | 0,053 |
| 274,551 | 2470,959 | 11,887 | 3,076 | 95,553 | 11,628 | 3,462 | 3,462 | 0,061 |
| 279,698 | 2517,281 | 10,176 | 2,682 | 97,467 | 11,400 | 3,080 | 3,080 | 0,054 |
| 291,758 | 2625,826 | 11,053 | 3,039 | 96,849 | 11,473 | 3,468 | 3,468 | 0,061 |
| 306,969 | 2762,718 | 11,180 | 3,235 | 96,565 | 11,506 | 3,680 | 3,680 | 0,064 |
| 311,347 | 2802,126 | 10,844 | 3,182 | 97,574 | 11,387 | 3,658 | 3,658 | 0,064 |
| 311,962 | 2807,657 | 10,533 | 3,097 | 97,938 | 11,345 | 3,573 | 3,573 | 0,063 |
| 336,851 | 3031,661 | 12,532 | 3,979 | 95,905 | 11,586 | 4,495 | 4,495 | 0,079 |
| 353,598 | 3182,380 | 12,298 | 4,098 | 96,564 | 11,506 | 4,662 | 4,662 | 0,082 |
| 364,352 | 3279,172 | 12,857 | 4,415 | 97,118 | 11,441 | 5,051 | 5,051 | 0,088 |
| 368,962 | 3320,654 | 12,019 | 4,180 | 97,596 | 11,385 | 4,805 | 4,805 | 0,084 |

ANEXO J: GUÍA DEL USUARIO DE VBOX SPORT



01 - VBOX Sport Hardware overview



03 - VBOX Sport GPS

Tall buildings or trees can block GPS signals, causing a reduction in the number and quality of satellites being tracked, leading to inaccurate position measurements and a noisy velocity signal.



GPS works best in open areas

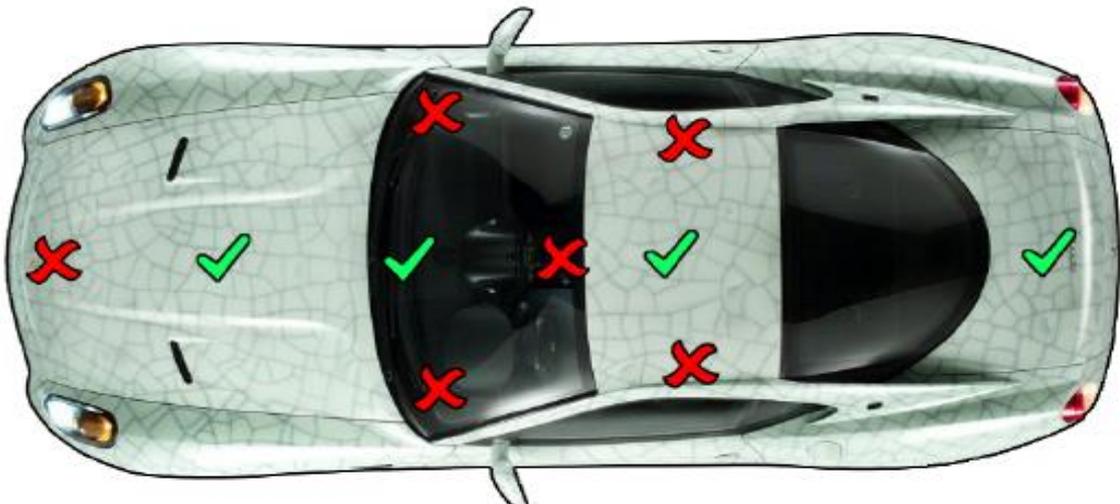


Avoid tree lined roads

Obtaining the best GPS Quality

Placement of the GPS antenna is crucial to the quality of the data recorded by the VBOX Sport. Any metal close to a GPS antenna can disturb the signal in an unpredictable way due to interference from reflections of weak GPS signals.

For the best results, use an external GPS antenna in the centre of a metal roof away from any roof bars or radio antennas. Do not mount the antenna close to the edge of the roof as reflections from the ground may interfere with the signals. If mounting inside the vehicle and using the internal antenna, place the VBOX Sport on the dashboard as far forward as possible in the centre of the windscreen. Avoid the edges as reflections from the A-pillars will cause problems.



ANEXO K: CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL VE DFSK GLORY E3

| | |
|--|---|
| Dimensiones | |
| Largo (mm) | 4385 |
| Anchura (mm) | 1850 |
| Altura (mm) | 1650 |
| Distancia entre Ejes (mm) | 2655 |
| Distancia entre ruedas por Eje (del/tras)(mm) | 1580/1581 |
| Distancia mínima al Suelo (mm) | 180 |
| Número de asientos (mm) | 5 |
| Peso en orden de Marcha (MOM) / Peso Máx. Aut. (PMA) Kgs | 1765 / 2065 |
| Motor / Baterías | |
| Motor | Electrico 100% |
| Potencia Máxima (KW/CV) | 120/163 |
| Par Máximo (N.m) | 300 |
| Velocidad Máxima (Km/h) | 160 |
| Baterías | Litio Ternario |
| Capacidad de la Bateria (kwh) | 53,61 |
| Autonomía NEDC / WLTP en ciudad (Km) | 405 / 329 |
| Tiempo de Carga (H) | Carga rápida 30 min. (20%-80%), Carga Normal 8 h. |
| Transmision | |
| Cambio | Automático |
| Carrocería | |
| Suspensión | Tracción delantera |
| Tipo de Suspension Delantera | Independiente Mc Pherson |
| Tipo de Suspension Trasera | Suspensión independiente de barra de torsión |
| Tipo de Freno | Freno de Disco (delante / atrás) |
| Tipo de Freno de estacionamiento | Freno de estacionamiento electronico |
| Dirección | Control Electrónico |
| Rueda | 225/55 R18 |
| Llanta de la rueda | Llanta de aluminio |
| Acabado llanta | Cromado |
| Seguridad | |
| Cinturón de seguridad ELR (3) | • |
| Recordatorio de uso del Cinturón de seguridad | • |
| ISO - FIX / Bloqueo de Seguridad para niños | • |
| Airbag Frontal Doble (2) | • |
| Airbags laterales (2) | • |
| Airbags laterales de cortina (2) | • |
| Sistema de Control de presión de Neumaticos | • |
| Sensor de Aparcamiento con Cámara de visión trasera | Delante / Detrás |
| Antirrobo | • |
| Cierre centralizado | 2 unidades / llaves |
| Mando a distancia | Llave Inteligente (conducción y apertura sin llave) |
| Sistema de Antibloqueo de frenos (ABS + EBD)(EBA+BAS+BA) | • |
| Control de estabilidad y tracción (ESP + ESC)(TCS + ASR + TEC) | • |
| HAC/HDC Retención Aut. de vehiculo en rampa /Ctrl. descenso | • |
| EDR (Caja Negra) | • |
| Exterior | |
| Techo Panorámico | • |
| Antena | Forma de aleta |
| Limpiaparabrisas Automático | • |
| Protección inferior del motor | • |
| Retrovisores exteriores con control electrónico y calefacción | • |
| Interior | |
| Volante Multifuncional | • |
| Pantalla tras volante Digital (Tres modos de apariencia) | Normal / Sport / Future |



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 31 / 01 / 2024

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR(S) |
| Nombres – Apellidos: Miguel Ángel Dávila Intriago Rommel Andrés López Vicente |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Mecánica |
| Carrera: Ingeniería Automotriz |
| Título a optar: Ingeniero Automotriz |
|  Firma del Director del Trabajo de Titulación |
|  Firma del Asesor del Trabajo de Titulación |