



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería”

Chamorro Riascos, Darwin Fernando y Díaz Quinga, Jefferson Armando

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, José Lizandro

16 de Agosto del 2022

Latacunga



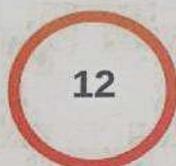
1ra revision Chamorro_Diaz(1).docx

Scanned on: 17:8 August 17, 2022 UTC

Scanned on: 17:8 August 17, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	644
Words with Minor Changes	428
Paraphrased Words	589
Omitted Words	0

Quiroz Erazo, Jose Lizandro
C.C.: 0502312796



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento ciencias de la energía y mecánica

Carrera de ingeniería automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, Diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería, fue realizado por los señores: Chamorro Riascos, Darwin Fernando y Díaz Quinga, Jefferson Armando, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 18 de Agosto de 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Lizandro Quíroz Erazo', written over a circular stamp or seal.

Ing. Quíroz Erazo, José Lizandro

C.C.: 0502312796



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, Chamorro Ríascos, Díaz Quinga, Jefferson Armando con cédulas de ciudadanía n° 1722632526, 1720822111, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 22 de Agosto de 2022.


Chamorro Ríascos, Darwin Fernando
C.C.: 1722632526


Díaz Quinga, Jefferson Armando
C.C.: 1720822111



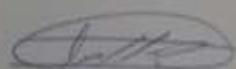
Departamento Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de publicación:

Nosotros, Chamorro Riascos, Darwin Fernando y Díaz Quinga, Jefferson Armando, con cédulas de ciudadanía n° 1722632526, 1720822111, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.


Chamorro Riascos, Darwin Fernando
C.C.: 1722632526


Díaz Quinga, Jefferson Armando
C.C.: 1720822111

Dedicatoria

Este presente proyecto de investigación va dedicado primordialmente a Dios, por darme fortaleza de seguir adelante y junto a las enseñanzas de mis padres y familiares más cercanos he logrado centrarme y seguir adelante hasta lograr una de las etapas más importantes de mi vida.

A mis padres Juan Chamorro y Aura Riascos que a pesar de todo siempre fueron los que me apoyaron a seguir y nunca desistir de mis sueños, a mi hermano Jairo Chamorro que fue la persona más importante desde el momento que tome la decisión de seguir sus pasos y formarme académicamente, que con su apoyo incondicional jamás me dejó solo en ningún momento y que siempre me dio consejos para seguir adelante y a la persona más especial Amy Chamorro que con sus ocurrencias y locuras llegó a mi vida a llenarme de alegría, siendo el motivo de esfuerzo para lograr cada una de las metas que me he planteado en la vida.

Darwin Fernando Chamorro Riascos

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación quiero dedicar en primer lugar a Dios que me ha dado la oportunidad de vivir y una admirable familia que gracias a sus bendiciones lograr culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres Raúl Díaz y Martha Quinga que siempre con su ejemplo de trabajo y esfuerzo me enseñaron que se puede llegar lejos, también con su apoyo y consejos no me dejaron solo en este reto.

A mi hermano Jonnathan que fue como un padre, dándome ejemplo a seguir de estudio, trabajo y esfuerzo, con una gran visión de superación, brindándome su apoyo y consejos para seguir el día a día.

Jefferson Armando Díaz Quinga

Agradecimiento

Mi agradecimiento principalmente es a Dios como parte espiritual, al darme la fuerza y sabiduría para lograr alcanzar los objetivos propuestos.

A mis padres y hermano que con su amor y apoyo incondicional estuvieron en los momentos buenos y malos de esta etapa universitaria.

A mi tutor académico José Quiroz, que con su experiencia nos guió en el desarrollo de este trabajo de investigación, siendo un amigo más en todo momento y a su vez un apoyo para lograr el objetivo.

A mi compañero de tesis y a cada uno de los profesores y compañeros de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que en algún momento nos brindaron apoyo y consejos para seguir soñando hasta alcanzar la meta de finalizar el proyecto de investigación y servir a la sociedad.

Y por último a Luis, Nathy y mis amigos incondicionales que con sus palabras de apoyo y momentos compartidos dentro y fuera de la universidad han logrado brindarme su amistad y ganarse mi confianza.

Darwin Fernando Chamorro Riascos

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida para lograr culminar esta parte tan importante de mi vida.

A mis padres y hermano el apoyo incondicional, por los buenos consejos, por el sacrificio para que no me falta nada en este proceso de formación.

A mi tutor académico al Ing. José Quiroz, que nos dio la confianza para poder desarrollar este proyecto, con sus conocimientos, amistad, ideas, anécdotas y consejos poder culminarlo sin inconvenientes.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en especial a la carrera de Ingeniería Automotriz por brindarme la oportunidad de ser parte de esta y salir como profesional.

A mi compañero de tesis que ha sido un apoyo incondicional en este proyecto, a los docentes y compañeros que en este corto viaje de estudios han mostrado su apoyo para poder terminar la carrera sin problemas.

Jefferson Armando Díaz Quinga

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
índice de contenidos.....	10
Índice de figuras	17
Índice de tablas.....	20
Índice de ecuaciones.....	21
Resumen.....	22
Abstract	23
Capítulo I: Marco metodológico de investigación	24
Antecedentes investigativos	24
Planteamiento del problema.....	25
Macro conceptualización	26

Meso conceptualización	27
Micro conceptualización	27
Prognosis	30
Descripción detallada del proyecto	30
Justificación e importancia	32
Objetivos del Proyecto.....	33
<i>Objetivo General.....</i>	<i>33</i>
<i>Objetivo Específicos</i>	<i>33</i>
Metas.....	34
Hipótesis.....	34
Variables de la Investigación.....	34
Operacionalización de las variables	36
Método Comparativo	39
Método Experimental	39
Método de Matematización	39
Método de Modelación	39
Método de medición	40
Método Científico.....	40
Método Inductivo	40
Método Deductivo.....	40
Capítulo II: Fundamento Teórico	45

Antecedentes Investigativos	45
Fundamentación Conceptual	46
Ventajas	46
Desventajas	47
Vehículos eléctricos en el Ecuador	48
Definición de vehículo monoplaza	49
Breve historia de vehículos monoplaza	50
Partes del vehículo monoplaza	50
<i>Carrocería</i>	50
<i>Bastidor</i>	51
Vehículo eléctrico	51
Clasificación de vehículos eléctricos	52
Componentes del vehículo eléctrico	54
<i>Motor Eléctrico</i>	55
<i>Unidad de Controlador</i>	55
<i>Convertidor DC-DC</i>	55
<i>Cargador a bordo</i>	56
<i>Baterías</i>	56
<i>Baterías de litio</i>	56
Fuerza de tracción total del vehículo	57
Fuerza de fricción	57

Fuerza aerodinámica	58
Fuerza en pendiente	59
Potencia requerida del motor	59
Ciclos de conducción homologados	60
New European Driving Cycle (NEDC)	60
Ciclo (WLTP)	62
Ciclo de conducción FTP-75.....	62
<i>La medición urbana</i>	63
Modelado dinámico y simulación Forward-facing vehicle model.....	64
Modelado dinámico y simulación Backward-facing vehicle mode.....	65
Capítulo III: Modelación y simulación mecánica-eléctrica.....	66
Comparación de vehículos monoplazas eléctricos	66
Cálculo coeficiente de arrastre	67
Diseño de chasis monoplaza.....	70
Diseño en 3D esquemático de un vehículo monoplaza	76
Dinámica del vehículo	76
Cálculo de fuerza aerodinámica.....	77
Cálculo de fuerza de arrastre	78
Cálculo de la fuerza en pendiente.....	78
Cálculo de la fuerza neta.....	79
Cálculo de la fuerza de tracción.....	81

Cálculo del torque requerido en la rueda.....	81
Cálculo de la potencia mecánica	81
Cálculo de la potencia eléctrica	82
Cálculo de la energía de las baterías.....	83
Diseño del sistema de propulsión eléctrico en el software de ingeniería	84
Comparación de baterías (Litio) de alta tensión existentes en el mercado.....	90
Comparación de motores eléctricos existentes en el mercado.....	91
Motor de cubo de 17 pulgadas y 12 KW	91
Comparación de convertidores DC/DC existentes en el mercado.....	93
Comparación de controladores de motores eléctricos existentes en el mercado.....	94
Controlador Votol EM-100.....	94
Controlador de motor de CC ZEVA MC1000C de 1000 amperios	94
Controlador Sabvotón 72200.....	94
Comparación de cargadores a bordo existentes en el mercado	95
Cargador Elcon 3.3kW UHF - Preprogramado - No CAN	95
Cargador 3.2 kw	95
Modelación en 3D del vehículo eléctrico.....	96
<i>Batería de alto voltaje</i>	96
<i>Motor in Wheel.....</i>	96
Capítulo IV: Implementación, ensamblaje y análisis de resultados	98
Análisis estáticos de esfuerzo de flexión y torsión	98

Carga viva (V)	105
Carga muerta (M)	106
Factor de seguridad	107
Desplazamiento del material	108
Tensiones de Von Mises	109
Velocidad vs Tiempo	110
Distancia vs Tiempo	111
Aceleración vs Tiempo	115
Fuerza de tracción vs Tiempo	115
Potencia Mecánica vs Tiempo	117
Potencia Eléctrica vs Tiempo	119
Torque vs Tiempo	121
Energía vs Tiempo	123
Corriente vs Tiempo	124
Voltaje vs Tiempo	126
Carga vs Tiempo	128
Análisis económico de factibilidad de la construcción	129
Cargador Elcon	130
Capítulo V: Marco Administrativo	132
Recursos	132
Talento Humano	132

Recursos tecnológicos	132
Recursos materiales.....	133
Presupuesto	133
Financiamiento	134
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones	135
Conclusiones	135
Recomendaciones	137
Bibliografía	139
Anexos	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Configuración de vehículo eléctrico.....	47
Figura 2 Ventas mensuales de vehículos en Ecuador.....	48
Figura 3 Ciclo NEDC.....	61
Figura 4 Ciclo WLTP.....	62
Figura 5 Fase extraurbana FTP75.....	64
Figura 6 Forward-facing vehicle model.....	65
Figura 7 Backard-facing vehicle model.....	65
Figura 8 Selección del vehículo.....	67
Figura 9 Área frontal del vehículo.....	68
Figura 10 Túnel de viento.....	69
Figura 11 Interfaz del software SolidWorks.....	70
Figura 12 Barra de herramientas.....	71
Figura 13 Boceto.....	71
Figura 14 Catalogo DIPAC.....	73
Figura 15 Selección de norma.....	74
Figura 16 Selección de material.....	75
Figura 17 Estructura del chasis.....	75
Figura 18 Vehículo monoplaza 3D.....	76
Figura 19 Packs de baterías.....	83
Figura 20 Ciclo de conducción WLTP.....	84
Figura 21 Parámetros de entrada.....	85
Figura 22 Tren de potencia.....	86
Figura 23 Parámetros de salida.....	87
Figura 24 Parámetro de salida de torque en la rueda.....	87
Figura 25 Torque en la rueda.....	88

Figura 26 <i>Conversión de la potencia mecánica</i>	88
Figura 27 <i>Potencia eléctrica</i>	89
Figura 28 <i>Energía</i>	89
Figura 29 <i>Batería de alto voltaje</i>	96
Figura 30 <i>Motor in Wheel</i>	96
Figura 31 <i>Motor in Wheel con su neumático</i>	97
Figura 32 <i>Superficie de cero</i>	98
Figura 33 <i>Análisis estático</i>	99
Figura 34 <i>Perfil estructural</i>	100
Figura 35 <i>Análisis en suposición</i>	101
Figura 36 <i>Puntos fijos en sujeción</i>	102
Figura 37 <i>Volcamiento</i>	103
Figura 38 <i>Mallado</i>	104
Figura 39 <i>Resultado</i>	105
Figura 40 <i>Factor de seguridad</i>	107
Figura 41 <i>Desplazamiento del material</i>	108
Figura 42 <i>Tensiones de Von Mises</i>	109
Figura 43 <i>Velocidad vs Tiempo</i>	110
Figura 44 <i>Ruta 1</i>	111
Figura 45 <i>Ruta 2</i>	112
Figura 46 <i>Ruta 2</i>	113
Figura 47 <i>Distancia vs Tiempo</i>	114
Figura 48 <i>Aceleración vs Tiempo</i>	115
Figura 49 <i>Fuerza de tracción vs Tiempo</i>	116
Figura 50 <i>Fuerza de tracción vs Tiempo 2</i>	117
Figura 51 <i>Potencia Mecánica vs tiempo</i>	118

Figura 52 <i>Potencia Mecánica vs tiempo 2</i>	119
Figura 53 <i>Potencia Eléctrica vs tiempo</i>	120
Figura 54 <i>Potencia Eléctrica vs tiempo 2</i>	121
Figura 55 <i>Torque vs Tiempo</i>	122
Figura 56 <i>Torque vs Tiempo 2</i>	123
Figura 57 <i>Energía vs Tiempo</i>	124
Figura 58 <i>Corriente vs Tiempo</i>	125
Figura 59 <i>Corriente vs Tiempo 2</i>	126
Figura 60 <i>Voltaje vs Tiempo</i>	127
Figura 61 <i>Voltaje vs Tiempo 2</i>	128
Figura 62 <i>SOC vs Tiempo</i>	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente	36
Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente	38
Tabla 3 Metodología de investigación	41
Tabla 4 Vehículos eléctricos comercializados en Ecuador	49
Tabla 5 Características y funcionamiento de un vehículo eléctrico.....	52
Tabla 6 Ciclo de conducción urbana	61
Tabla 7 Vehículos monoplazas eléctricos	66
Tabla 8 Cuadro comparativo de materiales.....	72
Tabla 9 Baterías (Litio) de alta tensión existentes en el mercado.....	90
Tabla 10 Motores eléctricos existentes en el mercado	91
Tabla 11 Convertidores DC/DC existentes en el mercado.....	93
Tabla 12 Controladores de motores eléctricos existentes en el mercado.....	94
Tabla 13 Cargadores a bordo existentes en el mercado.....	95
Tabla 14 Numero de viajes con distancia.....	114
Tabla 15 Valor de cada componente.....	130
Tabla 16 Talento Humano	132
Tabla 17 Recursos Tecnológicos	133
Tabla 18 Recursos Materiales	133

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Fuerza de tracción</i>	57
Ecuación 2 <i>Fuerza de fricción</i>	58
Ecuación 3 <i>Fuerza aerodinámica</i>	58
Ecuación 4 <i>Fuerza en pendiente</i>	59
Ecuación 5 <i>Potencia del motor</i>	60
Ecuación 6 <i>Fuerza aerodinámica</i>	77
Ecuación 7 <i>Densidad del Aire</i>	77
Ecuación 8 <i>Fuerza de arrastre</i>	78
Ecuación 9 <i>Fuerza en pendiente</i>	79
Ecuación 10 <i>Fuerza neta</i>	80
Ecuación 11 <i>Factor de masa</i>	80
Ecuación 12 <i>Fuerza de tracción</i>	81
Ecuación 13 <i>Torque requerido en la rueda</i>	81
Ecuación 14 <i>Potencia mecánica</i>	82
Ecuación 15 <i>Potencia eléctrica</i>	82
Ecuación 16 <i>Carga viva</i>	105
Ecuación 17 <i>Carga muerta</i>	106

Resumen

La presente investigación consiste en el diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería, dentro de los cuales se destaca en primer lugar el tren de propulsión a utilizar y los ensayos realizados en cuanto a rigidez (torsión y flexión) del material acero AISI 304 en puntos críticos, de donde se desprenden características de un vehículo monoplaza como: Fabricante, Modelo, tipo de motor, potencia nominal del motor, tipo de batería (voltaje, capacidad), peso, tamaño, velocidad máxima, aceleración máxima y autonomía. A su vez se realizó la simulación en base a los parámetros mecánicos de un vehículo monoplaza y parámetros ambientales de la ciudad de Latacunga, Parroquia Belisario Quevedo, con la cual se obtendrá valores como: coeficiente de arrastre, fuerza de arrastre, fuerza aerodinámica, fuerza en pendiente, fuerza neta, torque requerido en la rueda, potencia mecánica, potencia eléctrica, energía de las baterías, el uso de ecuaciones, fórmulas matemáticas y físicas que se enfocan en la dinámica del vehículo. De la misma manera se realizó la selección del tren de propulsión (motor y controlador eléctrico, batería de alto voltaje) y una comparativa entre los componentes necesarios a utilizar el diseño del vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio.

Palabras Clave: vehículo monoplaza, batería de litio, vehículo eléctrico, torsión, flexión.

Abstract

The present investigation consists of the design of a single-seater electric vehicle with lithium batteries through the use of engineering software, within which the propulsion train to be used and the tests carried out in terms of rigidity (torsion and bending) of the AISI 304 steel material at critical points, from which characteristics of a single-seater vehicle can be deduced, such as: Manufacturer, Model, type of engine, rated power of the engine, type of battery (voltage, capacity), weight, size, maximum speed, maximum acceleration and autonomy. In turn, the simulation is carried out based on the mechanical parameters of a single-seater vehicle and environmental parameters values of the city of Latacunga, Belisario Quevedo Parish, with which it will be obtained as: drag coefficient, drag force, aerodynamic force, force slope, net force, torque required at the wheel, mechanical and electrical power, battery energy, the use of equations, mathematical and physical formulas that focus on the dynamics of the vehicle, in the same way the selection of the train was made. propulsion (electric motor and controller, high-voltage battery) and a comparison between the components necessary to use the single-seat electric vehicle design with lithium batteries.

Keywords: single-seat vehicle, lithium battery, electric vehicle, torsion, bending.

Capítulo I

Marco metodológico de investigación

Antecedentes investigativos

Martín (2009) explica que:

El propio sector de la automoción reconoce que el motor de explosión, tanto de gasolina como de gasóleo, se está quedando obsoleto. Los índices de eficiencia energética son muy bajos (menos del 30% de la energía contenida en la combustible llega realmente a las ruedas) y las emisiones siguen siendo elevadas, a pesar de la mejora de la tecnología. (p. 13)

En mención a lo anterior podemos decir que los fabricantes concienciados con el agotamiento del petróleo y los efectos del consumo de petróleo han iniciado una serie de novedades e innovaciones tecnológicas en el sector de la automoción, desde los coches híbridos hasta los coches eléctricos, ya sean alimentados por la energía almacenada en la batería o la energía generada por la batería de hidrógeno.

De la misma manera se sugiere que actualmente, los vehículos eléctricos son una buena alternativa para disponer de una movilización limpia. El uso de tracción eléctrica para los automóviles contribuye a la disminución de la contaminación ambiental, en particular la contaminación del aire y acústica. Esta disminución de la contaminación es importante en el contexto del problema del calentamiento global que enfrenta el planeta. Así mismo, la utilización de transporte limpio contribuye a un mejoramiento de la calidad de vida en la ciudad. (Martinez Gutierrez, 2013, p. 14)

El Comercio (2018) destaca dentro de sus publicaciones la cifra de vehículos eléctricos e híbridos en circulación a nivel mundial superó en 2017 los tres millones, lo que supuso un aumento del 54% respecto a 2016, indicó la Agencia Internacional de la Energía (AIE). China,

según su informe sobre el sector, se mantuvo como el mayor mercado de coches eléctricos del mundo y acaparó la mitad de las ventas registradas el año pasado, con unos 580 000.

Sin embargo, los países nórdicos lideran en términos de cuota de mercado los coches eléctricos representan el 39 % de las ventas de coches nuevos en Noruega, el 12 % en Islandia y el 6 % en Suecia.

Como expresa Duque y Rocano (2018) la autonomía que generan las baterías es el principal factor que limita el desarrollo del vehículo eléctrico, las previsiones muestran que, en un plazo de 15 a 20 años, los vehículos de gama tendrán una autonomía de 300-400 kilómetros, además, el litio la materia prima para la elaboración de las baterías existe en pocos países como Chile, Bolivia y Afganistán lo cual crea un inconveniente en el crecimiento de este modelo de energía.

Planteamiento del problema

El propio sector de la automoción admite que los motores de combustión interna, gasolina y diésel, se están quedando obsoletos. Los índices de eficiencia de combustible son muy bajos (menos del 30 % de la energía del combustible llega realmente a las ruedas) y las emisiones siguen siendo altas, a pesar de la tecnología mejorada.

El aumento de los costos de los combustibles fósiles ha llevado a los automovilistas y al público a cambiar a vehículos híbridos, eléctricos y de celdas de combustible de hidrógeno conocidos como vehículos de hidrógeno, razón por la cual hay un aumento en la investigación y promoción del uso de este tipo de energía renovable. como el establecimiento de estaciones de peaje en todo el mundo y poco a poco se van viendo en nuestro país. Existen algunos vehículos eléctricos con fuentes de almacenamiento de baterías de plomo, pero son muy pesadas, ocupan mucho espacio en el vehículo y más que todo se descargan muy prematuramente, por esta razón los fabricantes de baterías han creado fuentes de energía con la química de iones Litio para optimizar espacio, autonomía y disminuyendo el peso del vehículo.

La geografía de nuestro país es muy diferente a la de los países europeos debido a que las carreteras son planas y en nuestro país hay una fuerte pendiente, a causa de esta situación particular, la energía de la batería de los vehículos eléctricos se desgasta antes, por lo que es necesario utilizar herramientas computacionales para poder determinar la potencia eléctrica del motor y poder subir las fuertes pendientes de nuestra geografía y además estimar la autonomía requerida para llegar y hasta el destino requerido.

Dicho esto, se procederá a señalar tres aspectos considerados fundamentales a nivel macro, meso y micro de acuerdo con el presente proyecto de tesis con el tema diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de Litio mediante el uso de software de ingeniería.

Macro conceptualización

La velocidad de infarto que consiguen los monoplazas en la Fórmula 1, además de cómo y qué pilotos deciden pisar los pedales, el ingenio de los ingenieros para hacer que los coches vayan lo más rápido posible y aun así respetar el reglamento de cada temporada. Presentado esto y poco después del inicio del campeonato de este año (26 de marzo en Melbourne, Australia) los equipos presentaron sus propuestas y este año en la F1 veremos autos largos, más anchos, más anchos y con llantas más grandes.

Los equipos aún tienen que mostrar todos los trucos que tienen entre manos (aunque siempre hay trucos más descarados en este sentido), pero podemos ver los cambios que han tenido que aplicar los ingenieros. Al final los equipos desecharon el halo de seguridad que probó la FIA, pero encontramos formas muy curiosas y morros para todos los gustos para dominar toda la aerodinámica y el spin. Pondremos en marcha los motores mientras monitoreamos los cambios de cada equipo.

Meso conceptualización

La empresa argentina de soluciones de movilidad Trimove ha desarrollado una gama de vehículos eléctricos capaces de recorrer 100 kilómetros por menos de un peso (\$0,23). Sus creadores fueron premiados recientemente en el concurso Innovar 2011.

Los jóvenes creadores del monoplaza Trimove han desarrollado un vehículo eléctrico que no produce absolutamente nada de combustible ni contaminación acústica. Este tipo de triciclo se puede utilizar para una variedad de propósitos, como seguridad, vigilancia, patrullaje, arrastre de remolques e incluso transferencia de personas en sillas de ruedas.

Estos autos para un solo hombre tienen un motor montado en la rueda delantera. Obviamente, el motor no produce emisiones ni ruido. Su funcionamiento es sencillo y muy similar al de un scooter, ya que no requiere embrague ni cambio de marchas.

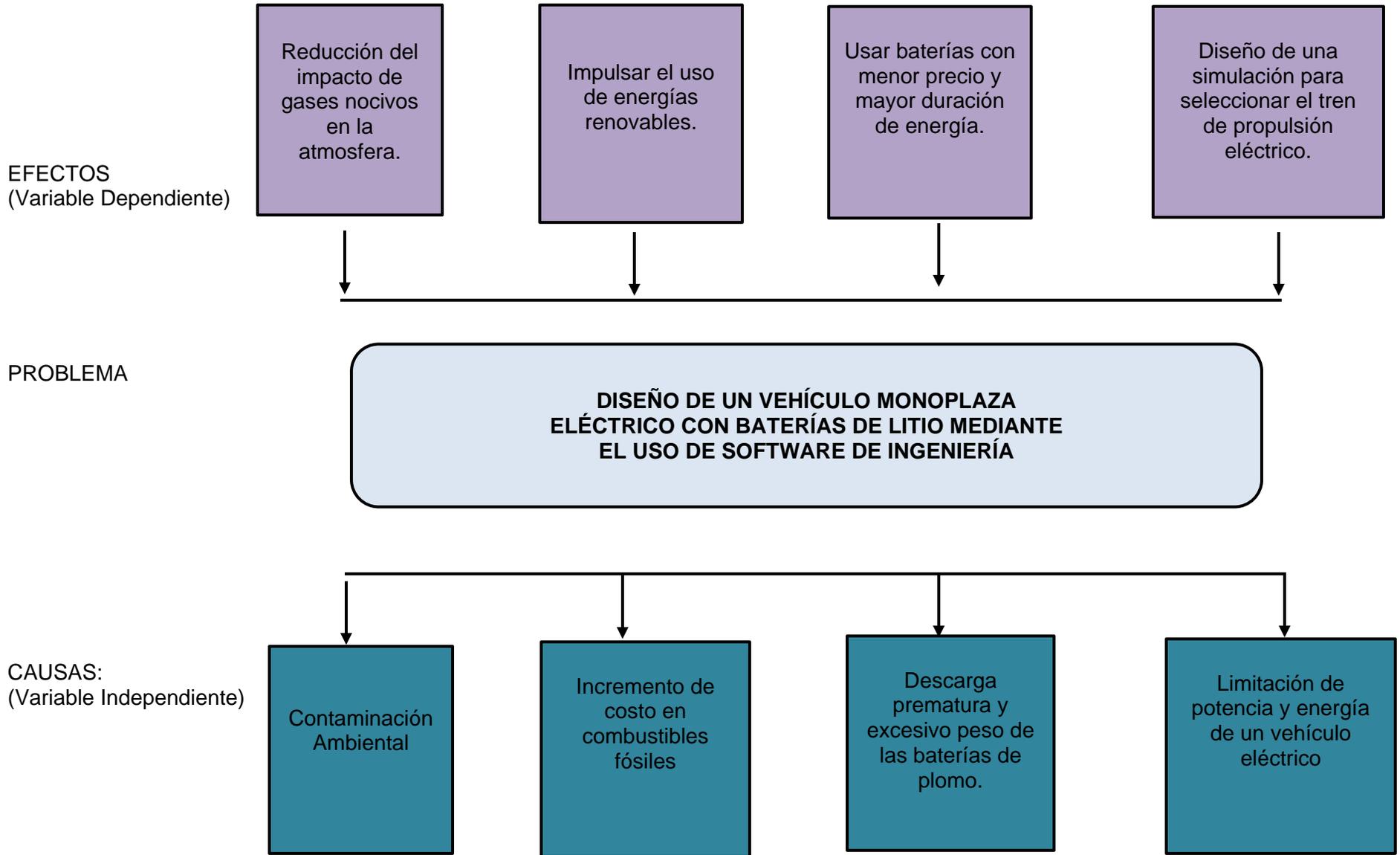
La idea de esta versión es dar más autonomía a las personas con discapacidad, mejorando así su integración social y laboral”, dijo Artuso, quien también confirmó que los Trimove Integra estarán listos a mediados de 2012. Estos vehículos utilizan una plataforma tecnológica que en un futuro no muy lejano podrá trasladarse a cualquier otro vehículo.

Micro conceptualización

En Ecuador, la iniciativa también es bien recibida por las instancias gubernamentales, pues la normativa vigente y las inversiones apuestan por cambiar la matriz productiva. Específicamente, los vehículos eléctricos introducidos al mercado pueden importarse al país sin pagar impuestos, con una serie de modelos a la venta, incluida una flota de taxis, autobuses y algunos modelos en proceso de venta. Además, el 12 de septiembre de 2018 se inauguró la primera estación de carga en Loja, que ayudará a reducir el tiempo de carga de los autos; desde entonces, hasta esa fecha, este proceso debe realizarse en la casa de cada propietario o en talleres particulares (Gobernación de Loja, 2017). Para lograr un desarrollo más integral en este campo, se están realizando proyectos de investigación en varias universidades del país, en colaboración con empresas como Green Wheel, que ha cedido una de las unidades

para realizar pruebas de funcionamiento a nivel local. tiene una pendiente, como la de la ciudad de Quito.

ÁRBOL DE PROBLEMAS



Prognosis

Dentro del problema planteado se establecen una serie de consecuencias que se derivan del uso de combustibles, es por esta razón que se establece un diseño de vehículo eléctrico de tal manera se genere un ambiente más sano, reduciendo contaminación y utilizando energía renovable ya que al no realizarlos se estarían viendo en alteraciones de contaminación de medio ambiente, generando más gastos innecesarios.

Este problema afecta directamente al ecosistema, generando un incremento de combustibles fósiles, descarga prematura y excesivo peso de las baterías de plomo y limitación de potencia y energía de un vehículo eléctrico.

De la misma manera, se vería afectado el desarrollo económico del sector industrial automotriz del país, lo cual generaría una pérdida de ingresos, esto quiere decir, que, si el sector industrial genera un mayor crecimiento, se incrementarían los ingresos, por lo cual existiría un mayor aporte para este sector.

Descripción detallada del proyecto

En la presente investigación se obtendrán fuentes de información sobre el diseño de un vehículo eléctrico monoplace para su uso en la ciudad de Latacunga, parroquia de Belisario Quevedo, mediante el diseño de una estructura tubular fabricada en acero AISI 304 con parámetros seleccionados mediante temas relacionados con el proyecto tales como: artículos científicos, libros, investigaciones científicas, sitios web.

Se diseñará un modelo 3D del chasis monoplace y se realizarán los ensayos de rigidez (torsión y flexión) del material acero AISI 304 en puntos críticos, de donde se desprenden características como: Fabricante, Modelo, tipo de motor, potencia nominal del motor, tipo de batería (voltaje, capacidad), peso, tamaño, velocidad máxima, aceleración máxima y autonomía.

Se realizará la simulación en base a los parámetros mecánicos de un vehículo monoplace y parámetros ambientales de la ciudad de Latacunga, Parroquia Belisario Quevedo.

Se modelará el vehículo monoplaza en el software de ingeniería para obtener el coeficiente de arrastre aerodinámico mediante CFD o mediante el uso de libros de ingeniería.

Se recolectarán y calcularán los parámetros necesarios para la ciudad de Latacunga Parroquia Belisario Quevedo, mediante el uso de ecuaciones de estado aplicando fórmulas matemáticas y físicas que se enfocan en la dinámica del vehículo, teniendo en cuenta que el monoplaza se encuentra a plena carga (piloto montado), usa la tabla para obtener el coeficiente de fricción entre el neumático y la superficie de la carretera.

Se diseñará una simulación en el software Matlab Simulink que permita elegir un tren de propulsión (motor y controlador eléctrico, batería de alto voltaje) para implementar en el diseño de un tranvía monoplaza, esto permitirá observar la Curvas de operación vehicular propuestas

Se realizará el cuadro comparativo de diferentes trenes de propulsión eléctricos para seleccionar el más adecuado e implementarlo en el diseño del vehículo monoplaza eléctrico.

Se modelará el chasis y los componentes automotrices, mecánicos y eléctricos mediante el uso del software de diseño SolidWorks para implementarlos en el diseño del vehículo monoplaza eléctrico.

Finalmente se realizará una propuesta de la implementación del tren de propulsión y la construcción del chasis monoplaza como un prototipo de vehículo.

El desarrollo de esta investigación se ha determinado en los siguientes capítulos.

Capítulo I, está enfocado en el problema, planteamiento del problema, antecedentes, árbol de problemas, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, descripción de los objetivos, justificación, formulación de la hipótesis y las variables de la investigación;

Capítulo II; contiene la información acerca del marco teórico, marco conceptual y el sustento del proyecto o la base legal del mismo;

Capítulo III, aquí se detalla todos los aspectos relacionados a la metodología, así como las fuentes y técnicas de investigación utilizadas en su desarrollo, el tipo de investigación, la modalidad de la investigación, las herramientas utilizadas, además se genera la modelación y

simulación mecánica eléctrica.

Capitulo IV, se establece los resultados obtenidos en el software de ingeniería eléctrica, dentro del proyecto de investigación.

Capitulo V, dentro del marco administrativo se establecen tres tipos de recursos que son necesarios para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta el aspecto financiero y la propuesta de esta.

Justificación e importancia

A lo largo de los años, la tecnología ha crecido a pasos agigantados en la industria automotriz, el cambio climático y el aumento de los efectos invernadero debido a los gases nocivos emitidos por los vehículos MCI a través de los tubos de escape han aumentado la cantidad de combustible para los vehículos, por esta razón se reconoce la necesidad de iniciar la transición al siglo XXI y que los vehículos de gasolina y diésel con inyección electrónica de combustible están siendo reemplazados por vehículos de energías limpias como los eléctricos y los de batería de hidrógeno, se estudian medios similares para hacerlos autónomos.

Dado que no existe un medio de transporte para movilizarse desde la ESPE campus Belisario Quevedo hacia la ESPE sede central, es necesario buscar una fuente de financiamiento para estudiantes y docentes de ingeniería automotriz, un vehículo eléctrico por unidad. esta situación porque se trata de un vehículo respetuoso con el medio ambiente, y al mismo tiempo no emite ruido, evitando molestias auditivas a la sociedad.

Ecuador, al ser un país con una gran capacidad de generación de electricidad gracias a sus diferentes centrales hidroeléctricas, nos proyecta un futuro donde los vehículos eléctricos serán muy rentables, como claro ejemplo de nuestros vecinos de Sudamérica, como Chile y Colombia, que están escalando su movilidad sostenible a gran escala, para ofrecer a las personas una alternativa al uso del vehículo eléctrico monoplaza y adaptarse a una nueva etapa en la transición automovilística. Los vehículos de un solo asiento ayudan a ahorrar costos

de mantenimiento, reducen el consumo de combustible que los vehículos MCI y son amigables con el medio ambiente.

Al aplicar diseños de ingeniería a través de herramientas computacionales de innovación tecnológica como Matlab Simulink, Proteus, Liveware y SolidWorks Software a la industria automotriz se contribuye a la optimización y reducción de costos, verificar y mantener las fallas de diseño de sus prototipos en este caso del 9- Seat Vehículo Eléctrico que quieren introducir en el mercado de la automoción.

El principal problema de un vehículo eléctrico es el alto costo de su fuente de energía, como un paquete de baterías de litio. Por ello, su producción no aumentará a gran escala, pero con el tiempo, en los próximos años, las baterías de alto voltaje reducirán costes y peso y serán más viables para crear nuevos proyectos. En la industria del automóvil, incluso habrá estaciones de carga rápida para recargar estos vehículos de cero al 100% en minutos, dando solución a la actual limitación de autonomía. La simulación le permite personalizar un vehículo eléctrico con un sistema de propulsión eléctrico personalizado y ajustado.

Además, el peso de las baterías aumenta el peso del vehículo e incluso puede agravar el material en el que se colocan. Con el avance de la tecnología en la industria automotriz, hemos visto vehículos eléctricos livianos fabricados con materiales como el aluminio o materiales compuestos, pero a un costo elevado.

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

- Diseñar un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería.

Objetivo Específicos

- Investigar en fuentes de información acerca de la construcción de un vehículo monoplaza.

- Realizar un cuadro comparativo de vehículos monoplaza eléctricos existentes en el mercado.
- Diseñar y modelar un chasis de vehículo monoplaza para someterlo a pruebas de esfuerzos mecánicas mediante el uso de Software Matlab Simulink, Proteus, Liveware y SolidWorks para su validación de resistencia estructural.
- Obtener y calcular los parámetros necesarios requeridos para la ciudad de Latacunga parroquia Belisario Quevedo.
- Diseñar el tren de propulsión para un vehículo monoplaza eléctrico mediante uso del software de ingeniería.

Metas

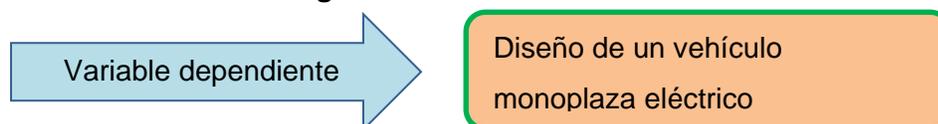
- Obtener el diseño de un vehículo monoplaza 100% eléctrico que permitirá la libre movilización del personal administrativo y estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz para desplazarse del campus ESPE Belisario Quevedo al campus ESPE centro.

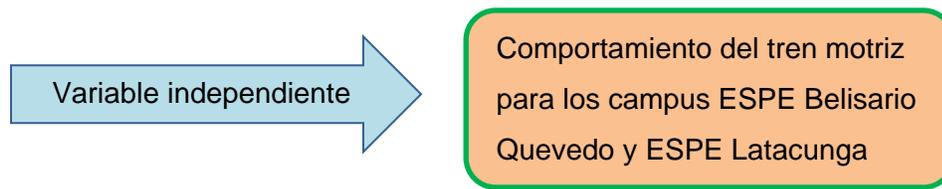
Hipótesis

Hipótesis alternativa (H1): La utilización de herramientas computacionales como Matlab Simulink, Proteus, Liveware y SolidWorks permitirá optimizar costos en las pruebas y errores de prototipos que contribuirán en la implementación real de los mismos.

Hipótesis Nula (H0): La utilización de herramientas computacionales como Matlab Simulink, Proteus, Liveware y SolidWorks no permitirá optimizar costos en las pruebas y errores de prototipos que contribuirán en la implementación real de los mismos.

Variables de la Investigación





Operacionalización de las variables

Operacionalización variable independiente: Diseño de un vehículo monoplace eléctrico

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM BÁSICO	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
	BASTIDOR		N	
		Fuerza		Simulación -Guía Metodológica
			Mpa	
	BATERÍA DE ALTO VOLTAJE	Esfuerzo	Mm	
		Desplazamiento Voltaje		Simulación-Guía
			V	Metodológica
Son los componentes para la Selección de un tren de propulsión eléctrico.	MOTOR ELÉCTRICO	Intensidad	A	
		Potencia	kW	Simulación-Guía
		Torque	Nm	Metodológica
		Voltaje	V	

DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM BÁSICO	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
CONTROLADOR	Potencia	kW	Simulación-Guía
MOTOR ELECTRICO	Voltaje	V	Metodológica
CONVERTIDOR	Potencia	kW	Simulación-Guía
DC/DC	Voltaje	V	Metodológica
CARGADOR A BORDO	Voltaje	V	Simulación-Guía
	Corriente	A	Metodológica
	Potencia	kW	

Operacionalización Variable Dependiente: Comportamiento del tren motriz para los campus ESPE Belisario Quevedo y ESPE

Latacunga centro

Tabla 2

Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM BÁSICO	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
		Velocidad	m/s	
		Tiempo	S	
		Densidad del aire	k/m3	
		Área frontal del vehículo	m2	
		Coeficiente aerodinámico		Simulación- Guía
Es la modelación y simulación de un vehículo monoplaza eléctrico	Señales de entrada	Coeficiente rodadura		Metodológica
		Masa del vehículo	kg	
		Gravedad	m/s2	
		Inclinación de pendiente	rad	

Método Comparativo

Para la investigación el método comparativo, permitirá establecer los resultados de la rigidez de torsión, flexión, resistencia en orden de marcha, bordillazo en orden de marcha desplazamientos, coeficientes de seguridad de igual manera permitirá establecer las similitudes y diferencias: de motores eléctricos, controlador de motor eléctrico, baterías de litio de alta de tensión, convertidos DC/DC, cargador del vehículo y vehículos monoplaza eléctricos existentes.

Método Experimental

Con la ayuda de este método se realizará pruebas para obtener el desplazamiento, el factor de seguridad del chasis diseñado de acuerdo con diferentes fuerzas ingresadas en el software de ingeniería y el coeficiente de arrastre aerodinámico generado en el modelado CFD.

Método de Matematización

Este método se utilizará para calcular las cargas estáticas y dinámicas del chasis y para el tren de propulsión eléctrico se utilizará un modelo matemático construido con ecuaciones de la dinámica del vehículo y parámetros de voltaje, amperaje de la batería de litio de alta tensión.

Método de Modelación

Este método se usará para reproducir el comportamiento de un vehículo monoplaza eléctrico con su respectiva simulación tanto en 3D como en diagrama de bloques para explicar su funcionamiento en tiempo real.

Método de medición

Mediante el método de medición se obtendrá valores numéricos de la potencia (mecánica, eléctrica), torque, consumo de energía, distancia, velocidad, aceleración, el estado de la batería y la fuerza total de tracción en tiempo real, en un determinado ciclo de conducción con su variación de pendiente en la provincia de Cotopaxi. Para el chasis diseñado se obtendrá los valores del factor de seguridad, desplazamiento del material de acuerdo con los esfuerzos de flexión y torsión realizados.

Método Científico

En la investigación el método científico permitirá tabular lo experimentado en base al factor de seguridad, desplazamiento del material, variación de la pendiente para determinar la autonomía de la batería y la potencia del motor.

Método Inductivo

Este método permitirá estimar el desgaste de la carga de la batería de alta tensión y el efecto de la potencia de acuerdo con la variación de tiempo en un determinado ciclo de conducción. Que permitirán seleccionar un motor eléctrico y una batería de litio de alta tensión para el diseño de un vehículo monoplaza eléctrico. A demás permitirán visualizar el comportamiento de la deformación del chasis en diferentes materiales.

Método Deductivo

El análisis deductivo permitirá analizar según resultados obtenidos en el diseño de la simulación mediante el uso de software de ingeniería dando como resultado las curvas de potencia (mecánica, eléctrica), torque, consumo de energía, distancia, velocidad, aceleración, el estado de carga, descarga de la batería y la fuerza total de tracción en tiempo real correspondientes al tren de

propulsión y los resultados de factor de seguridad y desplazamiento los diferentes tipos de materiales analizados las cuales servirán para interpretar su funcionamiento y seleccionar sus respectivos componentes y chasis adecuado para esta tecnología

Tabla 3

Metodología de investigación

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Comparativo	Para la investigación el método comparativo, permitirá establecer los resultados de la rigidez de torsión, flexión, resistencia en orden de marcha, bordillazo en orden de marcha desplazamientos, coeficientes de seguridad de igual manera permitirá establecer las similitudes y diferencias: de motores eléctricos, controlador de motor eléctrico, baterías de litio de alta de tensión, convertidos DC/DC, cargador del vehículo y vehículos monoplaza eléctricos existentes.	Computador, Microsoft Excel	Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Experimental	Con la ayuda de este método se realizará pruebas para obtener el desplazamiento, el factor de seguridad del chasis diseñado de acuerdo con diferentes fuerzas ingresadas en el software de ingeniería y el coeficiente de arrastre aerodinámico generado en el modelado CFD.	Computador, Microsoft Excel, Software SolidWorks	Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE
Matematización	Este método se utilizará para calcular las cargas estáticas y dinámicas del chasis y para el tren de propulsión eléctrico se utilizará un modelo matemático construido con ecuaciones de la dinámica del vehículo y parámetros de voltaje, amperaje de la batería de litio de alta tensión.	Computador, software Matlab Simulink	Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE
Modelación	Este método se usará para reproducir el comportamiento de un vehículo monoplaça eléctrico con su respectiva simulación tanto en 3D como en diagrama de bloques para explicar su funcionamiento en tiempo real.	Computador, software de simulación Matlab Simulink, SolidWorks	Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Medición	<p>Mediante el método de medición se obtendrá valores numéricos de la potencia (mecánica, eléctrica), torque, consumo de energía, distancia, velocidad, aceleración, el estado de la batería y la fuerza total de tracción en tiempo real, en un determinado ciclo de conducción con su variación de pendiente en la provincia de Cotopaxi. Para el chasis diseñado se obtendrá los valores del factor de seguridad, desplazamiento del material de acuerdo con los esfuerzos de flexión y torsión realizados.</p>	<p>Computador, software Matlab Simulink</p>	<p>Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE"</p>
Científico	<p>En la investigación el método científico permitirá tabular lo experimentado en base al factor de seguridad, desplazamiento del material, variación de la pendiente para determinar la autonomía de la batería y la potencia del motor.</p>	<p>Computador, software Matlab Simulink, Microsoft Excel</p>	<p>Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE"</p>

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Inductivo	<p>Este método permitirá estimar el desgaste de la carga de la batería de alta tensión y el efecto de la potencia de acuerdo con la variación de tiempo en un determinado ciclo de conducción. Que permitirán seleccionar un motor eléctrico y una batería de litio de alta tensión para el diseño de un vehículo monoplace eléctrico. Además permitirán visualizar el comportamiento de la deformación del chasis en diferentes materiales.</p>	<p>Computador, software Matlab Simulink,</p>	<p>Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE</p>
Deductivo	<p>El análisis deductivo permitirá analizar según resultados obtenidos en el diseño de la simulación mediante el uso de software de ingeniería dando como resultado las curvas de potencia (mecánica, eléctrica), torque, consumo de energía, distancia, velocidad, aceleración, el estado de carga, El análisis deductivo permitirá analizar según resultados obtenidos en el diseño de la simulación mediante el uso de software de ingeniería dando como resultado las curvas de potencia (mecánica, eléctrica), torque, consumo de energía, distancia, velocidad, aceleración, el estado de carga, descarga de la batería y la fuerza total de tracción en tiempo real.</p>	<p>Computador, software Matlab Simulink</p>	<p>Laboratorio de Autotrónica - Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE</p>

Capítulo II

Fundamento Teórico

Antecedentes Investigativos

En la presente investigación es necesario estudiar los trabajos investigativos sobre la aplicación de vehículos eléctricos, los efectos que genera el uso de baterías de litio y la aplicación de la ingeniería de software en el vehículo, para que pueda ser considerado como soporte y creación. conocimiento.

Para lograr la optimización del vehículo eléctrico es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Establecer el entorno en donde se va a utilizar
- Determinar las características técnicas
- Identificar las características físicas
- Determinar la fuente de almacenamiento de energía
- Determinar el sistema de propulsión que cumpla con los requerimientos óptimos para los diferentes modos de conducción.

La presente investigación surge para lograr la optimización del vehículo eléctrico y el efecto que puede producirse al aplicar ingeniería en software dentro de los campus ESPE Belisario Quevedo y ESPE Latacunga centro debido a estos factores surge el micro proyecto, mismo que fue aprobado según número de documento ESPE-SL-CIAUT-2022-0179-M con fecha 06 de abril del 2022, que fue propuesto por Sr. Darwin Chamorro y Sr. Jefferson Diaz, en el cual su objetivo general es: “Diseñar un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería.”.

Fundamentación Conceptual

Ventajas

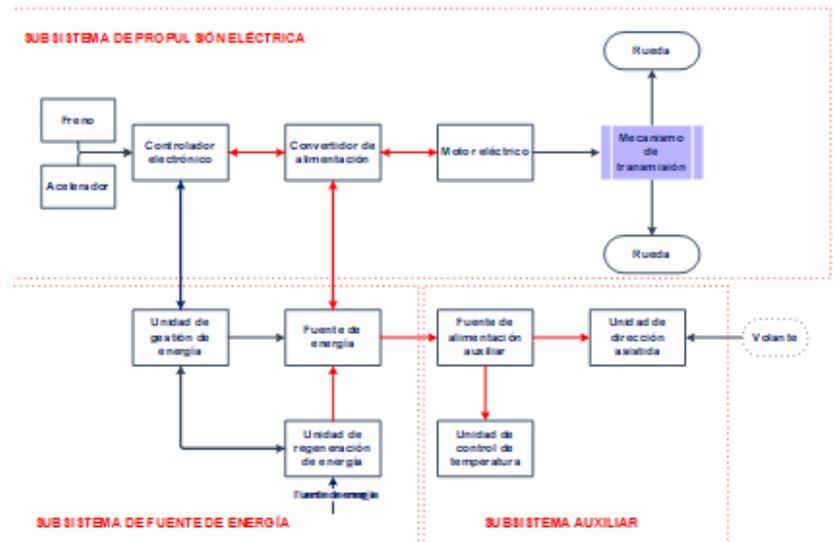
Según Larminie y Lowry (2012), explican que los vehículos eléctricos aportan beneficios ambientales y ahorran energía. Los beneficios para las grandes ciudades donde la mayor parte de la contaminación es causada por los motores de combustión, la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y la reducción de las emisiones de carbono al medio ambiente son algunas de las ventajas que ofrecen los vehículos eléctricos que vuelven a cobrar importancia.

El uso de vehículos eléctricos de cero emisiones ahorra energía no renovable (petróleo) y reemplaza a los vehículos convencionales, siempre y cuando la electricidad sea producida por un sistema de red eficiente, utilizando plantas de energía que puedan generar alternativas de energía renovable como la hidroelectricidad y la energía eólica, que son disponible al público. tierra y agua. Los costos de mantenimiento y el consumo de combustible se reducen aproximadamente en un 50% en comparación con los vehículos de combustión interna.

Martín (2016) muestra que en los vehículos eléctricos utilizando la energía generada en el momento de frenar o cuando el vehículo va bajando, el motor eléctrico actúa como un generador con el que carga la batería, correspondiente a energía cinética o potencial, mediante el encendido. estos motores Los dos procesos se convierten en pérdida de energía por disipación de calor.

Figura 1

Configuración de vehículo eléctrico



Nota. El gráfico representa la configuración de un vehículo eléctrico. Tomado de (Chan, 2001)

Desventajas

García (2015) enseña que la autonomía y el tiempo de recarga de las baterías de los vehículos eléctricos se encuentran entre las principales limitaciones, aunque con los avances tecnológicos se puede aumentar la autonomía y el tiempo de carga de la batería se ha acortado.

Dincer, Hamut y Javani, (2016) mencionan que la carga de baterías es poco común ya que el país no cuenta con una red de estaciones de carga, por lo que, si el vehículo transita por una ruta que excede su plena autonomía, será detenido o bien, si se encuentra que el punto de carga se carga por completo, puede llevar horas, luego continuar el viaje.

La batería en comparación con la batería de un vehículo híbrido es más grande porque toda la energía utilizada para crear movimiento se extrae de la única fuente de energía con la que cuenta el EV, que es la batería.

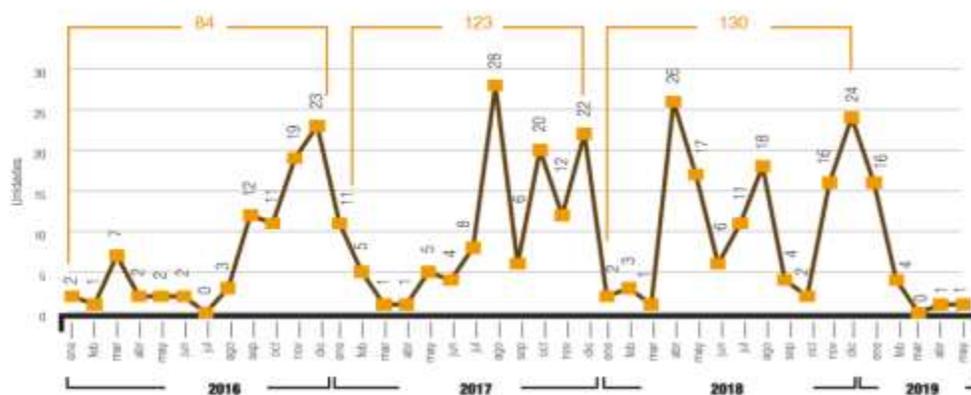
Vehículos eléctricos en el Ecuador

Los vehículos eléctricos son una nueva generación que empieza a tomar fuerza en el mercado, que antes tenía ciertas limitaciones que ahora se están superando.

Para Gonzáles, (2019), el cambio de política respecto a los vehículos eléctricos significa una mayor comerciabilidad gracias a incentivos como la exención total de aranceles aduaneros para la importación de este vehículo, CKD, baterías y cargadores.

Figura 2

Ventas mensuales de vehículos en Ecuador



Nota. Tomado de (AEADE, 2019)

En Ecuador, los vehículos que actualmente comercializan las diferentes marcas se detallan a continuación:

Tabla 4*Vehículos eléctricos comercializados en Ecuador*

MARCA	MODELO	AUTONOMÍA (KM)
Renault	Twitzy	100
Nissan	Leaf	160
Renault	Kangoo	170
Toyota	Coms	50
BYD	E6	250
BYD	K9G	350

Nota. Tomado de (Araujo, 2016)

Definición de vehículo monoplaza

Para Aguirre et al., (2014) menciona que por asiento entendemos el espacio que un vehículo puede acomodar a los ocupantes del vehículo ya sea como conductor o como pasajero, un vehículo se puede clasificar por el número de asientos o el espacio que puede acomodar tiene. Los vehículos monoplazas son vehículos capaces de llevar una sola persona, son vehículos especiales con una serie de prestaciones que no se encuentran en los vehículos eléctricos. Suelen ser autos muy bajos, aproximadamente a un metro del suelo, logrando así mayor agarre, se utilizan especialmente para diferentes tipos de competencias donde pueden ser abiertos o cerrados. (p. 88)

Breve historia de vehículos monoplaza

En 1950, cuando se instauró oficialmente el Campeonato del Mundo de F1, la sencillez y la pureza de líneas eran las principales características de los monoplazas. La disposición del motor delantero y el puesto de dirección trasero, prácticamente junto al eje trasero, completan las características de estas máquinas pioneras. El año 1950 estuvo dominado por Nino Farina y el famoso Alfa Romeo 158. Alfetta estaba invicto en manos del mago italiano. Eran 19 los albores del desarrollo de los coches de F1.

A finales de la década de los 50, y ante la capacidad de luchar contra el poderío del ejército triturador de hielo (Alfa y Ferrari), sus rivales, especialmente los británicos, exploraron otras vías relacionadas con el chasis. Así fue como el equipo de Charles y John Cooper (padre e hijo) decidieron poner el motor en la parte trasera del coche, desplazando el habitáculo hacia delante. Un descubrimiento bastante fructífero, ya que Jack Brabham se coronó en 1959 con uno de sus coches de carreras.

Partes del vehículo monoplaza

Como expresa Paraíso (2018) un asiento se compone de muchas partes y componentes, este es el alerón delantero, es esencial para un asiento, ya que define perfectamente la aerodinámica del automóvil y gestiona el flujo de aire fuera del automóvil. En el auto encontramos el Beam wing, una estructura ubicada en la parte inferior del alerón delantero actúa como un plano aerodinámico, The Boat es el receptor del flujo aerodinámico, es filtrado por las partes el alerón delantero y la cabina. Frenado por cable, sistema que actúa siempre en la rueda trasera ajustando electrónicamente el freno.

Carrocería

Desde el punto de vista de Tapia y Granda (2018) La carrocería es una parte esencial del automóvil, ya que forma la geometría del vehículo, que es una parte estética. Una buena

aerodinámica ayuda al automóvil a operar en la pista, logrando velocidades más altas en rectas y curvas al aumentar la fuerza normal en la pista. Además, se puede utilizar un flujo de aire adicional para el sistema de refrigeración y con una buena geometría es posible evitar fluctuaciones de temperatura y turbulencias dentro de la cabina del conductor, así como proteger a los ocupantes del conjunto en caso de colisión. Estas ventajas además de mejorar el coche en pista también están relacionadas con la reducción del consumo energético del motor. Para un monoplaza eléctrico, la necesidad de diseñar y construir una carrocería ligera, robusta y completamente discreta es importante para la seguridad del conductor. (p. 2)

Bastidor

De acuerdo con Portero (2016) menciona que el chasis puede entenderse como el esqueleto del automóvil. Es el elemento que aporta rigidez entre el eje trasero y el eje delantero, a la vez que soporta todos los elementos que necesita el vehículo para rodar. A lo largo del siglo XX, con la cada vez mayor expansión de la industria del automóvil, experimentó continuas mejoras en sus procesos de diseño y construcción, con el fin de mejorar la funcionalidad y adaptarse a las nuevas necesidades. Durante este desarrollo, el chasis fue un importante punto de impacto, ya que estaba presente en toda la estructura del vehículo. Estas mejoras también se han visto en competiciones a lo largo de su existencia. En este punto se analizarán los diferentes tipos de chasis comúnmente utilizados en competición, así como las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. (p. 3)

Vehículo eléctrico

El vehículo eléctrico da un paso más en el mantenimiento de la insostenibilidad, simulando lo contrario. Mantener y promover la movilidad individual en las áreas urbanas promueve un modelo de planificación urbana distribuida y promueve la creación de más infraestructura de transporte. Crea la ilusión de que es posible un sistema de transporte ecológico más allá del transporte público y la reorganización urbana. Los coches eléctricos solo

serán una alternativa sostenible si se utilizan solo cuando se necesitan, en un contexto de movilidad diferente al actual y si la producción de energía eléctrica proviene de fuentes renovables (Irurzun y García Rosillo, 2011)

Clasificación de vehículos eléctricos

La explosión de los vehículos eléctricos está teniendo un fuerte impacto, no solo por los importantes ahorros económicos derivados del consumo, sino también por las cada vez más estrictas normativas medioambientales de los distintos gobiernos respecto al uso de vehículos eléctricos.

Según Hita (2021), existen varios tipos con diferentes características y funcionamientos que pueden condicionar la compra de un vehículo eléctrico de segunda mano:

Tabla 5

Características y funcionamiento de un vehículo eléctrico

TIPO	DEFINICIÓN
Vehículos eléctricos de baterías (BEV)	Este tipo de coches se trata del coche eléctrico puro, el coche se mueve a través de la energía almacenada en sus baterías. Se debe enchufar para cargar la batería y su velocidad de carga va a depender de la potencia de los cargadores a los que se pueda conectar (potencia máxima soportada)

TIPO	DEFINICIÓN
Vehículos eléctricos con pila de hidrógeno (FCEV)	En los vehículos impulsados por hidrógeno no se recurre a baterías como en los eléctricos puros. Los coches de pila de hidrógeno generan electricidad mediante la electrólisis del hidrógeno que como residuo solo emite H ₂ O (agua)
Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EVER)	Los coches eléctricos de autonomía extendida (EVER por sus siglas en inglés) son coches eléctricos en el que el motor (o los motores) eléctrico se encargan de mover las ruedas a través de la energía acumulada en baterías, pero al que se añade un motor térmico a modo de generador
Vehículo híbrido enchufable (PHEV)	Los coches híbridos enchufables tienen un motor de combustión acompañado de uno o varios motores eléctricos y todos pueden mover el coche de manera independiente o en conjunto, además de poder incluir los motores eléctricos en las ruedas, los ejes o incluso en la caja de cambios

TIPO	DEFINICIÓN
Vehículo híbrido (HEV)	Los coches híbridos fueron los primeros electrificados en llegar en masa, sobre todo desde la aparición del Toyota Prius en 1997. El planteamiento es más sencillo que el de los PHEV: intercalar un motor eléctrico en la cadena cinemática para asistir al motor de combustión y restarle esfuerzo con el fin de bajar el consumo de combustible.
Coches microhíbridos (MHEV)	Básicamente los coches mild hybrid son vehículos térmicos a los que se adapta un pequeño sistema de asistencia eléctrica, generalmente a través de la adopción de un motor de arranque/generador que puede recuperar energía que se almacena en una pequeña batería de 48V

Nota. Tomado de (Hita, 2021)

Componentes del vehículo eléctrico

Un vehículo eléctrico se compone básicamente de los siguientes elementos:

Motor Eléctrico

Junto con la batería es uno de los principales factores. Esta es una máquina eléctrica que convierte la energía eléctrica almacenada en la batería en energía mecánica de rotación (movimiento), que hará girar los volantes del automóvil.

La eficiencia de los motores eléctricos es generalmente muy alta, superior al 7%, sin embargo, en los tipos de motores que se utilizan en los coches eléctricos en la actualidad, la eficiencia supera el 90%, incluso el 95%. Este es el motor principal para las pruebas eléctricas, por lo que es más eficiente que las pruebas con un motor de combustión interna, en ese caso el motor es moderno y muy avanzado, pero solo si la eficiencia es solo del 25% al 0%, muchos que. Entre otras ventajas adicionales de los motores eléctricos, cabe mencionar que son mucho más ligeros y compactos, dan el mismo nivel de potencia que un motor de combustión interna y generalmente no requieren un sistema de refrigeración específico (aunque también pueden ser equipado)

Unidad de Controlador

Es un dispositivo electrónico encargado de regular la velocidad, par y sentido de giro de un motor eléctrico, controlando el flujo de energía entre la batería del tractor y el motor. Además, también puede controlar el flujo de energía entre el motor y la batería que, al actuar como generador, mantiene y frena el vehículo hacia adelante, lo que se denomina frenado regenerativo.

Convertidor DC-DC

También existe un dispositivo encargado de regular el voltaje de la corriente continua, aunque no deja de ser corriente continua, para alimentar la batería habitual de 12V de un coche, proporcionando elementos eléctricos auxiliares de los coches, como luces, radios, etc. (pero no el motor).

Cargador a bordo

De nuevo, se trata de un convertidor de potencia, pero en este caso de corriente alterna (CA) a corriente continua (CC). La corriente alterna procedente de la red de suministro a través de una toma o punto de recarga se convertirá en corriente continua para recargar la batería de tracción 26, que funciona con corriente continua.

Baterías

Es una batería recargable que almacena la energía eléctrica la cual alimenta el motor. Este suele colocarse bajo el suelo del habitáculo, entre los dos ejes, para que el centro de gravedad del coche quede también lo más bajo posible. El interior de la caja exterior suele ser de acero y/o aluminio, para encontrar un buen compromiso entre resistencia, seguridad y peso, hay un conjunto de módulos de batería, cables y conexiones, y dependiendo de cada uno, en algunos casos, también hay un sistema de enfriamiento -e incluso calentamiento- de la batería (ya sea por aire o por líquido). Varias celdas de batería se agrupan juntas en cada módulo de batería, generalmente del tipo laminado plano.

En una batería de automóvil eléctrico moderna típica, generalmente hay varias docenas de módulos y varios cientos de celdas. El conjunto de todas las celdas y módulos suele asumir una capacidad de almacenamiento de 0 a 80 kWh y un peso de 250 a 600 kg (aunque pueden estar disponibles baterías más pequeñas y grandes, según el automóvil). También es importante señalar que algunos fabricantes utilizan diferentes celdas cilíndricas, en lugar de celdas laminares.

Baterías de litio

El uso de baterías de iones de litio ha crecido en la industria automotriz. El nuevo vehículo eléctrico utiliza esta tecnología para alimentar el sistema de transmisión, originalmente fue creado para su uso en dispositivos de bajo volumen y, en muchos casos, para reemplazar

baterías de níquel-metal Ni-Mh y Ni-Cd. Las baterías de iones de litio tienen un depósito de líquido iónico conductor llamado electrolito 27. Los electrones fluyen a través de este electrolito, creando una diferencia de capacidad a medida que se mueven del lado positivo al lado negativo.

Fuerza de tracción total del vehículo

“La fuerza de tracción total es la fuerza mínima que el motor eléctrico requiere para desplazar al vehículo”. (Rodríguez y Vasquez, 2018, p. 90)

Donde:

Ecuación 1

Fuerza de tracción

$$F_{te} - F_{rr} - F_{ad} - F_{hc} = ma$$

Nota. Información tomada de (Larminie, J; Lowry, J, 2003)

En donde:

Fte: Fuerza de tracción total

Frr: Fuerza de fricción entre los neumáticos y la superficie

Fad: La fuerza de resistencia al aire

Fhc: Resistencia a la pendiente

Fuerza de fricción

Como menciona Curtosi, Zitelli, y Arechaga (2016) la resistencia a la rodadura está definida como la energía que consume un neumático por unidad de distancia recorrida. En un automóvil la energía es suministrada por el combustible, por lo tanto, tiene una relación directa con el consumo de este. Si consideramos el amplio espectro de vehículos que hay actualmente

en el mercado, podemos decir que reduciendo la resistencia a la rodadura un 30% llevaría a obtener una reducción entre un 3 y 6% del consumo de combustible.

Ecuación 2

Fuerza de fricción

$$F_{rr} = mg * u_{rr}$$

Nota. Información tomada de (Larminie, J; Lowry, J, 2003)

En donde:

F_{rr}: Fuerza de fricción

u_{rr}: Coeficiente de fricción entre el neumático (caucho) y la superficie (asfalto)

m: masa del vehículo

g: gravedad (m/s^2)

Fuerza aerodinámica

Es la fuerza contra el progreso. En primer lugar, depende de la velocidad máxima alcanzada V, también tiene una relación proporcional con la superficie frontal y el coeficiente aerodinámico. Esta fuerza actúa en sentido contrario al sentido de marcha del vehículo, contra el deslizamiento, por lo que se toma A como el área delantera en m^2 .

Ecuación 3

Fuerza aerodinámica

$$F_{ad} = \frac{1}{2} \rho * A * c_d * v^2$$

Nota. Información tomada de (Larminie, J; Lowry, J, 2003)

En donde:

Fad: Fuerza de resistencia al aire [N]

ρ : Densidad del aire a 20 °C que es la temperatura ambiente de la zona que es de 1.30

(kg/m^3)

A: Área frontal del vehículo [m^2]

Cd: Coeficiente aerodinámico de penetración o resistencia al aire.

V: está dada en m/s y depende del deslizamiento del vehículo.

Fuerza en pendiente

“La fuerza resistente F_p causada por la pendiente del plano de la carretera, es igual a la componente de la fuerza del peso en la dirección del vehículo”. (José Rodríguez & Luis Vázquez, 2018)

Ecuación 4

Fuerza en pendiente

$$F_p = mg * \text{se}(\alpha)$$

Nota. Información tomada de (Larminie, J; Lowry, J, 2003)

En donde:

α : Representa la inclinación del plano de la carretera (°).

m: Representa la masa del vehículo (kg).

g: gravedad (m/s^2)

Potencia requerida del motor

Larminie, J y Lowry, J (2003) menciona que la “potencia es igual al esfuerzo de tracción multiplicado por la velocidad. Usando las diversas eficiencias en el diagrama de flujo de energía, la energía requerida para moverse, se calcula el vehículo por un segundo”

Ecuación 5*Potencia del motor*

$$P_{necesaria} = F_{te} * v_{max}$$

Nota. Información tomada de (Larminie, J y Lowry, J, 2003)

En donde:

$P_{necesaria}$: Potencia mecánica del motor

Fte: Fuerza total de tracción

Vmáx: velocidad máxima del vehículo (m/s)

“Las ineficiencias del motor, el controlador y el sistema de engranajes significan que la potencia del motor no es la misma que la potencia de tracción, y la potencia eléctrica requerida por el motor es mayor que la potencia de salida mecánica” (Larminie, J y Lowry, J, 2003, p. 211)

Ciclos de conducción homologados

Los ciclos de conducción permiten identificar el comportamiento del vehículo de acuerdo con sus parámetros de funcionamiento como es la autonomía y comportamiento del motor eléctrico en diferentes escenarios de velocidad.

New European Driving Cycle (NEDC)

“El ciclo de homologación europeo es utilizado como estándar para determinar el consumo de combustible de vehículos ligeros, así como las emisiones contaminantes reguladas, es decir, partículas (Soot), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos sin quemar (HC) y monóxido de carbono (CO). El ciclo consta de cuatro segmentos idénticos de conducción urbana (UDC) y un segmento de conducción extraurbana (EUDC) por sus siglas en inglés, que

se realizan de forma consecutiva y sin interrupción con periodos de ralentí entre todos ellos”.
(Moscardo, 2015, p. 36)

Tabla 6

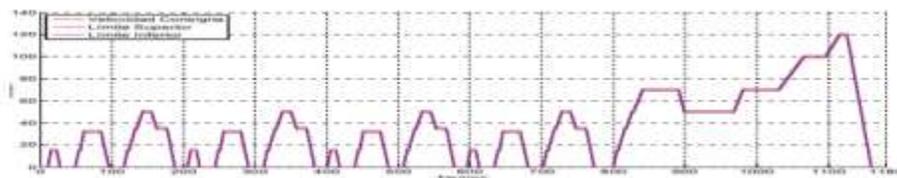
Ciclo de conducción urbana

TIPO	DEFINICIÓN
Urban Driving Cycle (UDC)	Representa las condiciones de la conducción en un entorno urbano, que se caracteriza por una velocidad baja, poca carga en el motor, así como baja temperatura en los gases de escape.
Extra Urban Driving Cycle (EUDC)	Representa las condiciones de la conducción en vías interurbanas o autovías, con mayores velocidades y una temperatura del motor y de los gases de escape más elevada.

Nota. Tomado de (Moscardo, 2015)

Figura 3

Ciclo NEDC



Nota. Tomado de (Moscardo, 2015)

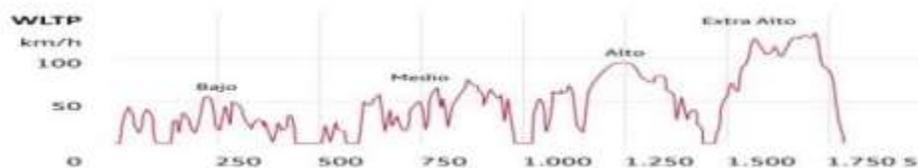
Ciclo de conducción Procedimiento Mundial Armonizado para Ensayos de Vehículos Ligeros (WLTP)

“El ciclo de conducción del WLTP se divide en cuatro partes con distintas velocidades medias: baja, media, alta y muy alta, correspondientes a la circulación urbana, interurbana, carreteras de circunvalación y autopistas. Cada parte contiene distintas fases de conducción, paradas, aceleración y frenado. Para un determinado tipo de coche, cada configuración se prueba con el WLTP en la versión más ligera y en la versión más pesada del coche en cuestión”. (MitsubishiMotors, 2021)

“El WLTP se desarrolló para ser utilizado como ciclo de prueba mundial en distintas regiones del mundo, a fin de que las emisiones de partículas contaminantes y de CO₂, así como los valores de consumo de combustible, pudieran compararse a escala mundial. Sin embargo, aunque el WLTP tiene un «núcleo» común, la Unión Europea y otras regiones aplicarán la prueba de distintas formas, en función de la normativa local”. (MitsubishiMotors, 2021)

Figura 4

Ciclo WLTP



Nota. Tomado de (Gomez, 2020)

Ciclo de conducción FTP-75

Normalmente conocido como EPA (Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.), el FTP-75 es el procedimiento para homologar el consumo de los vehículos en EE. UU., siendo la

EPA el organismo que regula dicho procedimiento (y muchos otros). El FTP-75 sustituyó al FTP-72 añadiendo una tercera fase, idéntica a la primera, con la única diferencia de que ésta última (la tercera fase) se realiza con el motor caliente.

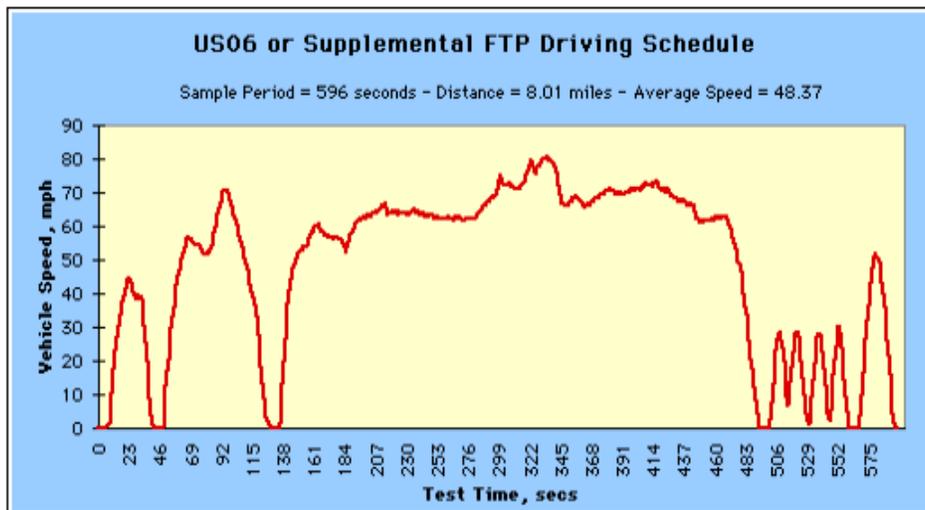
El ciclo de conducción FTP-75 consta de dos partes:

La medición urbana

Se divide en 3 fases: arranque en frío, fase transitoria y arranque en caliente. Como ya dijimos, la primera y última fase son similares, con la única diferencia de que en la última el motor estaba caliente. Entre la fase transitoria y la final, se deja el motor ralentí 10 minutos. Esta fase comprende una distancia de 11.04 millas (17,77 km), tomando para ello 31 minutos y 23 segundos, cuyos máximos picos de velocidad se sitúan en 55mph (88km/h) y la velocidad media es de 21.2 mph (34 km/h). (Cando & Cayo, 2021)

Las emisiones de cada fase se recogen en una bolsa separada de teflón, analizado y expresando los resultados en g/milla. Los factores de ponderación son 0,43 para el arranque en frío, 1,0 para la fase transitoria y 0,57 para la fase de arranque en caliente del total de consumo. (Cando & Cayo, 2021)

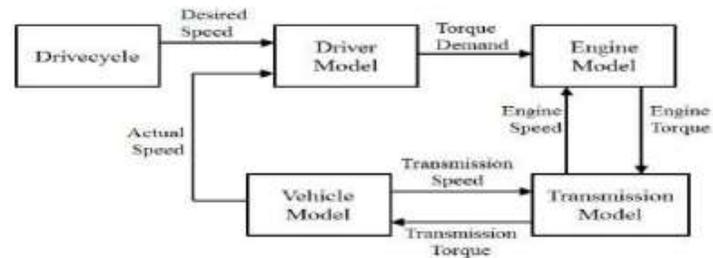
Se inicia con el motor caliente, y a lo largo de 12 minutos y 56 segundos se realizan aceleraciones, deceleraciones y periodos de velocidad constante, donde nunca se superan las 60mph (95km/h), simulando así la conducción por autopistas y carreteras interurbanas. (Cando & Cayo, 2021)

Figura 5*Fase extraurbana FTP75*

Nota. Tomado de (EPA, 2021)

Modelado dinámico y simulación Forward-facing vehicle model

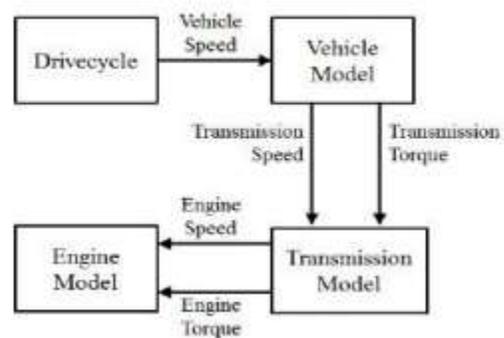
“Los modelos orientados hacia adelante proporcionan información sobre la capacidad de conducción del modelo del vehículo, y captura los límites del sistema físico. También facilita el desarrollo y la implementación del control en los sistemas HIL. Sin embargo, con la presencia de múltiples ecuaciones de estado en un modelo típico orientado hacia adelante, la velocidad del vehículo (y posteriormente la velocidad angular del tren de transmisión) se calcula a través de la integración de múltiples estados, lo que resulta en la necesidad de correr La simulación en pasos de tiempo más pequeños. Esto da como resultado tiempos de simulación más largos en comparación con el modelo orientado hacia atrás”. (Mohan, Assadian, & Longo, 2013, p. 1)

Figura 6*Forward-facing vehicle model*

Nota. Tomado de (Mohan, Assadian, & Longo, 2013)

Modelado dinámico y simulación Backward-facing vehicle mode

“Los modelos orientados hacia atrás se basan en mapas de eficiencia que se crearon en base a datos de par y velocidad, y que generalmente se producen durante las pruebas del mundo real en estado estacionario. Esto hace que el cálculo sea relativamente más simple que los modelos orientados hacia adelante (esencialmente tablas de búsqueda en lugar de ecuaciones de estado) y, por lo tanto, puede ejecutarse en pasos de tiempo relativamente más largos”. (Mohan, Assadian, & Longo, 2013, p. 2)

Figura 7*Backard-facing vehicle model*

Nota. Tomado de (Mohan, Assadian, & Longo, 2013)

Capítulo III

Modelación y simulación mecánica-eléctrica

Comparación de vehículos monoplazas eléctricos

Para la presente investigación hemos tomado en cuenta tres vehículos con similares características, los cuales se detallan a continuación: DOMY E30, Renault TWIZY y CITROEN AMI

Tabla 7

Vehículos monoplazas eléctricos

	DOMY E30	Renault TWIZY	CITROEN AMI
Potencia nominal (kw)	13.5	13	6
Batería	De iones de litio de 3 elementos	iones de litio	iones de litio
Intervalo de carga (hrs)	6-8	3,5	3
Capacidad de batería(kWh)	16	6,5	5.5
Peso del vehículo	810 Kg	670 kg	485 kg
Tipo de motor	Motor de inducción de AC	Eléctrico asincrónico	Motor de inducción de AC
Par motor	150 Nm	5,7 Nm	625 Nm
Dimensiones	2798x1563x1572 mm	2330x1230x1450 mm	2410x1525x1390 mm

	DOMY E30	Renault TWIZY	CITROEN AMI
Neumático	155/65/R14	125/80 R13	155/65/R14
Autonomía	100km	100 km	75km
Precio	\$13.390	\$15.000	-----

Nota. En la tabla se observa las características de 3 vehículos eléctricos similares.

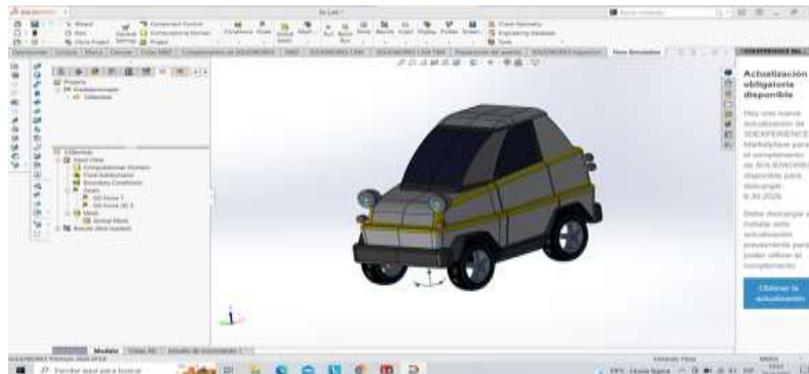
En comparación a características y necesidades para nuestros requerimientos hemos decidido optar por elegir el Domy E30, vehículo el cual, por sus características técnicas, tales como: sus dimensiones, autonomía, intervalos de carga, etc., ha sido tomado como referencia para realizar nuestro presente diseño.

Cálculo coeficiente de arrastre

En base a la tabla de comparación de vehículos monoplaza se procedió a seleccionar un vehículo de características estéticas similares de la librería de GRABCAD COMMUNITY y optimizar el cálculo de obtención del coeficiente y la fuerza de arrastre mediante la herramienta computacional de SolidWorks y para la obtención de su área como se puede visualizar en las figuras respectivamente.

Figura 8

Selección del vehículo

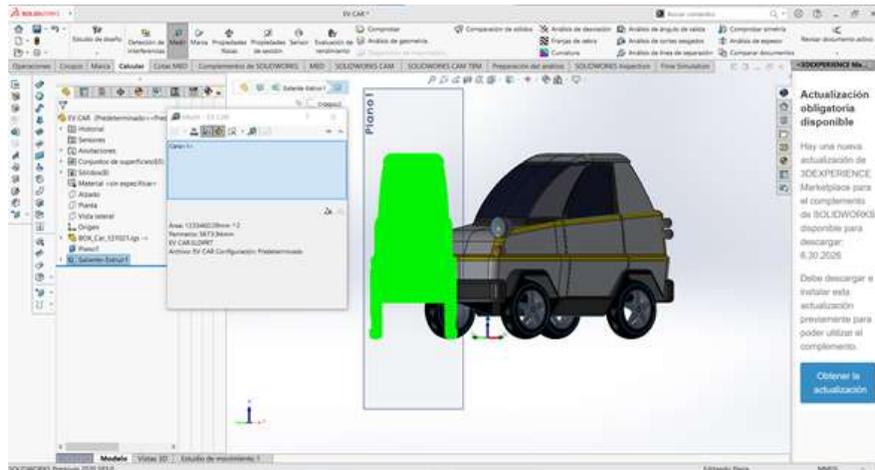


Nota. En la figura se observa la selección de un vehículo de características estéticas similares de la librería de GRABCAD COMMUNITY.

Para obtener el área frontal del vehículo, como primer paso se debe crear un plano y dibujar el perfil de su cara frontal, como siguiente paso se debe realizar una extrusión mínima solo para utilizar la opción calcular de la barra de herramientas de SolidWorks y así se obtendrá el área frontal tal y como se muestra en la figura.

Figura 9

Área frontal del vehículo

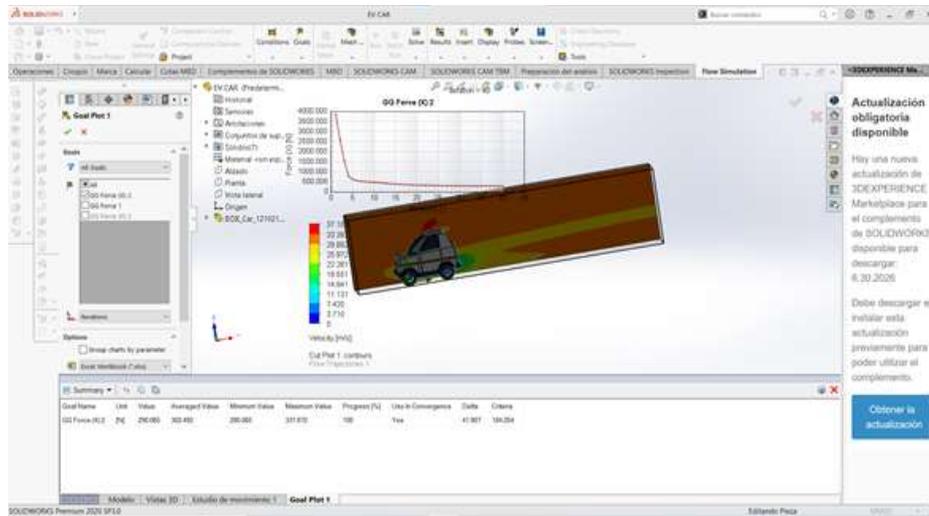


Nota. En la figura se observa el primer paso el cual es crear un plano y dibujar el perfil de su cara frontal

Para realizar un túnel de viento y ver el comportamiento del vehículo a una determinada velocidad, se debe seleccionar la opción Fluid Simulation, luego dar clic en Wizard y configurar los parámetros de las unidades del sistema, los parámetros termodinámicos y los parámetros de velocidad que serán los datos de entrada. A continuación, se debe escoger que se quiere visualizar, en este caso es de gran ayuda poder obtener la gráfica de la fuerza de arrastre y los resultados del comportamiento de la velocidad como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Figura 10

Túnel de viento



Nota. En la figura se observa el túnel de viento y el comportamiento del vehículo a una determinada velocidad

Una vez finalizado estos procesos se da continuación a obtener el coeficiente de arrastre como se muestra.

Datos:

$$F_d = 302.492 \text{ kgm/s}^2$$

$$\rho_{\text{Latacunga}} = 1.28 \text{ Kg/m}^3$$

$$v = 33 \text{ m/s}$$

$$A_f = 1.2354 \text{ m}^2$$

$$C_d = \frac{(2 * F_d)}{(\rho * v^2 * A_f)}$$

$$Cd = \frac{(2 * 302,492)}{(1,28 * 33^2 * 1,2354)}$$

$$Cd = 0.35$$

Diseño de chasis monoplaza

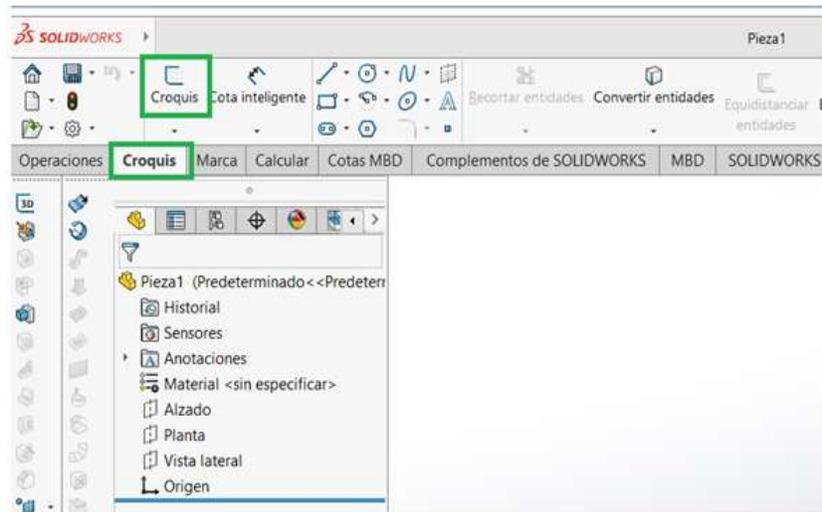
Figura 11

Interfaz del software SolidWorks



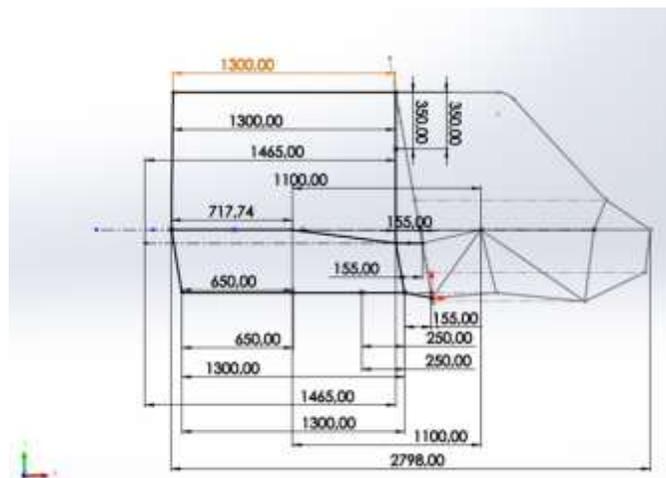
Nota. En la figura se observa como generar una nueva pieza.

Para generar una nueva pieza lo que debemos hacer es abrir el software SolidWorks en la cual encontraremos la interfaz que se muestra en la imagen, para lo cual procedemos a seleccionar la opción Pieza y se da clic en la opción aceptar, para generar una representación en 3D.

Figura 12*Barra de herramientas*

Nota. En la figura se observa cómo se debe seleccionar la opción con el nombre Croquis

A continuación, se debe seleccionar la opción con el nombre Croquis en la barra de herramientas, tal cual se muestra en la figura y seleccionamos Croquis 3D.

Figura 13*Boceto*

Nota. En la figura se observa el boceto terminado de acuerdo con los planos

Se realiza el boceto de acuerdo con los planos seleccionados como se muestra en la figura.

Tabla 8

Cuadro comparativo de materiales

	AISI 304	ASTM A36	
Propiedad	Valor	Valor	Unidades
Módulo elástico	190000	200000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	0.26	N/D
Módulo cortante	75000	79300	N/mm ²
Densidad de masa	8000	7850	kg/m ³
Límite de tracción	517.017	400	N/mm ²
Límite de compresión	—	—	N/mm ²
Límite elástico	206.807	250	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.8e-05	—	/K
Conductividad térmica	16	—	W/(m.K)
Calor específico	500	—	J/(kg.K)
Coefficiente de amortiguamiento del material	—	—	N/D

Nota. En la tabla se observa la comparación de dos diferentes materiales para la creación de la estructura del vehículo.

Figura 14

Catalogo DIPAC

		ESPESOR		PESO		PROPIEDADES	
DIAM. TUB. EXTERIOR (D)		e	P	A	I	W	i
Pulg	mm	mm	kg/6m	cm	cm4	cm3	cm
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.88	1.52	1.28



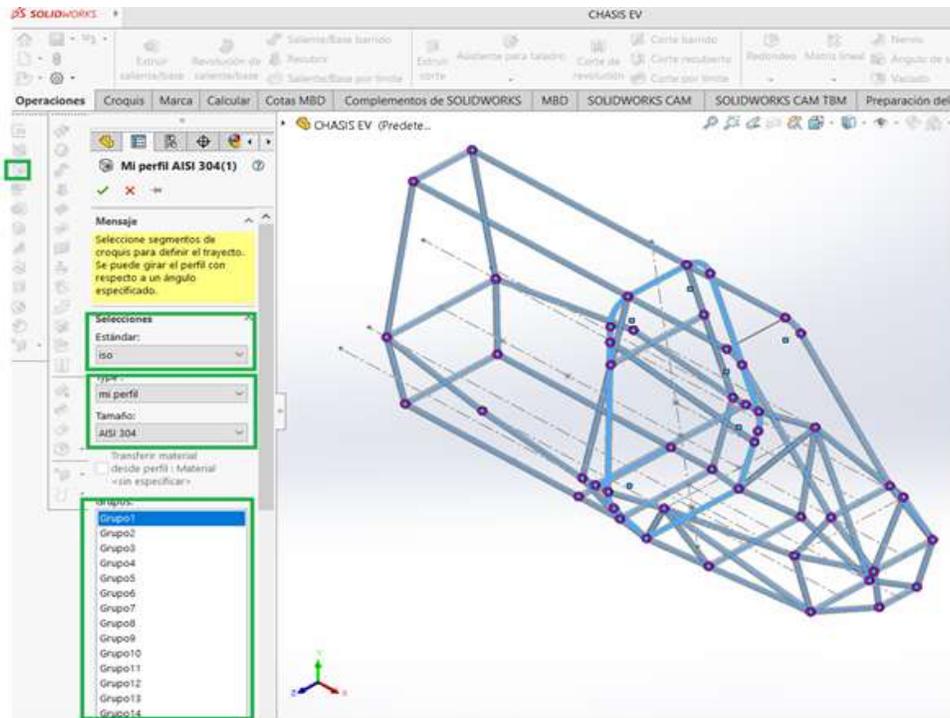
NOMENCLATURA	
A*	Area de la selección transversal del tubo, cm ²

Nota. Tomado de (https://www.slideshare.net/JaviCaiza/catalogo-acero-dipac?from_action=save)

Una vez realizado el boceto se procede a seleccionar un material existente en el mercado, en este caso se ha seleccionado un tubo redondo de material de acero inoxidable disponible en el catálogo de productos de acero DIPAC, cuyas especificaciones se muestran en la figura.

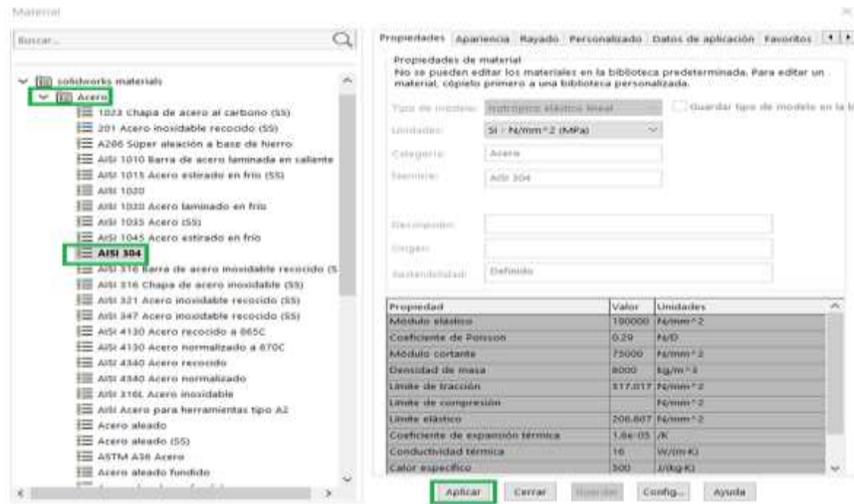
Figura 15

Selección de norma



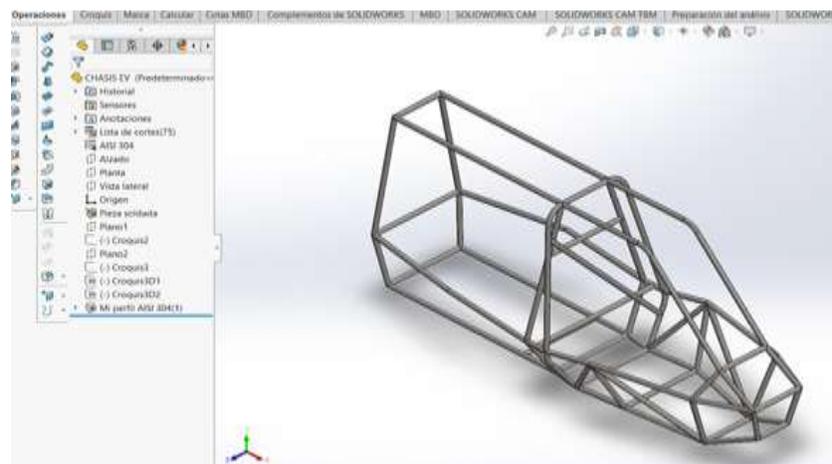
Nota. En la figura se observa la selección de la norma ISO

Una vez que se haya personalizado el perfil de acuerdo con el material seleccionado, como siguiente se procede a seleccionar de la barra de herramientas la opción de miembro estructural, seleccionamos la norma que disponga el catálogo en este caso seleccionamos la norma ISO para usar medidas de milímetros, seleccionamos el perfil y el tamaño personalizado para finalmente realizar agrupaciones y crear miembros estructurales.

Figura 16*Selección de material*

Nota. En la figura se observa como se define el tipo de material.

En base al material seleccionado por medio del catálogo, se procede a definir el material dentro del programa SolidWorks, en este caso se debe ingresar a la carpeta de acero, escoger el material AISI 304 y finalmente dar clic en la opción Aplicar.

Figura 17*Estructura del chasis*

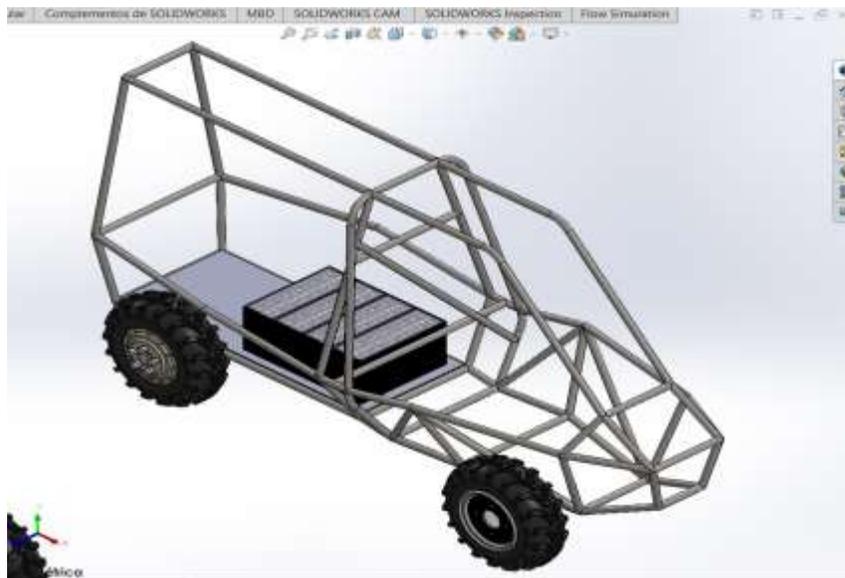
Nota. En la figura se observa el resultado del chasis con su estructura

Quedando como resultado el chasis con su estructura como se muestra en la figura.

Diseño en 3D esquemático de un vehículo monoplaza

Figura 18

Vehículo monoplaza 3D



Nota. En la figura se observa el resultado esquemático 3D del vehículo

Dinámica del vehículo

En este caso para nuestro respectivo análisis es necesario tomar en cuenta varios factores que serán de gran importancia al momento de calcular todas las fuerzas que interactúan en un vehículo con las características de un monoplaza eléctrico.

Tomando como referencia las características del DOMY E30, en el cual se tomará datos referenciales como:

- Masa del vehículo
- Área frontal
- Coeficiente aerodinámico
- Potencia nominal
- Coeficiente de resistencia a la rodadura

Cálculo de fuerza aerodinámica

Ecuación 6

Fuerza aerodinámica

$$F_{ad} = \frac{1}{2} \rho * A * C_d * v^2$$

Nota. Tomado de (Larminie & Lowry, 2003, pág. 185)

Donde:

F_{ad} = Fuerza aerodinámica. [N]

ρ = densidad del aire [kg/m³]

A = área frontal del vehículo. [m²]

C_d = Coeficiente aerodinámico.

V = Velocidad del vehículo. [m/s]

Dado que se necesita obtener un valor de densidad del aire se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 7

Densidad del Aire

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

Nota. Tomado de (Atkins & Jones, 2006, pág. 138)

Donde:

P = Presión atmosférica. [Pa]

T = Temperatura promedio del calentamiento. [°C]

R = Constante de gas aire seco.

Se resuelve la ecuación número 7:

$$\rho = \frac{102800 \text{ [Pa]}}{287 \text{ [J/kg} \cdot \text{°K]} * (16 + 273) \text{ [°K]}}$$

$$\rho = 1.28 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Se resuelve la ecuación 6:

$$F_{ad} = \frac{1}{2} (1,28[kg/m^3] * (1,2354[m^2]) * 0,35 * (22.2222[m/s])^2)$$

$$F_{ad} = 136.656[N]$$

Cálculo de fuerza de arrastre

La ecuación para obtener la fuerza de arrastre es:

Ecuación 8

Fuerza de arrastre

$$F_{rr} = \mu_{rr} * m * g * \cos\Psi$$

Nota. Tomado de (Larminie & Lowry, 2003, pág. 184)

Donde:

$$F_{rr} = \text{Fuerza de arrastre [N]}$$

$$\mu_{rr} = \text{Coeficiente de fricción a la rodadura.}$$

$$m = \text{Masa total [m]}$$

$$g = \text{Gravedad [m/s}^2\text{]}$$

$$\Psi = \text{Ángulo de la pendiente [rad]}$$

El coeficiente de fricción entre el asfalto y el neumático de acuerdo con la tesis Cando C., Cayo

M., es $\mu_{rr} = 0,0245$

Con el coeficiente de arrastre se procede a reemplazar los valores en la Ecuación [8]:

$$F_{rr} = \mu_{rr} * m * g * \cos\Psi$$

$$F_{rr} = 0.0245 * 500[kg] * 9.81[m/s^2] * \cos 0,146$$

$$F_{rr} = 118,89[N]$$

Cálculo de la fuerza en pendiente

La ecuación para obtener la fuerza en pendiente es:

Ecuación 9*Fuerza en pendiente*

$$F_{hc} = m * g * \sin\Psi$$

Nota. Tomado de (Larminie & Lowry, 2003, pág. 185)

Donde:

$$F_{hc} = \text{Fuerza en pendiente [N]}$$

$$m = \text{Masa total [kg]}$$

$$g = \text{Gravedad [m/s}^2\text{]}$$

$$\Psi = \text{Ángulo de la pendiente [rad]}$$

Para obtener la fuerza en pendiente se debe considerar el peso neto vehicular de 500 [kg], la gravedad de 9.81 [m/sg2] y el ángulo de la pendiente de 0,146 [rad]. Este ángulo es el promedio de la pendiente que existe entre los Campus ESPE -Latacunga Centro-Belisario.

El peso neto vehicular estimado es de 500 kg y se basa respecto a varios factores, tales como: peso de chasis encontrado en el Software SolidWorks, peso del ocupante, equipaje. motores en ruedas, pesos de los neumáticos, peso de baterías y adicional algunos extras que puedan estar en el vehículo

Reemplazando los datos obtenidos en la Ecuación [9]:

$$F_{hc} = 500[\text{kg}] * 9,81[\text{m/s}^2] * \sin 0,146$$

$$F_{hc} = 713,59[\text{N}]$$

Cálculo de la fuerza neta

La ecuación para obtener la fuerza neta es:

Ecuación 10*Fuerza neta*

$$F_{nt} = Y_m * m * a$$

Nota. Tomado de (Wong, 2001, pág. 251)

Donde:

$$F_{nt} = \text{Fuerza neta [N]}$$

$$Y_m = \text{Factor de masa}$$

$$m = \text{Masa total [m]}$$

$$a = \text{Aceleración del vehículo [m/s}^2\text{]}$$

Se debe calcular Y_m en vehículos de turismos el factor de masa se obtiene con la ecuación:

Ecuación 11*Factor de masa*

$$Y_m = 1.04 + 0.0025 * (\epsilon_{caja} * \epsilon_{Dif})^2$$

Nota. Tomado de (Wong, 2001, pág. 252)

Donde:

$$\epsilon_{caja} = \text{Relación de transmisión de la caja de cambios}$$

$$\epsilon_{Dif} = \text{Relación de transmisión del diferencial}$$

Los valores de 1.04 y 0.0025 son valores constantes; el primer valor representa la contribución de la inercia giratoria de las ruedas, el segundo valor representa la contribución de la inercia de los componentes que giran a la velocidad del motor equivalente con la reducción total de engranajes, relación con respecto a la rueda conducida.

Reemplazando los datos obtenidos en la Ecuación [11]:

$$Y_m = 1.04 + 0.0025 * (1 * 1)^2$$

$$Y_m = 1,0425$$

Reemplazando los datos obtenidos en la Ecuación [7]:

$$F_{nt} = 1,0425 * 500[kg] * 0[m/s^2]$$

$$F_{nt} = 0[N]$$

La fuerza neta es de cero, por motivo que el análisis se está asumiendo que el vehículo está en equilibrio.

Cálculo de la fuerza de tracción

Ecuación 12

Fuerza de tracción

$$F_{te} = F_{ad} + F_{rr} + F_{hc} + F_{nt}$$

Nota. Tomado de (Larminie & Lowry, 2003, pág. 187)

Se reemplaza todas las fuerzas calculadas anteriormente en la Ecuación [12]:

$$F_{te} = 136.656[N] + 118,89[N] + 713,59[N] + 0[N]$$

$$F_{te} = 969,136[N]$$

Cálculo del torque requerido en la rueda

Ecuación 13

Torque requerido en la rueda

$$\tau = F_{te} * R_r$$

$$\tau = 969,136[N] * 0,26585[m]$$

$$\tau = 257,64[Nm]$$

Cálculo de la potencia mecánica

La potencia mecánica requerida para el vehículo se la obtiene con la siguiente ecuación:

Ecuación 14*Potencia mecánica*

$$P_{mec} = F_{te} * v_{max}$$

Nota. Tomado de (Larminie & Lowry, 2003, pág. 201)

Donde:

$$P_{mec} = \text{Potencia mecánica.}$$

$$F_{te} = \text{Fuerza de tracción [N].}$$

$$v_{max} = \text{Velocidad del vehículo [m/s].}$$

Se reemplaza los valores en la Ecuación [14], se obtiene:

$$P_{mec} = 969,136[N] * 22,2222[m/s]$$

$$P_{mec} = 21,53[kW]$$

Cálculo de la potencia eléctrica

Al dividir la potencia mecánica para una eficiencia se obtiene una potencia eléctrica la cual se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 15*Potencia eléctrica*

$$P_{elec} = \frac{P_{mec}}{\text{Eficiencia del motor}}$$

Nota. Tomado de (Larminie & Lowry, 2003, pág. 202)

Donde:

$$P_{elec} = \text{Potencia eléctrica.}$$

$$P_{mec} = \text{Potencia mecánica.}$$

La eficiencia del motor se obtuvo a partir de la ficha técnica del motor, (EV West, 2020). Una vez que se obtenido los datos se reemplaza en la Ecuación [15]:

$$P_{elec} = \frac{21,53[kW]}{0,88}$$

$$P_{elec} = 24.47[kW]$$

Cálculo de la energía de las baterías

La potencia que necesitará el vehículo está relacionada con las condiciones de la carretera y la distancia que debe recorrer, teniendo en cuenta que un vehículo eléctrico consume 1 kWh por cada 6 a 8 km, el valor de kilometraje promedio calculado:

$$d = \frac{6 + 8}{2}$$

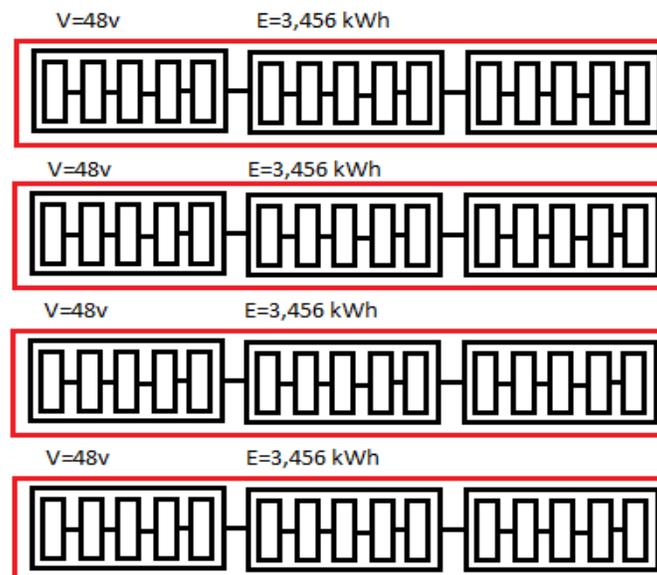
$$d = 7km$$

Queremos que el auto tenga una autonomía de 93 km, para lo cual usamos la regla de tres, porque sabemos que se usa 1 kWh para recorrer 7 km, entonces tiene 13.82 kWh.

Para formar los packs de baterías se tomó como la batería CALB-CAM72 que tiene un voltaje de 3,2 V, una capacidad de 72Ah, y se arma como se muestra en la figura número 19.

Figura 19

Packs de baterías



Nota. En la figura se puede observar como está conformado los packs de baterías; baterías formando módulos y los módulos formando los packs

Para formar los packs de la siguiente forma; 3 módulos de 5 baterías, teniendo como resultado 48V y una energía de 3,456 kWh.

De lo que se necesita 4 packs de baterías para obtener un voltaje de 192V y una energía de 13,824 kWh.

Diseño del sistema de propulsión eléctrico en el software de ingeniería

Para el diseño del sistema de propulsión eléctrico se deben considerar parámetros de entrada como la masa total del vehículo, condiciones ambientales, velocidad, aceleración, características físicas del vehículo, pendiente máxima de acuerdo con la geografía que transitará el vehículo, con las consideraciones mencionadas anteriormente se podrá obtener los parámetros de salida que servirán para la selección de los componentes adecuados del vehículo eléctrico.

Figura 20

Ciclo de conducción WLTP



Nota. En la figura se puede observar el ciclo de conducción WLTP.

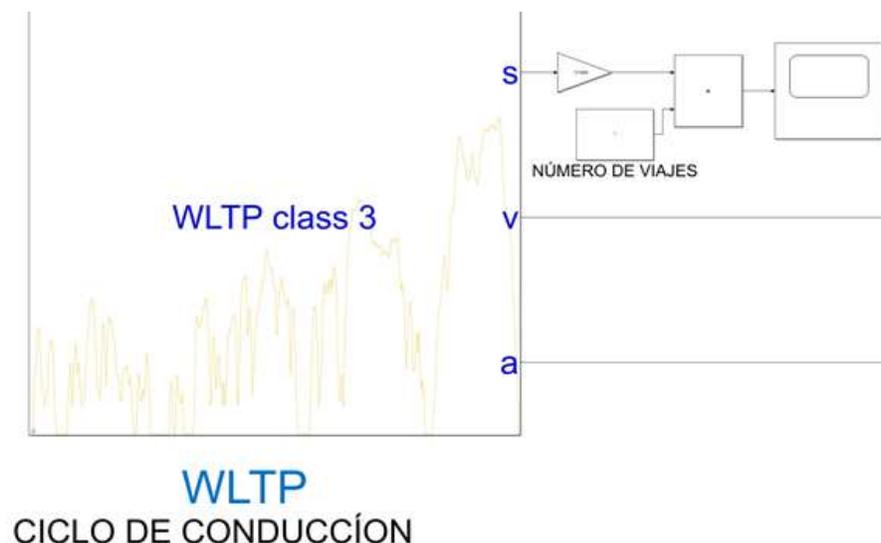
Se seleccionó un ciclo de conducción WLTP para las condiciones de circulación de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi específicamente entre Campus ESPE Latacunga Centro y

Belisario. Teniendo en consideración que el ciclo WLTP tiene una velocidad que va desde 0 hasta de 131 Km/h y permite recorrer una distancia de 23.15 Km, y una duración de 30 minutos. El ciclo WLTP genera valores más precisos porque tiene en consideración las especificaciones de cada vehículo, posee 4 fases más dinámicas, 52% de conducción urbana y 48% de conducción rural. Las temperaturas de prueba en los ensayos realizados son a 23°C, CO2 revisado a 14°C.

Para poder utilizar el ciclo WLTP se debe descargar la librería de driving Cycling desde la página de Matlab-Simulink, se instala correctamente y estará disponible para su uso, como se puede visualizar en la figura el ciclo de conducción tiene las salidas de distancia en m, velocidad en m/s y la aceleración en m/s². como la distancia se encuentra en metros para una mejor visualización en el osciloscopio utilizamos una ganancia la cual nos permite convertir las unidades de m a Km, así mismo usamos la herramienta product para unir el valor de la distancia con un valor de la constante a quien se denomina con el nombre de número de viajes que realizará el vehículo y estimar la distancia que recorrerá.

Figura 21

Parámetros de entrada



Nota. En la figura se puede observar los parámetros de entrada del ciclo de conducción WLTP.

Dentro del grupo de dinámica del vehículo que se simplifica directamente en el tren de potencia de este se puede visualizar que los parámetros de entrada son la velocidad en m/s y la aceleración en m/s^2 en función del tiempo respectivamente. Obteniendo los parámetros de salida esenciales como lo son el Torque en Nm, la potencia eléctrica del motor en kW y W del motor que se necesitará seleccionar como se puede apreciar en la figura.

Figura 22

Tren de potencia



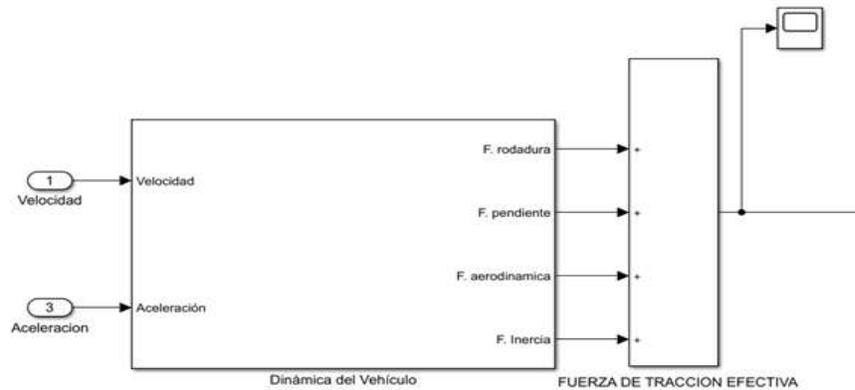
Nota. En la figura se puede observar los parámetros de entrada y salida del ciclo de conducción WLTP.

Internamente el diagrama del tren de potencia el vehículo contiene los parámetros de entrada pertenecientes del ciclo de conducción tanto la velocidad como la aceleración, dándonos como parámetros de salida las fuerzas que interactúan en la dinámica del vehículo analizada en una pendiente. La sumatoria de la fuerza de rodadura o arrastre, fuerza de pendiente, fuerza

aerodinámica, fuerza de inercia nos da como resultado la fuerza de tracción efectiva que se genera en función del tiempo en el vehículo como se visualiza en la figura.

Figura 23

Parámetros de salida

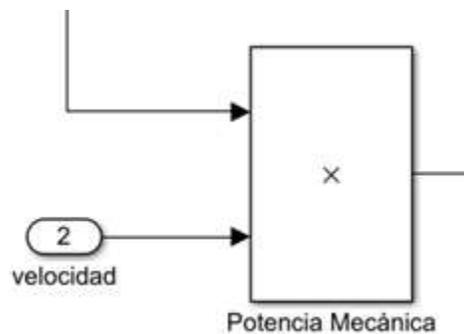


Nota. En la figura se puede observar los parámetros de salida de la potencia mecánica

Utilizando la herramienta de producto se puede enlazar tanto la fuerza de tracción efectiva como la velocidad del ciclo de conducción para obtener el parámetro de salida de la potencia mecánica como se visualiza en la figura.

Figura 24

Parámetro de salida de torque en la rueda

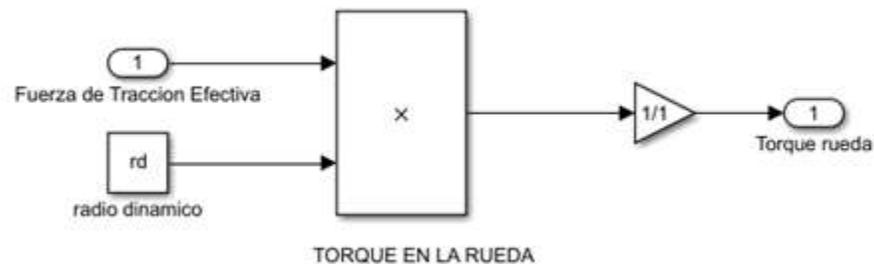


Nota. En la figura se puede observar los parámetros de salida de torque en la rueda.

De igual forma usando la herramienta de producto se puede enlazar los parámetros de entrada de la fuerza de tracción efectiva y el radio dinámico de la rueda, en el caso de que se utilice una relación de transmisión se debe utilizar la herramienta de gain (ganancia) para obtener el parámetro de salida de torque en la rueda como se puede visualizar en la figura.

Figura 25

Torque en la rueda

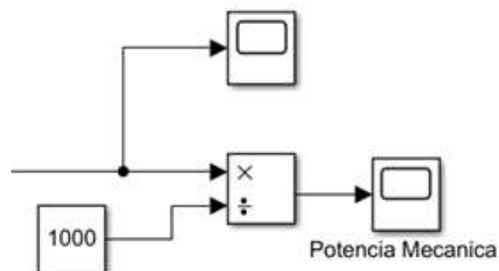


Nota. En la figura se puede observar la relación 1:1 que produce el torque de la rueda

Los parámetros de entrada en este caso son la fuerza de tracción efectiva y radio dinámico que luego de una relación 1:1 produce el torque de la rueda de nuestro vehículo.

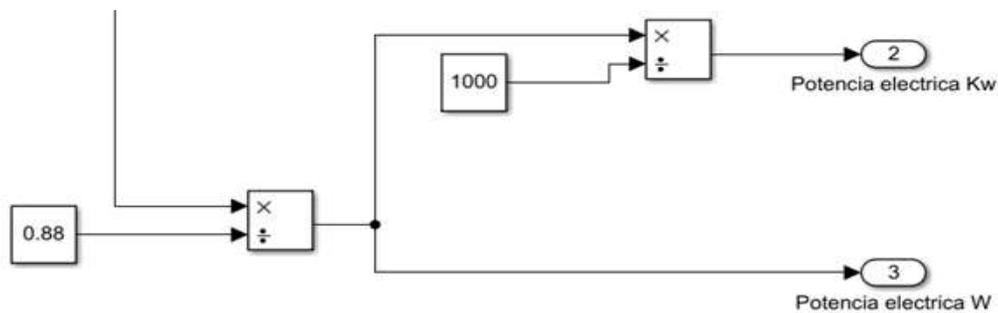
Figura 26

Conversión de la potencia mecánica



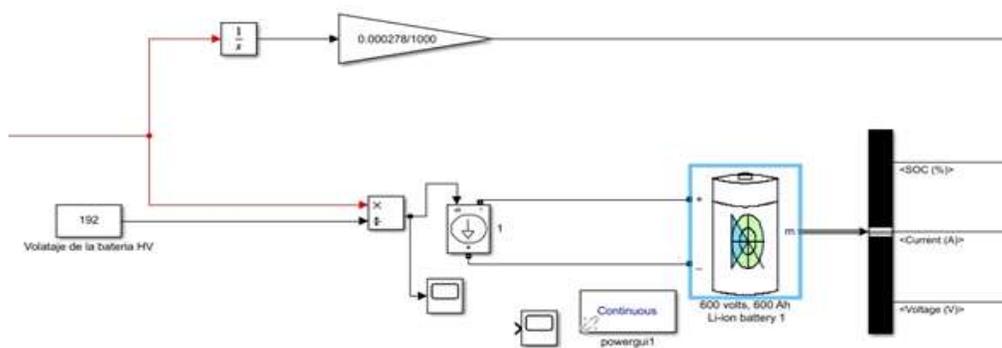
Nota. En la figura se puede observar la Conversión de la potencia mecánica a Kilovatios

La Conversión de la potencia mecánica la realizamos a Kilovatios para facilidad de trabajo en cuanto a las ecuaciones que realizaremos a continuación.

Figura 27*Potencia eléctrica*

Nota. En la figura se puede observar cómo se da lugar a la potencia eléctrica.

La potencia mecánica al ser dividida para la eficiencia del motor da lugar a la potencia eléctrica, que de igual manera para para facilidad de trabajo en cuanto a las ecuaciones que realizaremos a continuación.

Figura 28*Energía*

Nota. En la figura se puede observar el comportamiento de la corriente en función del tiempo.

Al integrar la potencia eléctrica se obtiene la energía en Wh que requiere la batería para cumplir con las exigencias del ciclo de conducción, de la misma manera al dividir la potencia eléctrica para el voltaje de la batería, se obtendrá el comportamiento de la corriente en función del tiempo.

Comparación de baterías (Litio) de alta tensión existentes en el mercado.

Tabla 9

Baterías (Litio) de alta tensión existentes en el mercado.

	CALB 72 Ah CAM FI Series Lithium Iron	Tesla Model S lithium Ion Battery 18650 Ev Module	CALB 100 Ah SE Series Lithium Iron
Capacidad	72 Ah	232 Ah	100 Ah
Voltaje nominal	3.2 v	22.8 v	3.2 v
Corte de tensión de carga:	3.5 v	25.2 v	2.5 v
Peso:	1.9 kg	24.94 kg	3.2 kg
Química	LiFePO4	LiFePO4	LiFePO4
Fabricante	CALB	Tesla	CALB
Dimensiones	218x30x135 mm	78.74x 302.26x665.48mm	215x67x142 mm
Precio	\$35.00	\$1580.00	\$42.00
Tasa de carga - descarga	0.3 c	-----	0.3

Nota. En la tabla se puede observar los diferentes tipos de baterías existentes en el mercado, y la cual selecciono la CALB 72 Ah CAM FI Series Lithium Iron.

Comparación de motores eléctricos existentes en el mercado

Tabla 10

Motores eléctricos existentes en el mercado

	Motor de cubo de 17 pulgadas y 12 KW	Motor de scooter de 12kw
Potencia nominal del motor:	12000W	12000W
Motor máx. Potencia:	27000W	24000W
Tamaño de la rueda:	17 pulgadas	13 pulgadas
Velocidad máxima	160 km/h	125 km/h
Tipo	Motor sin escobillas de CC.	Motor de cubo BLDC con imán permanente
Peso	32 kg	32 kg
Eficiencia	85% a 91%	85% a 91%

	Motor de cubo de 17 pulgadas y 12 KW	Motor de scooter de 12kw
Corriente	200-300A	100-200 A
Precio	\$862.18	\$910,14
Nomenclatura de la rueda	---	—
Dimensiones	—	ϕ 360x126 ϕ 80x ϕ 58
Temperatura de trabajo	70 °C (máximo 120 °C en 5 a 10 segundos)	70 °C (máximo 120 °C en 5 a 10 segundos)
Grado de impermeabilidad	IP54.	IP54
Voltajes	72V, 84V, 96V, 108V, 120V.	72 V, 84 V, 96 V, 108 V , 120V.

Nota. En la tabla se puede observar los diferentes tipos de motores existentes en el mercado, y la cual selecciono el Motor de cubo de 17 pulgadas y 12 KW.

Comparación de convertidores DC/DC existentes en el mercado

Tabla 11

Convertidores DC/DC existentes en el mercado

	Elcon DC/DC Converter	DC/DC Converter SD-200C
Corriente Nominal	25 A	16.7 Ah
Valor nominal	400 W	200.4 W
Limitación de corriente a 12V	30 A	±1.0%
Dimensiones	165mmx115mmx80mm	215x115x50mm
Eficiencia:	92%	84%
Corriente de salida nominal (1 hora)	12.5 A	5.2A/48V
Fabricante	ElCon	Mean well
Precio	\$229.00	\$98.15

Nota. En la tabla se puede observar los diferentes tipos de convertidores DC/DC existentes en el mercado, y la cual selecciono el Elcon DC/DC Converter

Comparación de controladores de motores eléctricos existentes en el mercado

Tabla 12

Controladores de motores eléctricos existentes en el mercado

	Controlador Votol EM- 100	Controlador de motor de CC ZEVA MC1000C de 1000 amperios	Controlador Sabvotón 72200
Tipo	Controlador de onda sinusoidal, controlador sinusoidal.	—	Controlador de motor de onda sinusoidal (tipo sinusoidal).
Voltaje	48V-72V	12-144 V nominal	48-72V
Voltaje máximo	90V.	9-175 V máximo absoluto	máx. 90V
Corriente de la batería	100A (máximo).	(x10A) 0-100	200A máx
Corriente de fase	330A (máximo).	—	450A máx.
Tamaño	218 x 124 x 62 mm.	306 x 140 x 95 mm	283 x 146 x 62mm.
Precio	\$231.16	\$1695.00	\$343.00
Peso	1.650kg	4.5kg	2.20kgs

Nota. En la tabla se puede observar los diferentes tipos de controladores de motores eléctricos existentes en el mercado, y la cual selecciono Controlador Votol EM-100.

Comparación de cargadores a bordo existentes en el mercado

Tabla 13

Cargadores a bordo existentes en el mercado

	Cargador Elcon 3.3kW UHF - Preprogramado - No CAN	Cargador 3.2 kw
Rango de corriente de entrada	0,2 a 16 A CA	0,4 a 15 A CA
Rango de corriente de salida	4 A a 40 A CC	4.3 A a 42 A CC
Rango de voltaje de salida	33-132V	30-130V
Peso	3,9 kg	4,1 kg
Potencia de salida	3300W	3100W
Rango de voltaje de entrada	90-260 voltios	80-270 voltios
Precio	\$450.00	\$450.00
Eficiencia	92%	92%

Nota. En la tabla se puede observar los diferentes tipos *cargadores a bordo* existentes en el mercado, y la cual selecciono Cargador Elcon 3.3kW UHF - Preprogramado - No CAN

Modelación en 3D del vehículo eléctrico con su tren de propulsión eléctrico seleccionado.

Batería de alto voltaje

Figura 29

Batería de alto voltaje

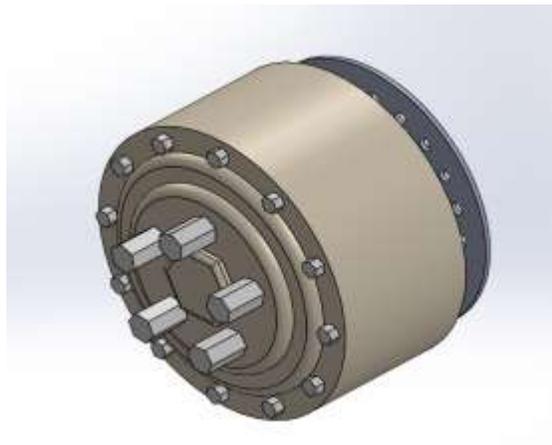


Nota. En la figura se observa el modelado de los packs de baterías.

Motor in Wheel

Figura 30

Motor in Wheel



Nota. En la figura se observa el modelado del motor in Wheel

Figura 31

Motor in Wheel con su neumático



Nota. En la figura se observa el modelado del motor in Wheel con su neumático.

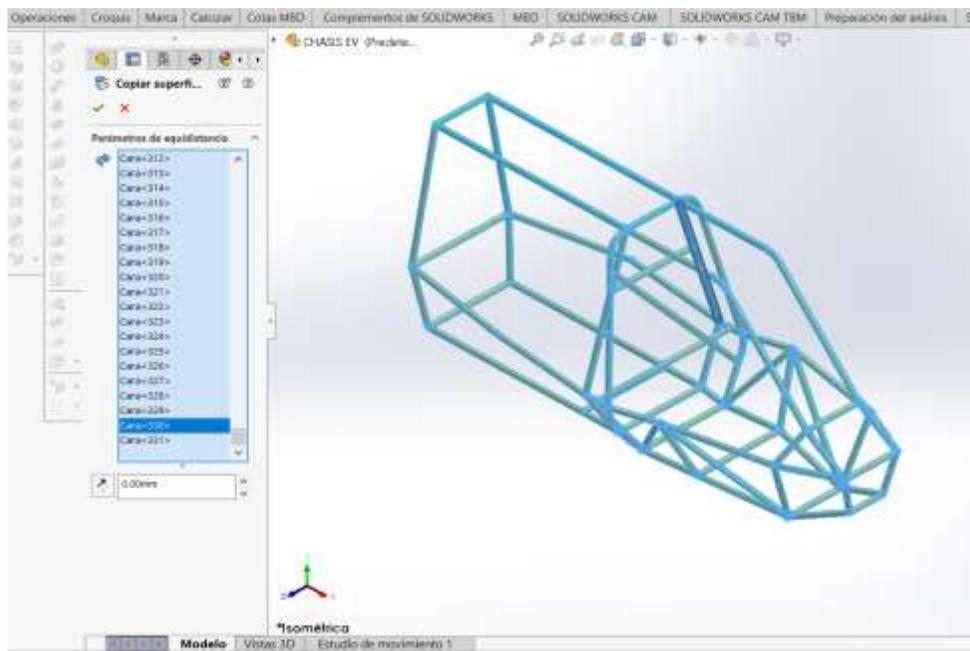
Capítulo IV

Implementación, ensamblaje y análisis de resultados

Análisis estáticos de esfuerzo de flexión y torsión de los distintos materiales seleccionados del chasis diseñado

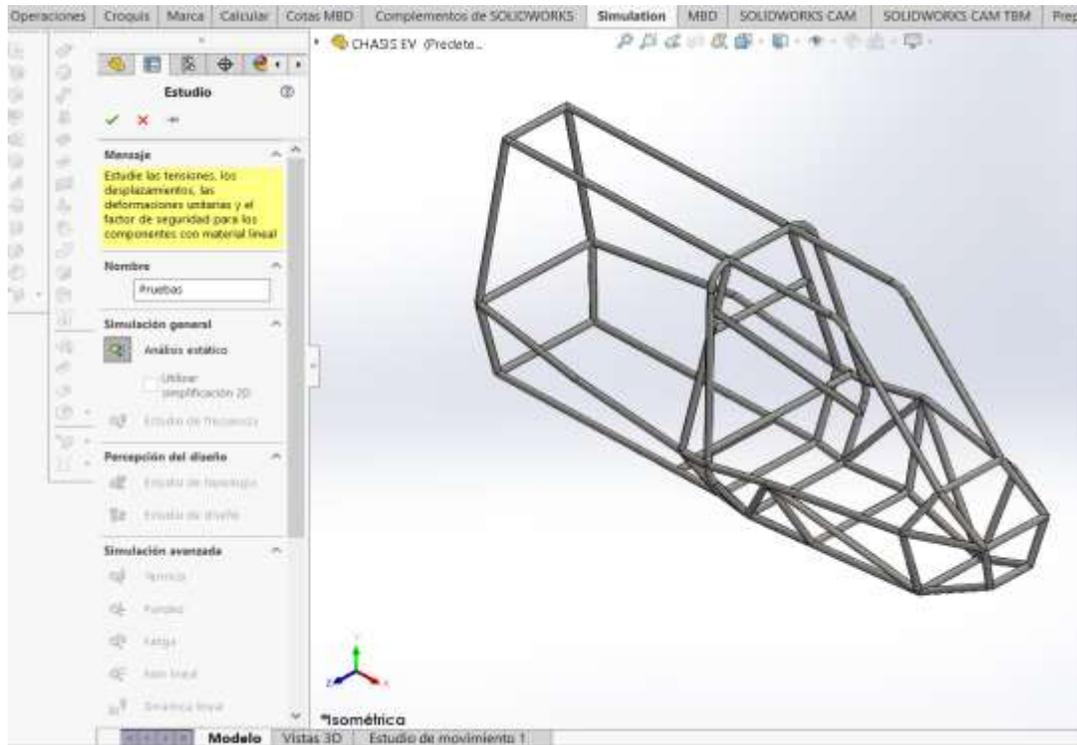
Figura 32

Superficie de cero



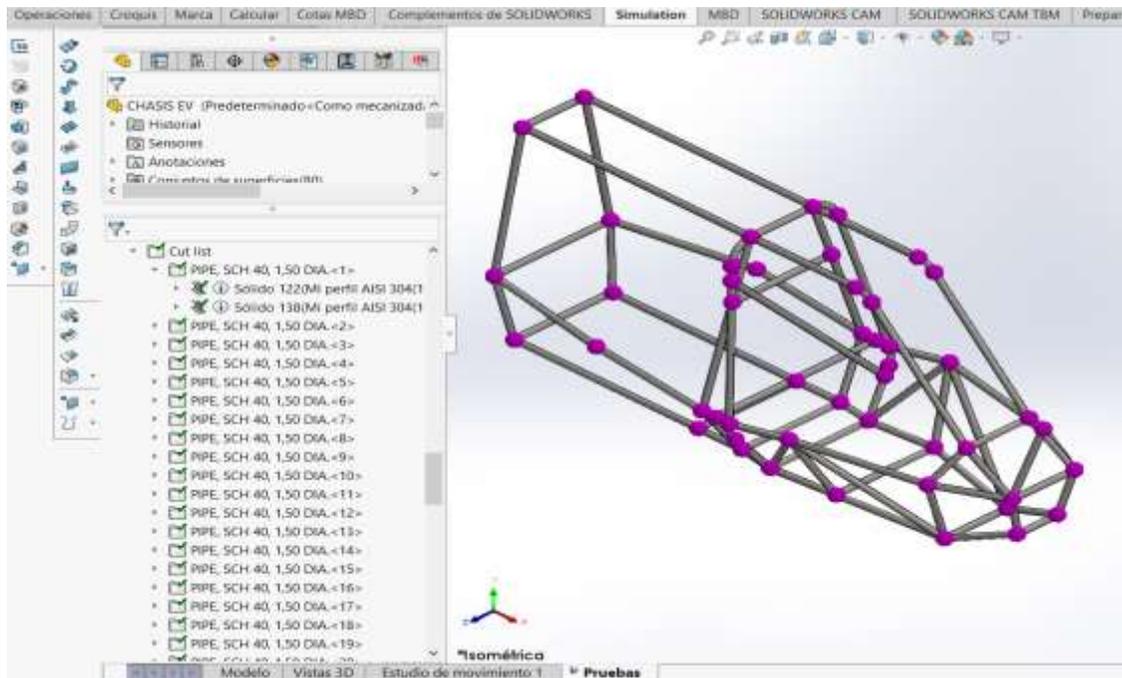
Nota. En la figura se observa como se debe generar una superficie de 0 mm

Para el estudio del análisis estático se debe generar una superficie de 0 mm como se visualiza en la figura.

Figura 33*Análisis estático*

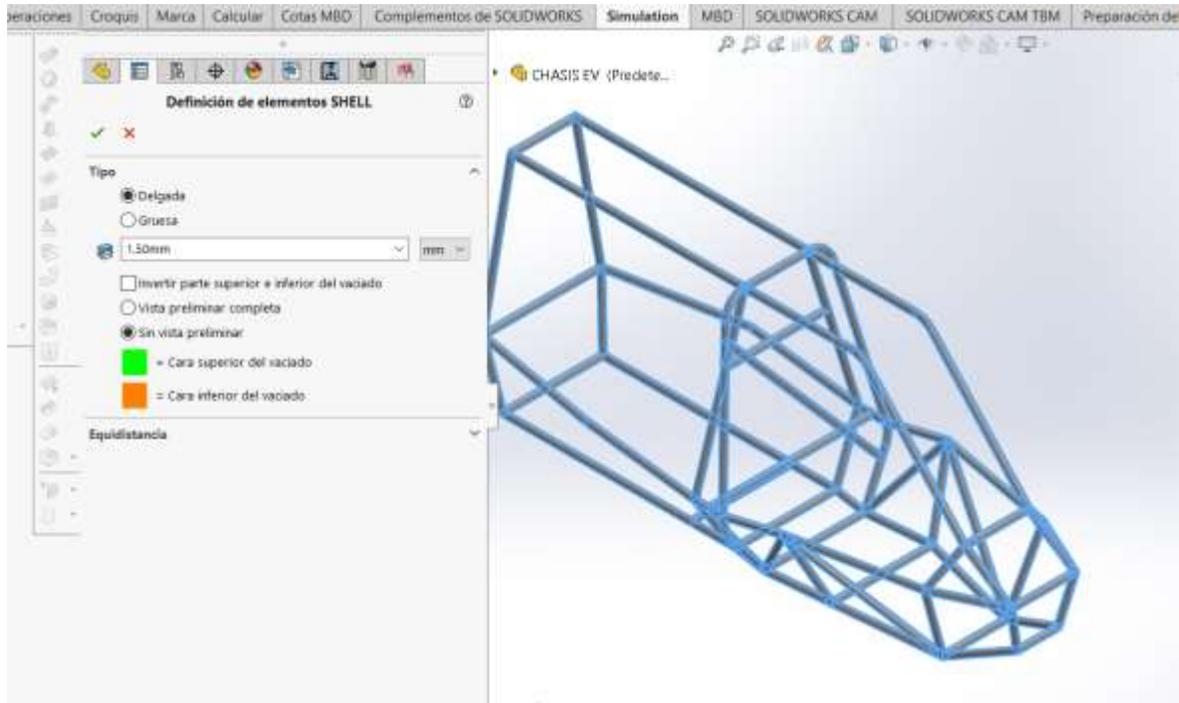
Nota. En la figura se observa como se debe seleccionar la opción de la barra de herramientas de complementos de SolidWorks

Seleccionamos la opción de la barra de herramientas de complementos de SolidWorks para generar el nuevo análisis estático como se puede visualizar en la figura y seleccionamos el visto para avanzar a las configuraciones siguientes.

Figura 34*Perfil estructural*

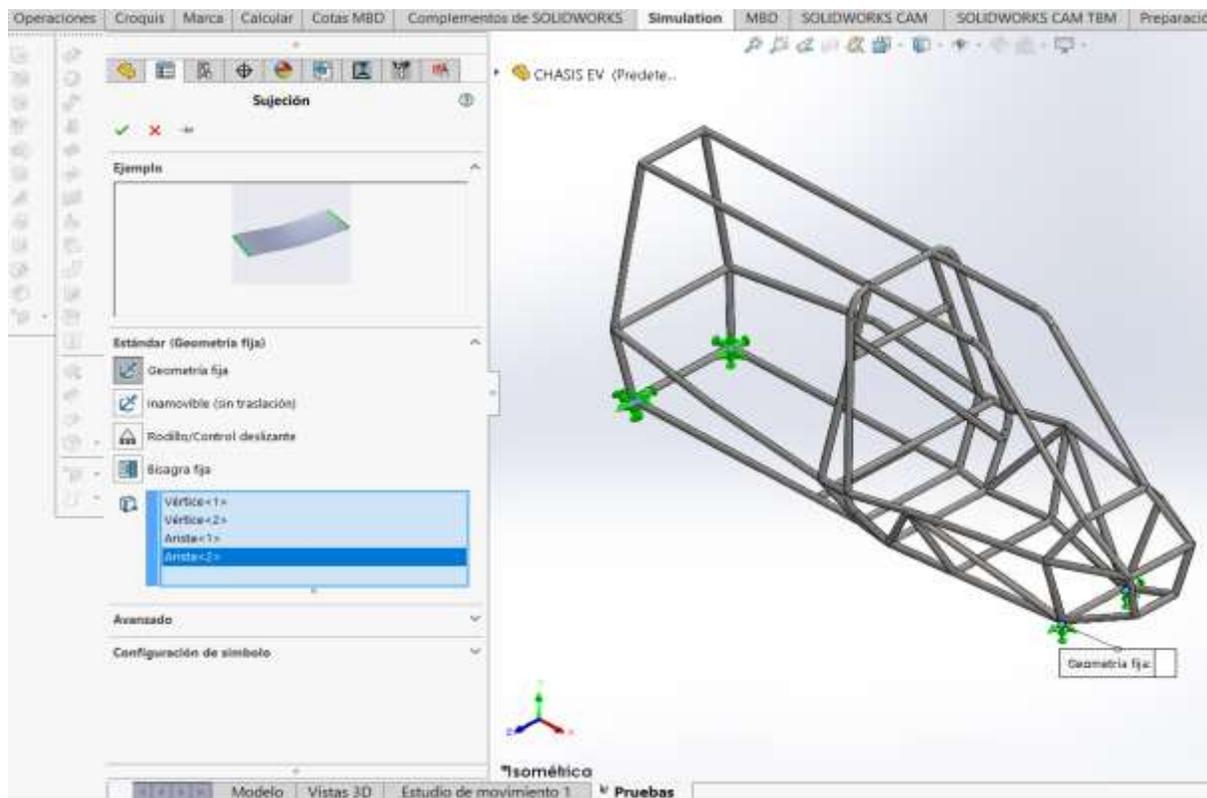
Nota. En la figura se observa como se debe seleccionar el perfil estructural para excluir del análisis.

Como seleccionamos la opción de superficie ya no es necesario tener los miembros estructurales, así que se procede a dar clic en la carpeta de cut y se selecciona el perfil estructural para excluir del análisis.

Figura 35*Análisis en suposición*

Nota. En la figura se observa como se debe dar un espesor para el análisis en suposición.

A las superficies se les debe dar un espesor para el análisis en suposición como si fuese el tubo estructural, en este caso se coloca el espesor de 1.5 mm como indica el manual de DIPAC disponible en mercado.

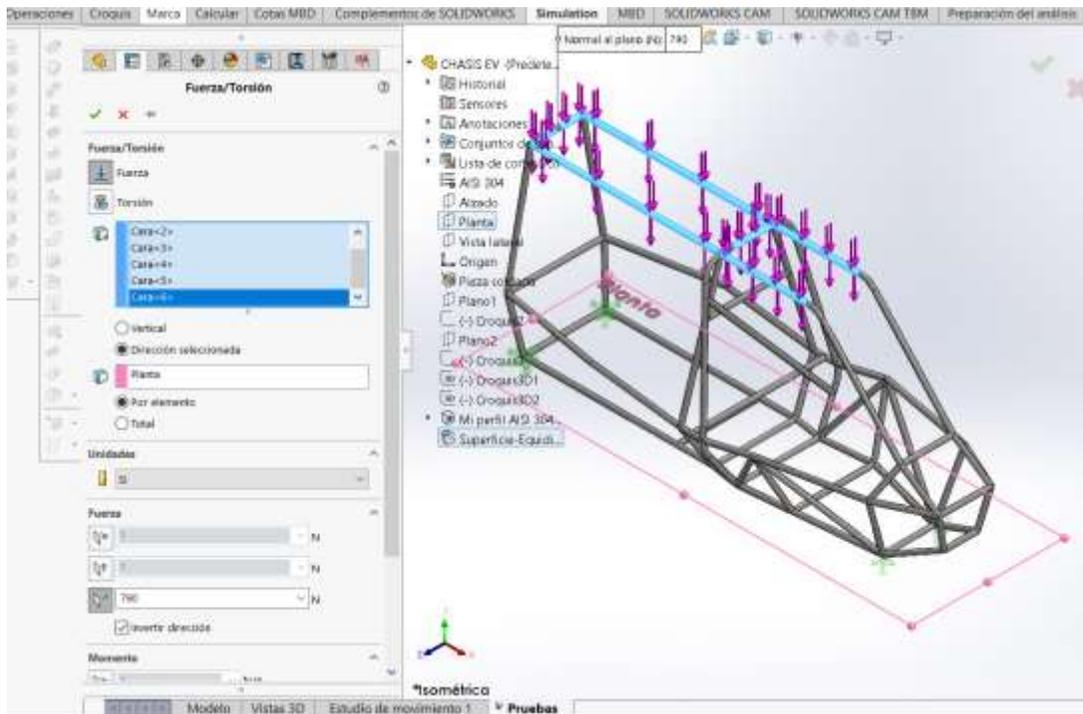
Figura 36*Puntos fijos en sujeción*

Nota. En la figura se observa dónde colocar los puntos fijos de sujeción.

Colocamos los puntos fijos de sujeción, para el análisis haciendo referencia en donde irían colocados los ejes de tracción.

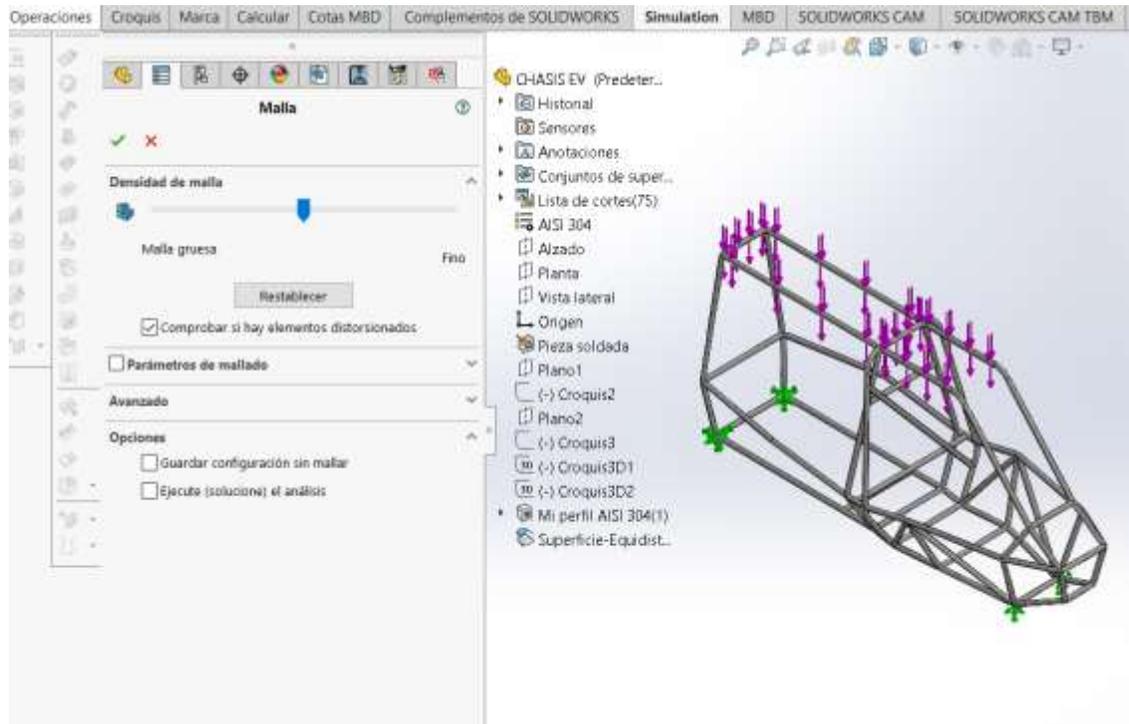
Figura 37

Volcamiento



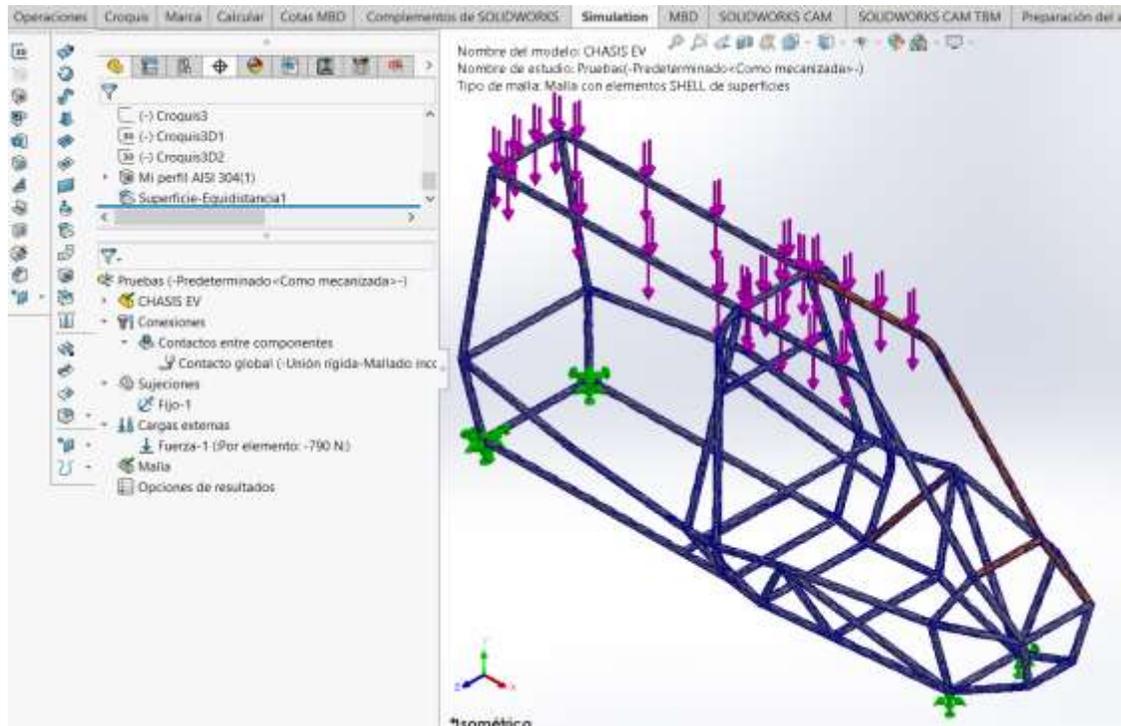
Nota. En la figura se observa el valor de la fuerza de la carga viva y carga muerta, asumiendo que sufrirá un volcamiento

Colocamos la fuerza que recibirá el chasis asumiendo que sufrirá un volcamiento, tomando el valor de la fuerza de la carga viva y carga muerta.

Figura 38*Mallado*

Nota. En la figura se observa el mallado entre más fina sea la malla más pequeños serán las áreas de estudio del chasis

Procedemos a mallar, entre más fina sea la malla más pequeños serán las áreas de estudio del chasis, pero demorará más tiempo en realizar el mallado, de preferencia dejar con los valores por defecto que nos da el programa.

Figura 39*Resultado*

Nota. En la figura se observa el resultado del análisis.

Por último, damos clic en ejecutar estudio para poder visualizar los resultados del presente análisis.

Carga viva (V)

Ecuación 16

Carga viva

$$V = Vt * g$$

Donde:

$Vt =$ *Peso generado por las personas (kg)*

$g =$ *Gravedad(m/s²)*

$V =$ *Carga viva (N)*

Se reemplaza en la ecuación:

$$V = 65(kg) * 9,81(m/s^2)$$

$$V = 637,65(N)$$

Carga muerta (M)

Ecuación 17

Carga muerta

$$M = Mt * g$$

Donde:

$$Mt = \text{Peso generado por materiales (kg)}$$

$$g = \text{Gravedad}(m/s^2)$$

$$M = \text{Carga muerta}(N)$$

Se reemplaza en la ecuación:

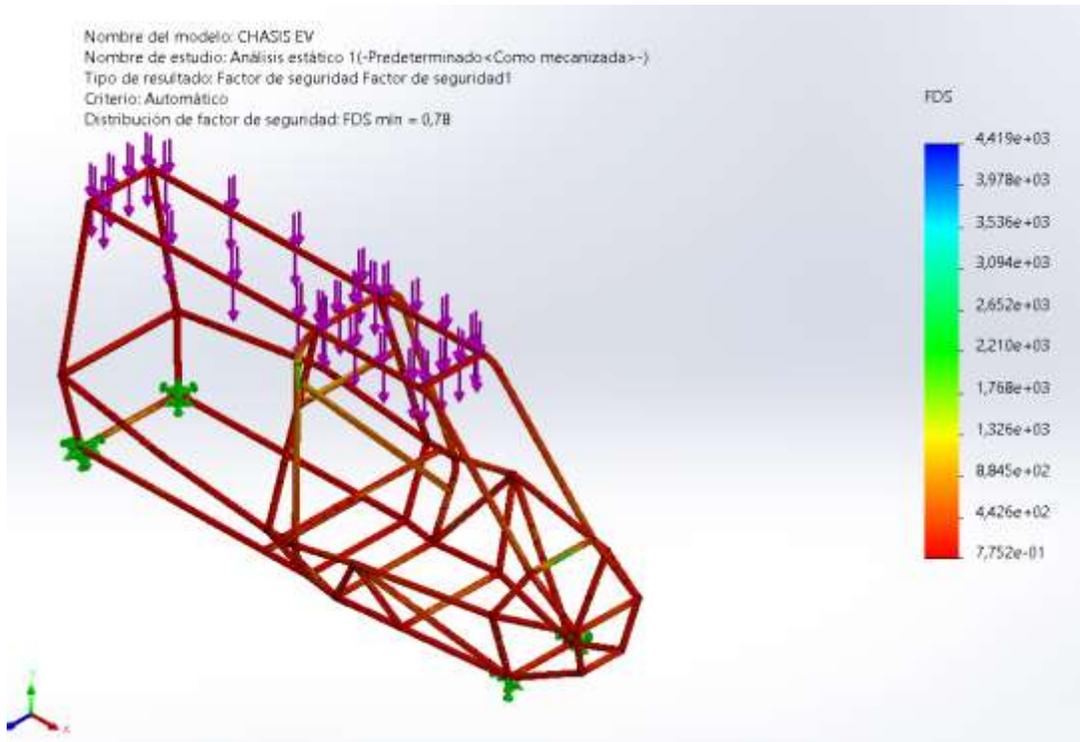
$$M = 42,40(kg) * 9,81(m/s^2)$$

$$M = 415,94(N)$$

Factor de seguridad

Figura 40

Factor de seguridad



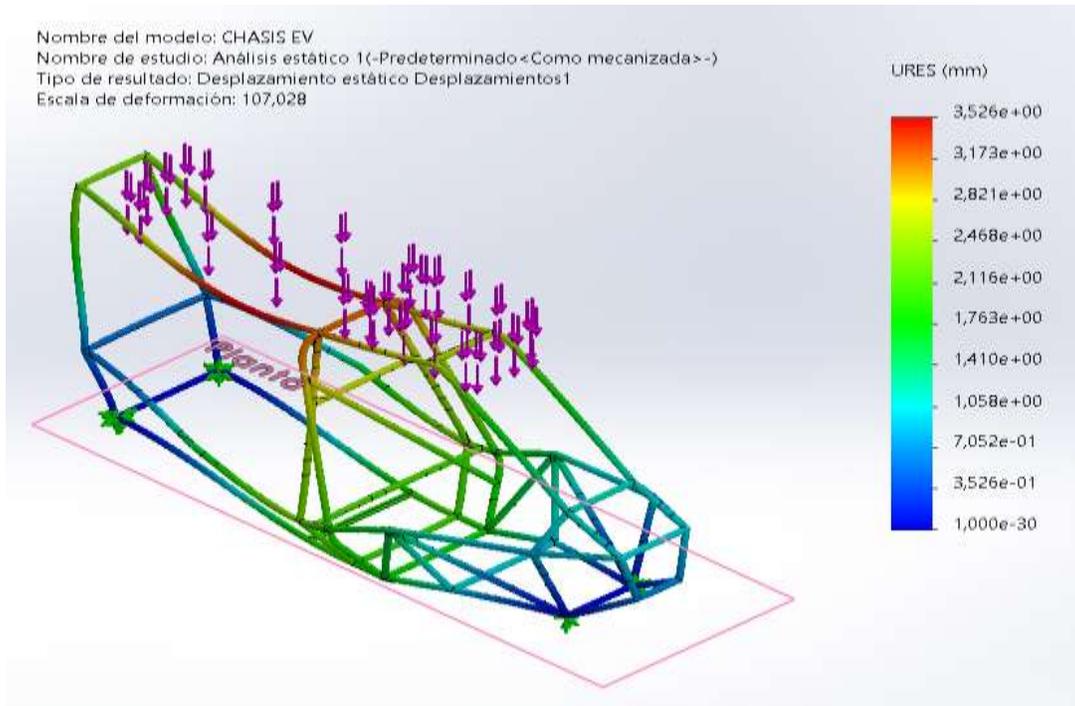
Nota. En la figura se observa el factor de seguridad y también las partes susceptibles a romperse.

La gráfica muestra que el factor de seguridad es de 0.78, el color rojo nos indica las partes más susceptibles a romperse. con los valores de carga viva y carga muerta de 1053.59 N

Desplazamiento del material

Figura 41

Desplazamiento del material



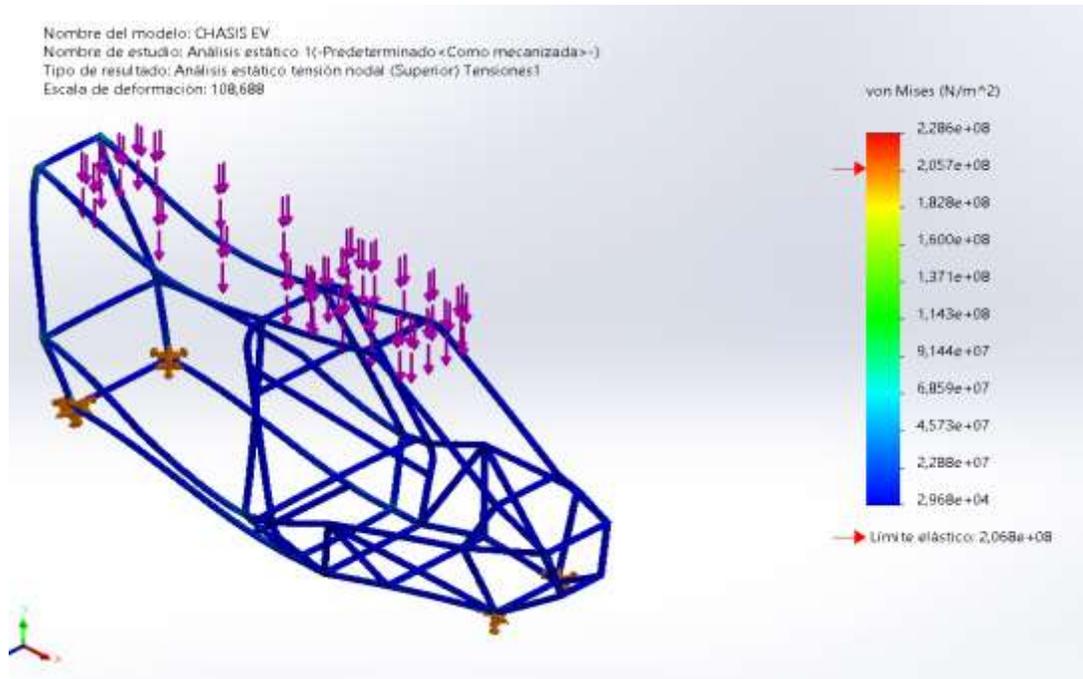
Nota. En la figura se observa el resultado del desplazamiento y también donde va a haber un desplazamiento máximo.

En la gráfica se puede visualizar el resultado del desplazamiento evidenciando el color azul en donde no existirá casi nada de desplazamiento mientras que el color rojo nos indica en qué lugar va a existir la mayor parte de desplazamiento en este caso es desplazamiento máximo de 3.526 mm generado en la parte central superior del chasis.

Tensiones de Von Mises

Figura 42

Tensiones de Von Mises



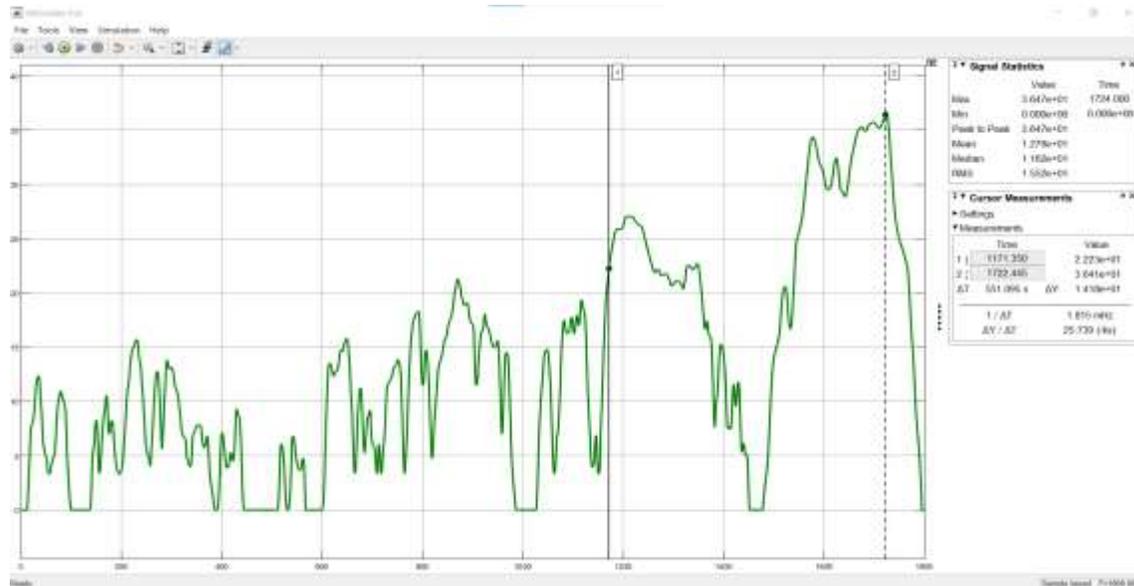
Nota. En la figura se observa el límite elástico como resultado de la simulación que es de 2.068×10^8 N/m².

Como se puede visualizar en la figura el límite elástico que nos indica como resultado la simulación es de 2.068×10^8 N/m², nos indica a partir de qué color empieza a superar el límite elástico, en este caso nos muestra la figura que a partir del color naranja empieza a superar el límite elástico refiriéndose a la fuerza que se ejerce por metro cuadrado deformándose permanentemente y ya no puede recuperar su forma

Velocidad vs Tiempo.

Figura 43

Velocidad vs Tiempo



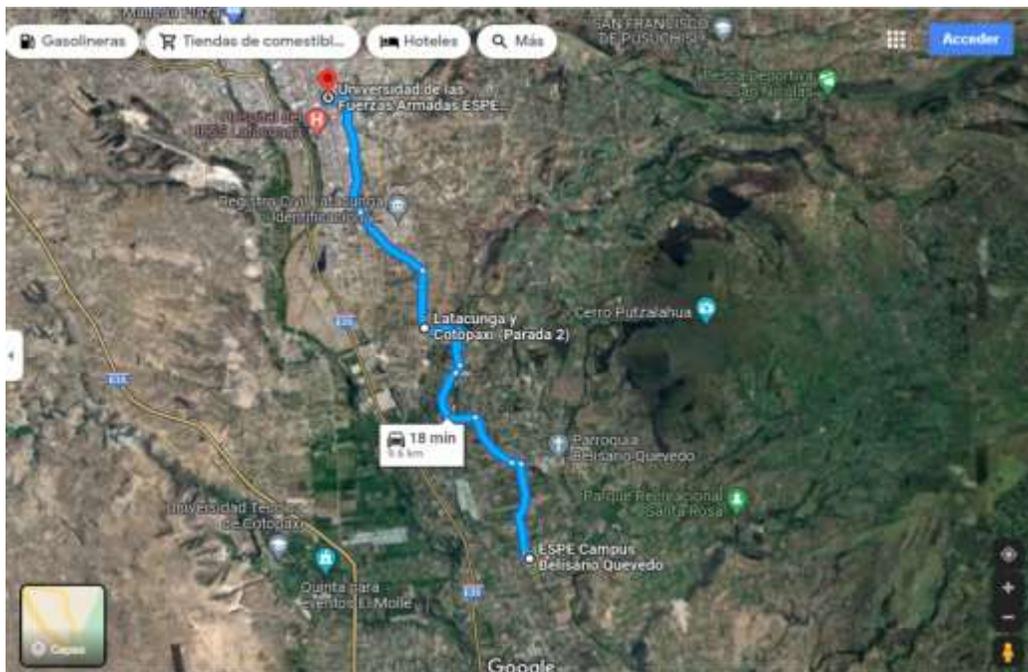
Nota. En la figura se observa que la velocidad inicial empieza en 0 m/s y con el transcurso del intervalo del tiempo va variando.

En la gráfica velocidad vs tiempo se puede visualizar que la velocidad inicial empieza en 0 m/s y con el transcurso del intervalo del tiempo va variando su velocidad hasta alcanzar su velocidad máxima a la que llega el ciclo de conducción que tiene un valor de 36.47 m/s que equivale a 131.29 Km/h, sin embargo, la velocidad máxima que tenga este vehículo se plantea que sea de 22.23 m/s como se puede visualizar en la regleta 1 del osciloscopio, este valor es equivalente a 80 Km/h, que es un valor suficiente y seguro de controlar por la persona ya sea estudiante o docente que necesite desplazarse de un lugar a otro usando este vehículo.

Distancia vs Tiempo.

Figura 44

Ruta 1

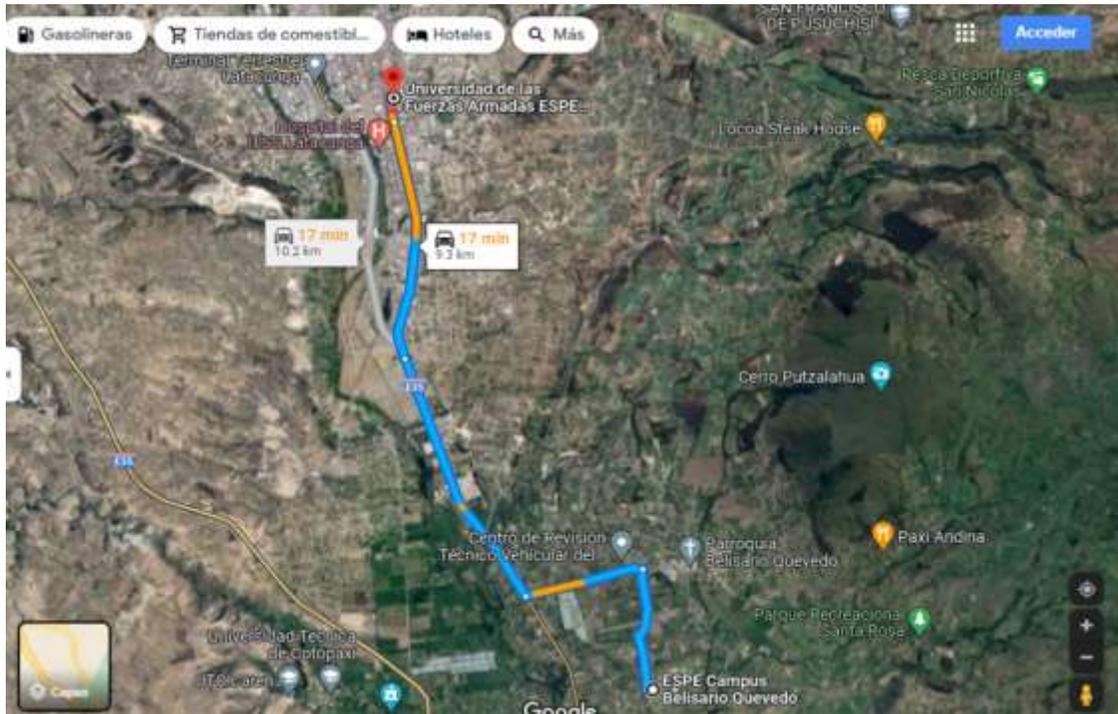


Nota. En la figura se puede observar la ruta 1 para desplazarse del campus de Belisario Quevedo al Campus de la ESPEL Matriz

Como se puede visualizar en la gráfica de la ruta 1, para desplazarse del campus de Belisario Quevedo al Campus de la ESPEL Matriz y en sentido de viceversa se debe considerar que tiene un tiempo estimado de llegada de 18 minutos y una distancia de 9.6 Km.

Figura 45

Ruta 2

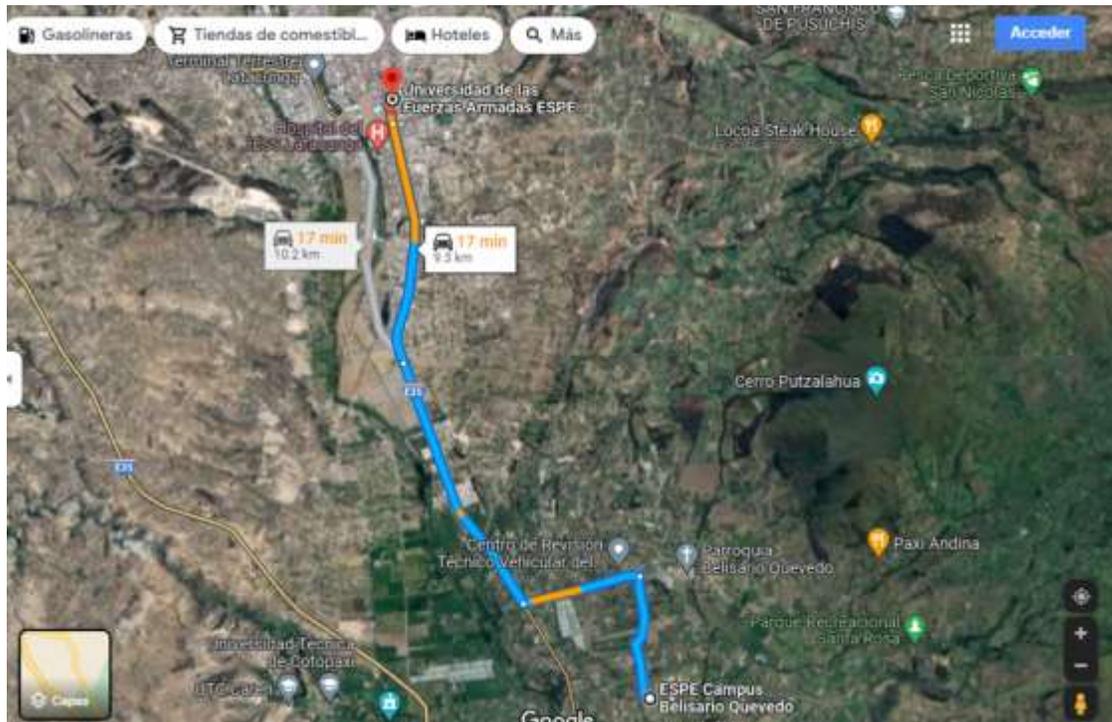


Nota. En la figura se puede observar la ruta 2 para desplazarse del campus de Belisario Quevedo al Campus de la ESPEL Matriz

Como se puede visualizar en la gráfica de la ruta 2, para desplazarse del campus de Belisario Quevedo al Campus de la ESPEL Matriz y en sentido de viceversa se debe considerar que tiene un tiempo estimado de llegada de 17 minutos y una distancia de 10.2 Km.

Figura 46

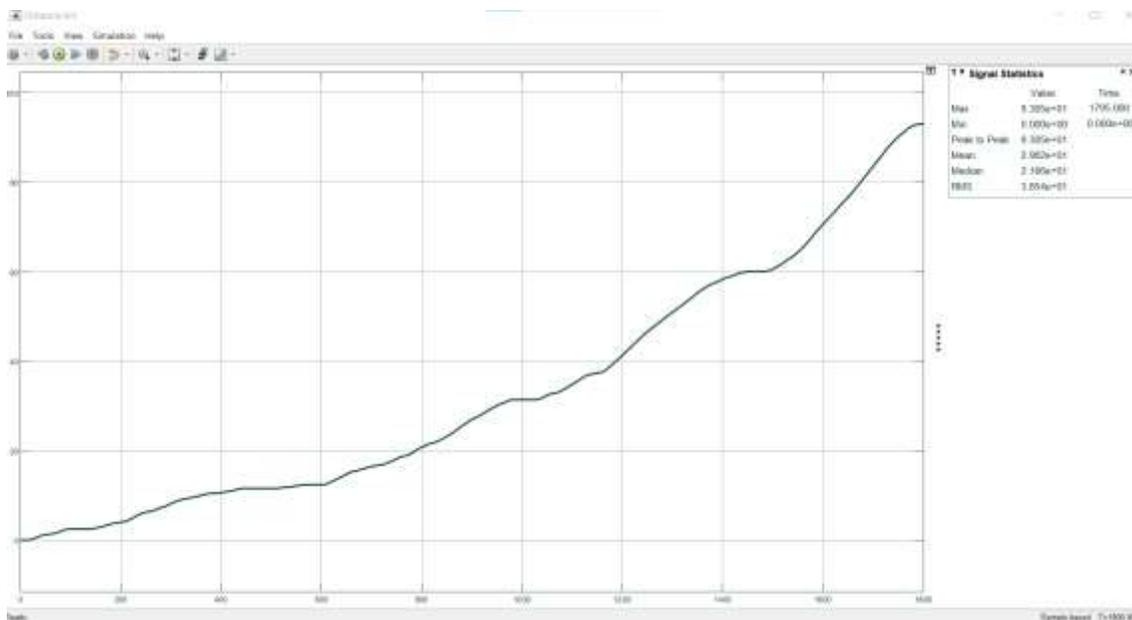
Ruta 2



Nota. En la figura se puede observar la ruta 2 para desplazarse del campus de Belisario Quevedo al Campus de la ESPEL Matriz

Como se puede visualizar en la gráfica de la ruta 2, para desplazarse del campus de Belisario Quevedo al Campus de la ESPEL Matriz y en sentido de viceversa se debe considerar que tiene un tiempo estimado de llegada de 17 minutos y una distancia de 9.3 Km.

En base a estos valores estadísticos se puede determinar un valor promedio de 17 minutos y 9.7 Km de ida o de vuelta, que para simplificar al recorrido de ida más el recorrido de vuelta en este apartado se denominará como "Viaje" el cual tiene un recorrido de 19.4 Km, entonces mediante las características del ciclo WLTP tiene un recorrido de 23.25 Km lo que se concluye que el ciclo seleccionado está cumpliendo los parámetros requeridos.

Figura 47*Distancia vs Tiempo*

Nota. En la figura se puede observar que si una persona de la ESPEL realiza 4 viajes estará recorriendo 93 Km aproximadamente.

De acuerdo con el análisis realizado anteriormente de acuerdo con los viajes, se puede visualizar en la figura que si una persona de la ESPEL realiza 4 viajes estará recorriendo 93 Km aproximadamente, sin embargo, se presenta la siguiente tabla con distintos viajes:

Tabla 14*Numero de viajes con distancia*

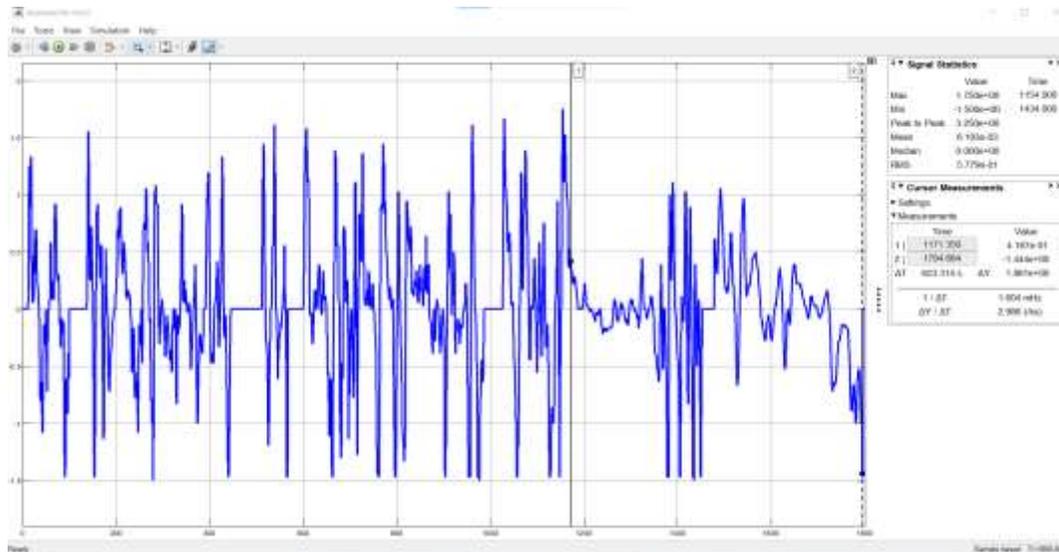
# de viajes	Distancia Km
1	23.25
2	46.5
3	69.75
4	93

Nota. En la figura se puede observar la distancia recorrida por cada viaje.

Aceleración vs Tiempo

Figura 48

Aceleración vs Tiempo



Nota. En la figura se puede observar la regleta 1 que en el osciloscopio nos indica una aceleración de 0.4167m/s² equivalente a una velocidad de 80Km/h.

En la gráfica aceleración vs tiempo se puede visualizar la variación de velocidad en función del transcurso del tiempo, en donde se puede identificar que inicia con una aceleración de 0 m/s² hasta alcanzar una aceleración máxima de 1.75m/s² y una aceleración mínima de -1.50 m/s². Sin embargo, en la figura se puede visualizar la regleta 1 que en el osciloscopio nos indica una aceleración de 0.4167m/s² equivalente a una velocidad de 80Km/h.

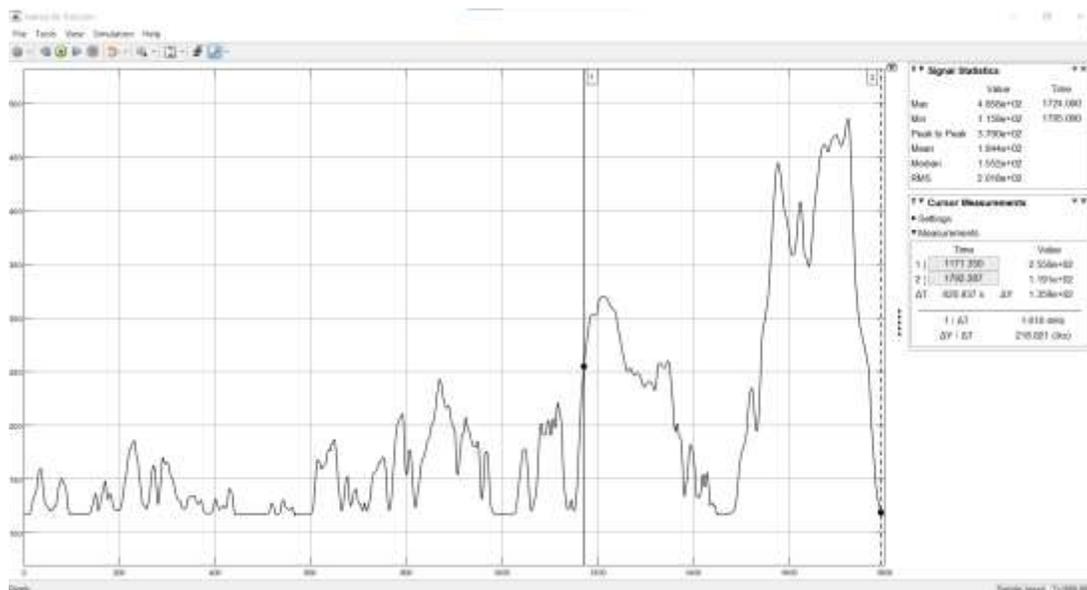
Fuerza de tracción vs Tiempo

En la gráfica Fuerza de tracción vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que la fuerza de tracción inicia con un valor de 115.8 N como valor mínimo y 485.8 N como valor

máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una fuerza de 255 N.

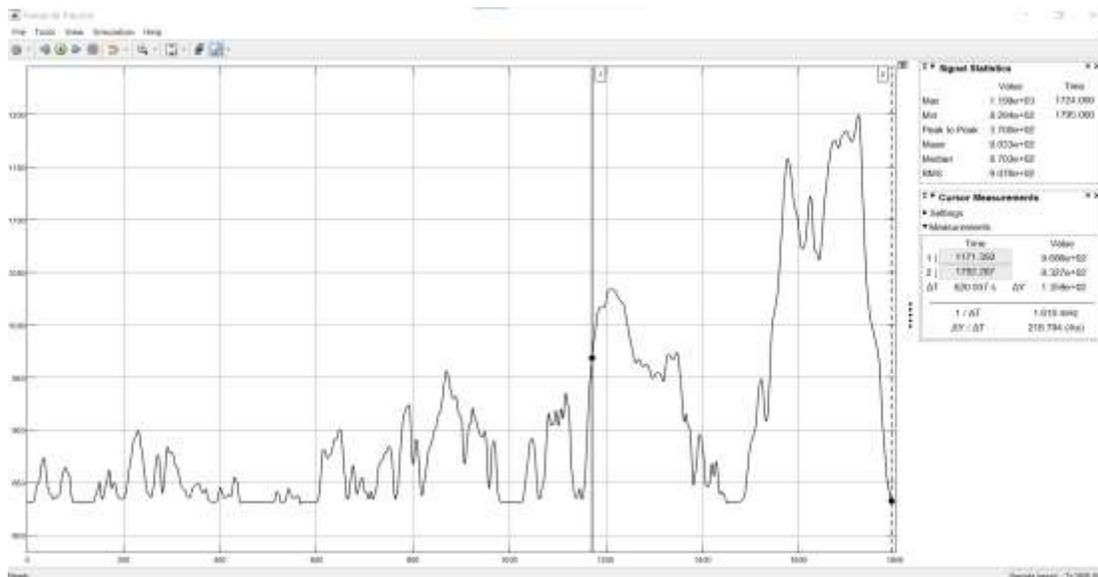
Figura 49

Fuerza de tracción vs Tiempo



Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una fuerza de 255 N.

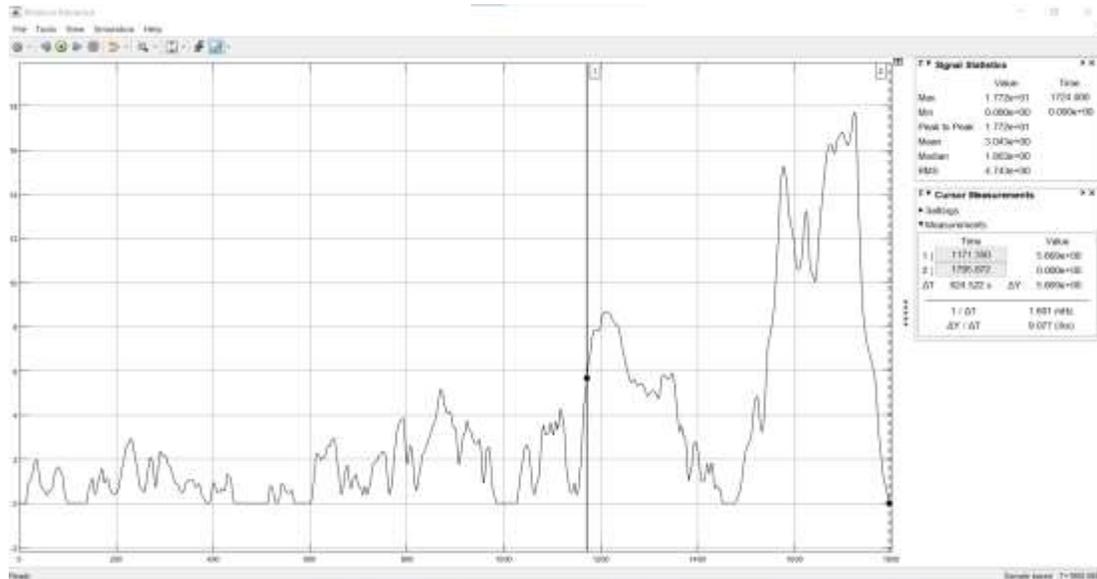
En la gráfica Fuerza de tracción vs tiempo como segundo análisis se utiliza la pendiente máxima obtenida en las rutas planteadas con un valor de 14.6%, en donde se puede visualizar que la fuerza de tracción inicia con un valor de 829.4 N como valor mínimo y 1199 N como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una fuerza de 968.6 N.

Figura 50*Fuerza de tracción vs Tiempo 2*

Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una fuerza de 968.6 N.

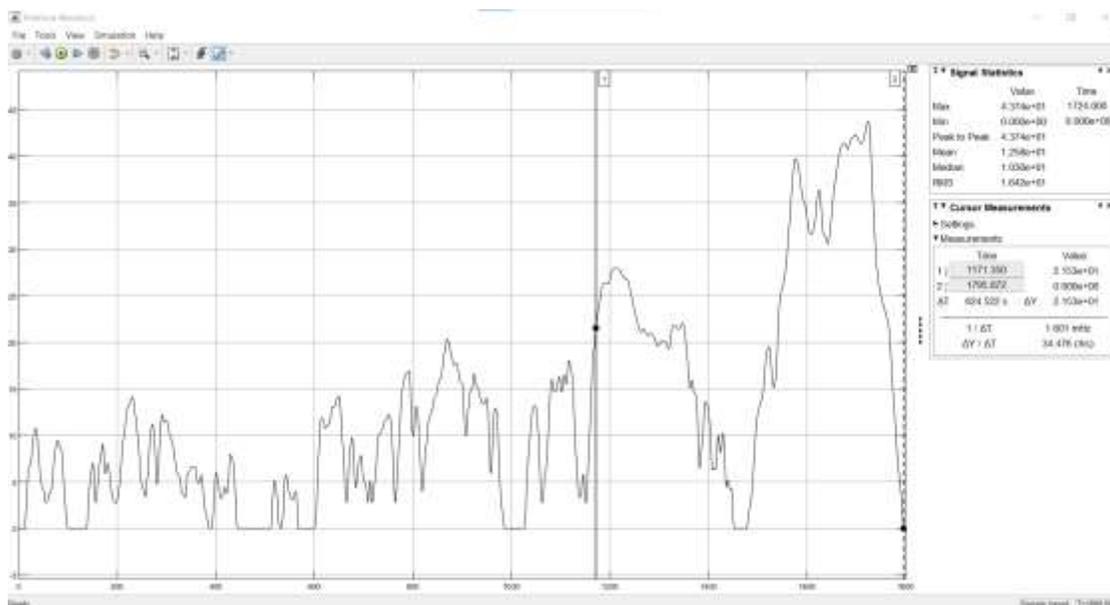
Potencia Mecánica vs Tiempo.

En la gráfica Potencia Mecánica vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que la potencia mecánica inicia con un valor de 0 kW como valor mínimo y 17.72 kW como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia mecánica de 5.669 kW.

Figura 51*Potencia Mecánica vs tiempo*

Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia mecánica de 5.669 kW.

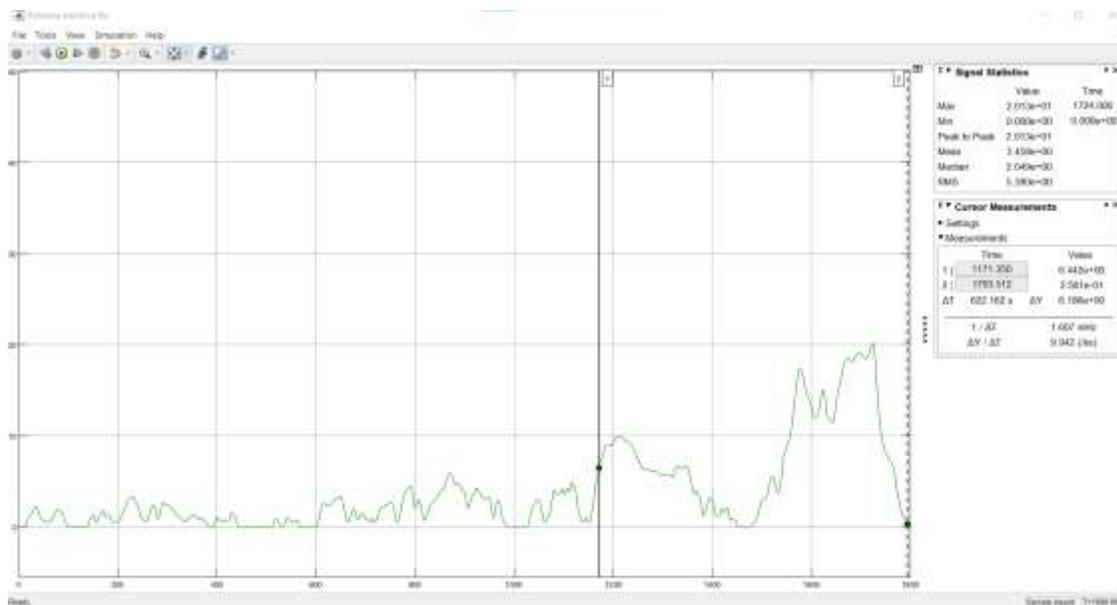
En la gráfica Potencia mecánica vs tiempo como segundo análisis se utiliza la pendiente máxima obtenida en las rutas planteadas con un valor de 14.6%, en donde se puede visualizar que la potencia mecánica inicia con un valor de 0 kW como valor mínimo y 43.74 kW como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia mecánica de 21.53 kW.

Figura 52*Potencia Mecánica vs tiempo 2*

Nota, En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia mecánica de 21.53 kW.

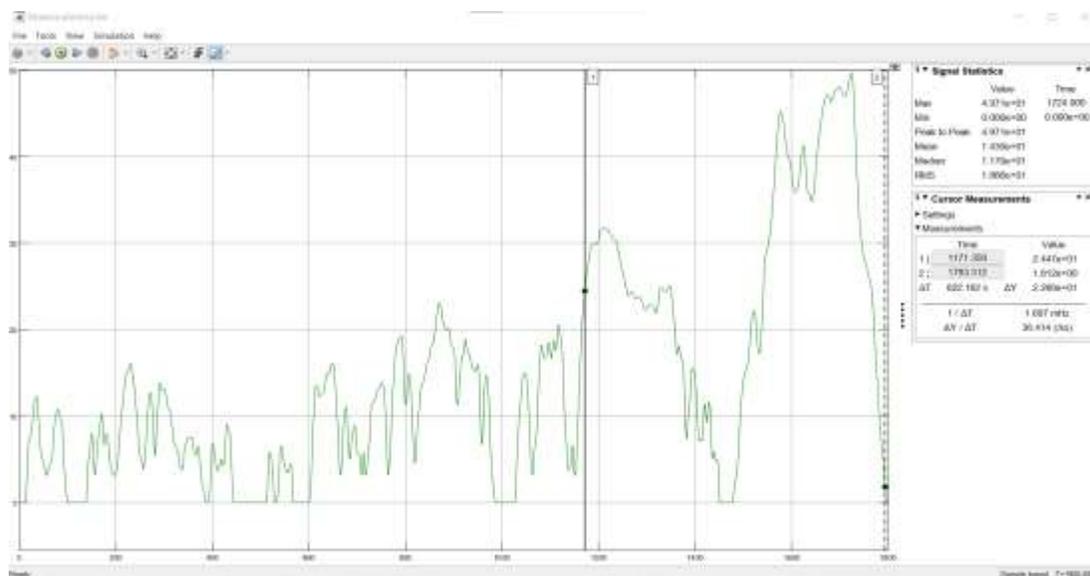
Potencia Eléctrica vs Tiempo

En la gráfica Potencia Eléctrica vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que la potencia eléctrica inicia con un valor de 0 kW como valor mínimo y 20.13 kW como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia eléctrica de 6.442 kW.

Figura 53*Potencia Eléctrica vs tiempo*

Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia eléctrica de 6.442 kW.

En la gráfica Potencia eléctrica vs tiempo como segundo análisis se utiliza la pendiente máxima obtenida en las rutas planteadas con un valor de 14.6%, en donde se puede visualizar que la potencia mecánica inicia con un valor de 0 kW como valor mínimo y 49.71 kW como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia eléctrica de 24.47 kW.

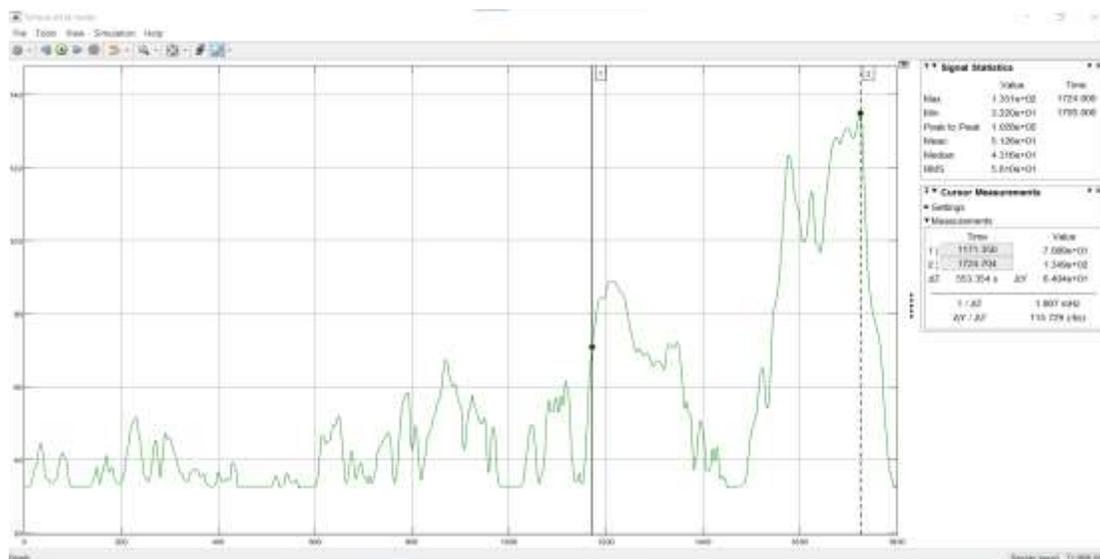
Figura 54*Potencia Eléctrica vs tiempo 2*

Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá una potencia eléctrica de 24.47 kW.

Torque vs Tiempo.

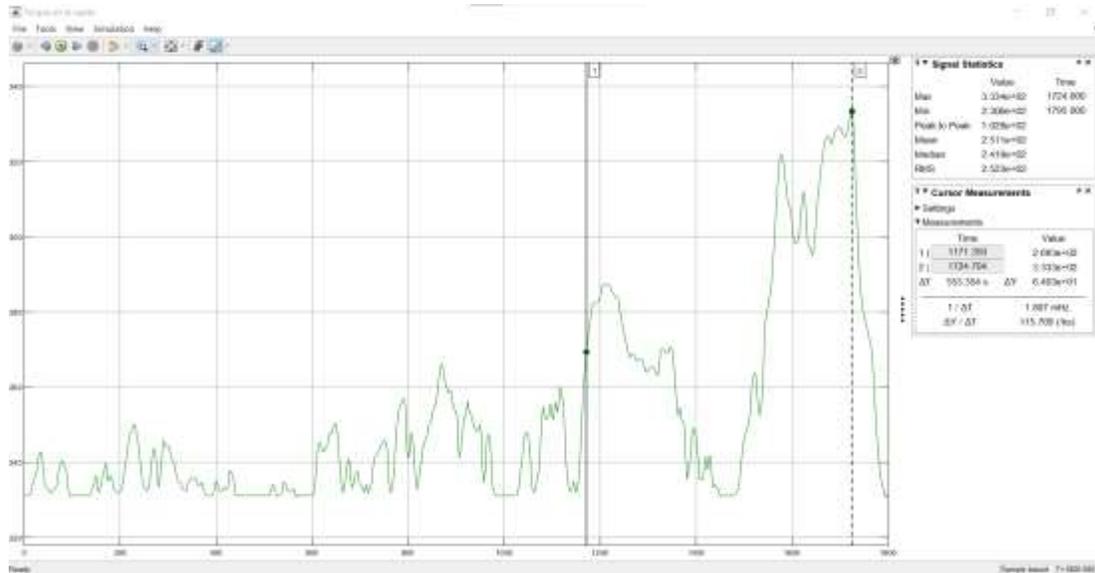
En la gráfica Torque vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que el torque en la rueda inicia con un valor de 32.20 Nm como valor mínimo y 135.1 Nm como valor máximo.

Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un torque en la rueda de 70.89 Nm.

Figura 55*Torque vs Tiempo*

Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un torque en la rueda de 70.89 Nm.

En la gráfica Torque vs tiempo como segundo análisis se utiliza la pendiente máxima obtenida en las rutas planteadas con un valor de 14.6%, en donde se puede visualizar que el torque en la rueda inicia con un valor de 230.6 Nm como valor mínimo y 333.4 Nm como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un torque en la rueda de 269.3 Nm.

Figura 56*Torque vs Tiempo 2*

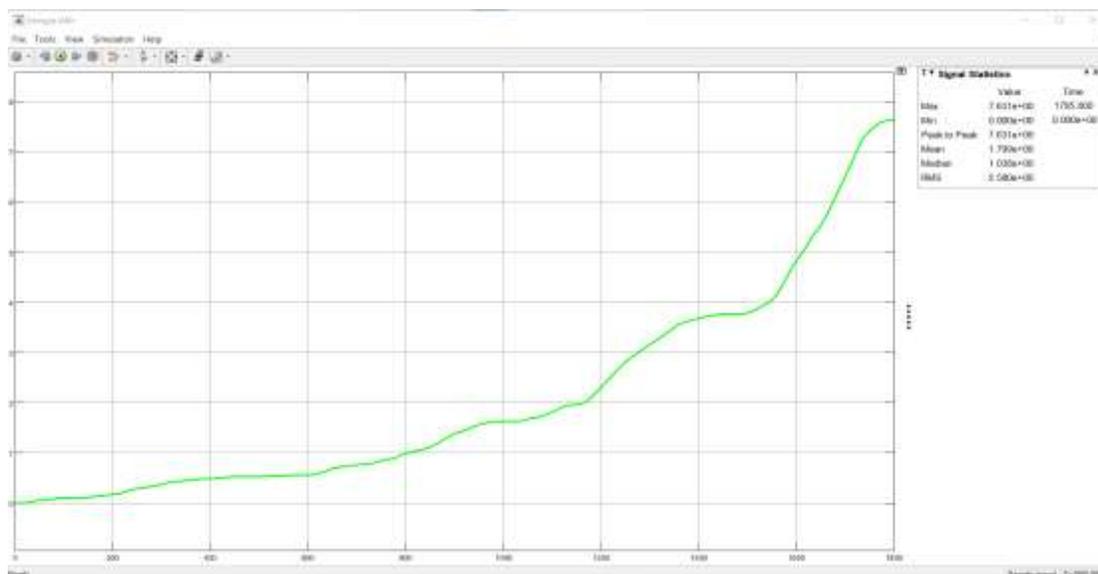
Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un torque en la rueda de 269.3 Nm.

Energía vs Tiempo.

La presente gráfica nos indica el consumo de energía que se generará asumiendo el recorrido de los 4 viajes planteados a una pendiente de 0%, en la cual se puede visualizar que el valor de energía requerida en las baterías será de 7.631 kWh.

Figura 57

Energía vs Tiempo

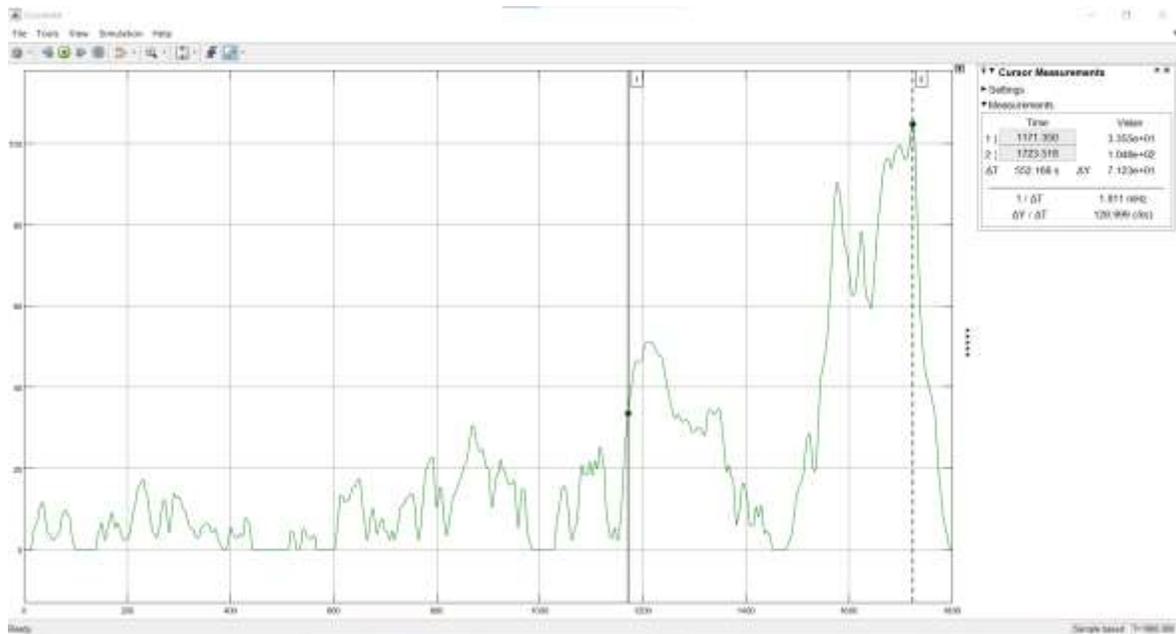


Nota. En la figura se puede observar que para recorrer 93 Km se necesitará 13.29 kWh de energía lo cual se podrá obtener.

Sin embargo, como en el recorrido que plantea realizar el vehículo propuesto contiene una pendiente máxima de 14.6% en ciertos lugares, se toma en consideración el apartado de cálculo de energía de las baterías y con esta consideración se podrá estimar que para recorrer 93 Km se necesitará 13.29 kWh de energía lo cual se podrá obtener

Corriente vs Tiempo.

En la gráfica Corriente vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que el consumo de corriente de las baterías inicia con un valor de 0 Ah como valor mínimo y 104.8 Ah como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de corriente de 33.55 Ah.

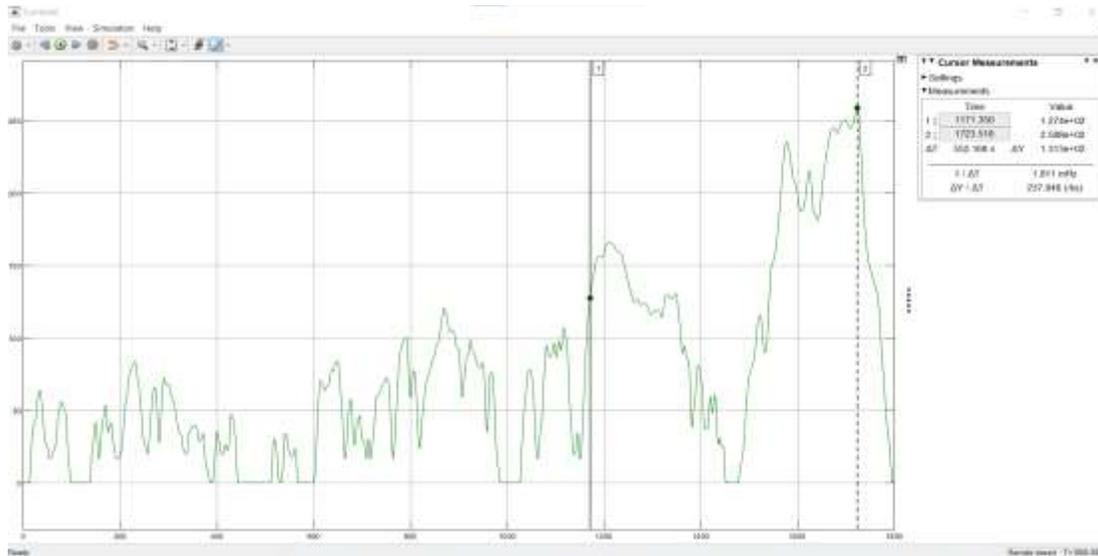
Figura 58*Corriente vs Tiempo*

Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de corriente de 33.55 Ah.

En la gráfica Corriente vs tiempo como segundo análisis se utiliza una pendiente de 14.6%, en donde se puede visualizar que el consumo de corriente de las baterías inicia con un valor de 0 Ah como valor mínimo y 258.8 Ah como valor máximo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de corriente de 127.4 Ah.

Figura 59

Corriente vs Tiempo 2



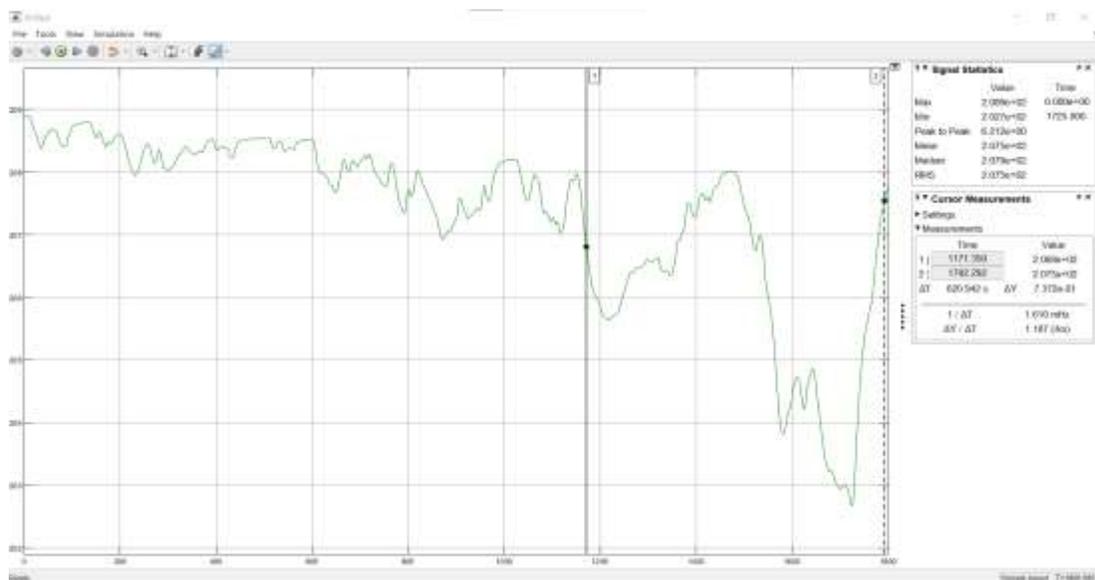
Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de corriente de 127,4 Ah.

Voltaje vs Tiempo.

En la gráfica Voltaje vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que el consumo de voltaje de las baterías inicia con un valor de 208.9 V como valor máximo y 202.7 V como valor mínimo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de voltaje de 206.8 V.

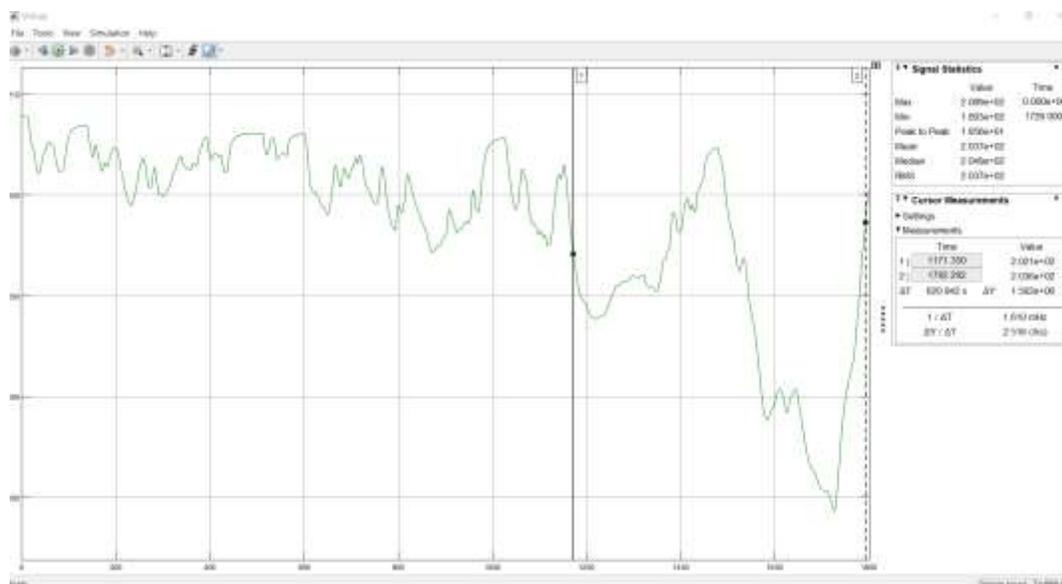
Figura 60

Voltaje vs Tiempo



Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de voltaje de 206.8 V.

En la gráfica Voltaje vs tiempo como segundo análisis se utiliza una pendiente de 14.6%, en donde se puede visualizar que el consumo de voltaje de las baterías inicia con un valor de 208.9 V como valor máximo y 189.3 V como valor mínimo. Sin embargo, se puede apreciar en la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de voltaje de 202.1 V.

Figura 61*Voltaje vs Tiempo 2*

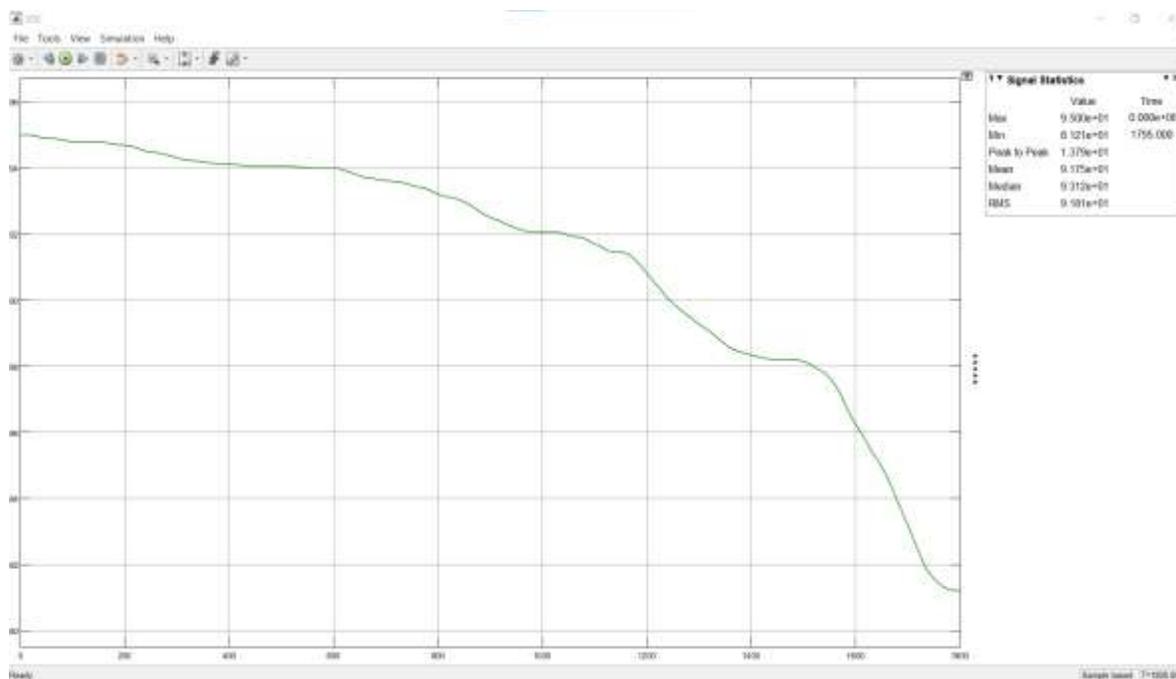
Nota. En la figura se puede observar la regleta del osciloscopio que al generar la velocidad máxima de 80 Km/h, el vehículo ejercerá un consumo de voltaje de 202.1 V.

Carga vs Tiempo.

En la SOC vs tiempo como primer análisis se utiliza una pendiente de 0% asumiendo que todo el recorrido sería una superficie plana, en donde se puede visualizar que la descarga de las baterías inicia con un valor de 95% como valor máximo y llega a un valor de 81.2 % en 1800 seg equivalentes a los 30 minutos del ciclo WLTP, lo que da como resultado 13.79% de consumo por viaje, con esta consideración se puede estimar que el SOC de la batería cumpliendo los 4 viajes sería de 39.84% como remanente que se podría considerar para el consumo de batería al pasar por la pendiente del 14.6%.

Figura 62

SOC vs Tiempo



Nota. En la figura se puede observar que el SOC de la batería cumpliendo los 4 viajes sería de 39.84% como remanente que se podría considerar para el consumo de batería al pasar por la pendiente del 14.6%.

Análisis económico de factibilidad de la construcción de un vehículo monoplace eléctrico.

En base a la tabla 8. Se seleccionó el material AISI 304 es considerado el más versátil se encuentra en catálogos de Ecuador DIPAC, ya que tiene características como; excelente formalidad, es resistente a la corrosión, es resistente a las oxidaciones.

En base a la tabla 9. Se seleccionó la batería CALB 72 Ah CAM FI Series Lithium Iron para formar los módulos y los paquetes de baterías de acuerdo con la autonomía que va a tener el vehículo y las condiciones geográficas que tenemos en este recorrido.

En base a la tabla 10. Se seleccionó el Motor de cubo de 17 pulgadas y 12 KW, de 17 pulgadas, peso de 32 kg y una eficiencia de 85% a 91%, para lo cual debemos colocar dos

motores uno de cada lado en las ruedas motrices, de acuerdo la gráfica potencia eléctrica vs tiempo en donde nos indica que se necesita una potencia de 24 kW.

En base a la tabla 11. Se seleccionó el convertidor DC/DC Elcon DC/DC Converter ya que cumple con las características para reducir el voltaje a 12, con una eficiencia de 92%.

En base a la tabla 12. Se seleccionó el controlador del motor Controlador Votol EM-100, de acuerdo con las características que necesita el motor para hacer accionado, como voltaje de 90V, corriente de la batería de 100A.

En base a la tabla 13. Se seleccionó el cargador a bordo Cargador Elcon 3.3kW UHF - Preprogramado - No CAN de acuerdo con la estimación de tiempo de carga que se requiera. Llegando a la conclusión que se necesitará un tren de propulsión eléctrico con los siguientes componentes que se detallan a continuación:

Tabla 15

Valor de cada componente

Componente	Valor unitario	Cantidad	Valor total
Chasis(tubería)	\$84.00	6	\$504.00
Batería CALB	\$35.00	45	\$1575.00
Motor inwheel	\$862.18	2	\$1724.36
Elcon DC/DC Converter	\$229.00	1	\$229.00
Cargador Elcon	\$450.00	1	\$450.00
Neumáticos	\$ 46.07	4	\$184.28
Controlador Votol	\$231.16	1	\$231.16
Extras (batería 12V, retrovisores, luces, etc.)	\$ 400.00	1	\$ 400.00
Total	\$2022.41	60	\$5297.80

Nota. En la figura se puede observar los valores de los componentes necesarios para la realización del vehículo.

Como se puede visualizar en la Tabla 15, incluyendo los valores de los componentes necesarios para la realización del vehículo como estimado es de \$4435.62 dólares americanos

Capítulo V

Marco Administrativo

Recursos

Para este proyecto de investigación se debe tomar en consideración los recursos como:

R. Materiales, R. tecnológicos y talento humano.

Talento Humano

Los recursos humanos que participaron en el desarrollo del proyecto de titulación “DISEÑO DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA ELÉCTRICO CON BATERÍAS DE LITIO MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE DE INGENIERÍA” se detallan en la correspondiente tabla:

Tabla 16

Talento Humano

Orden	Descripción	Función
1.	Darwin Chamorro	Investigador
2.	Jefferson Díaz	Investigador
3.	Ing. José Quiroz	Colaborador Científico

Recursos tecnológicos

Para la ejecución de la presente investigación se destinaron recursos tecnológicos los cuales fueron de gran ayuda para la realización de las pruebas correspondientes, las cuales se describen a continuación:

Tabla 17*Recursos Tecnológicos*

Orden	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo
1.	Software de especificaciones mecánicas	1	1225	1225
2.	Adquisición de Software y licencia de Matlab Simulink	1	55	55
3.	Capacitación de Software Matlab Simulink y SolidWorks	1	250	250
TOTAL				\$1530

Recursos materiales**Tabla 18***Recursos Materiales*

Orden	Cantidad	Descripción	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
3	1	Alimentación Movilización	150	150
4	1000	Copias e impresiones	0.02	20
5	1	Disco duro (1TB)	100	100
Costo total				\$ 270

Presupuesto

Para lograr determinar la factibilidad del proyecto “DISEÑO DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA ELÉCTRICO CON BATERÍAS DE LITIO MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE DE INGENIERÍA” se procede a realizar un análisis del presupuesto bajo diferentes recursos financiados por los estuantes participantes del proyecto.

Financiamiento

El costo total del proyecto de investigación realizado por los participantes será de aproximado de 1530,00 USD.

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se diseñó un vehículo monoplaza 100% eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería que permitirá el recorrido hasta 4 viajes del campus ESPE Centro- Campus Belisario.
- Se investigó en fuentes confiables para obtener información acerca del diseño de un vehículo monoplaza, para una investigación posterior se pueda realizar la construcción.
- Se realizó un cuadro comparativo de vehículos monoplaza eléctricos existentes en el mercado, como son DOME E30, Renault TWIZY y CITROEN AMI
- Se diseñó y modeló un chasis de vehículo monoplaza y se le sometió a pruebas como límite de elasticidad, desplazamiento del material, mediante el uso de Software Matlab, en donde el desplazamiento del material que se genera de acuerdo a la carga generada 3.46mm el factor de seguridad es de 0.78 en base al libro de mecánica de Mott de materiales ingresa a esta categoría.
- Se obtuvo los parámetros necesarios requeridos para la ciudad de Latacunga parroquia Belisario Quevedo, valor de la pendiente mediante el software Google Earth con un valor 14.6%. Mediante un túnel de viento con vehículo de

características similares generado en el software SolidWorks se obtuvo el valor de 0.35 como coeficiente aerodinámico.

- Se diseñó el tren de propulsión para un vehículo monoplace eléctrico mediante uso del software Matlab Simulink en donde se pudo obtener que la potencia mínima que necesita el motor eléctrico para poder superar una pendiente máxima de 14.6%, el valor de la potencia eléctrica debe ser de 24 kw, y la cantidad de energía para recorrer estos circuitos es 13.82kw.
- Se realizó un cuadro comparativo de; motor, baterías, controladores, convertidores, cargadores, lo cual permitió seleccionar los componentes adecuados, motor de 24 kW, convertidor DC/DC 200V/12V, cargador de 3.3kW, batería de 72Ah, controlador de 48V.
- Se seleccionó los componentes; Motor de cubo de 17 pulgadas y 12 KW, Batería CALB 72 Ah CAM FI Series Lithium Iron, Controlador Votol EM-100, Convertidor Elcon DC/DC Converter , Cargador Elcon 3.3kW UHF - Preprogramado - No CAN, disponibles en el mercado.
- Se modeló en el software SolidWorks, el motor in Wheel, el pack de baterías, controlador, convertidor, cargador, sistemas auxiliares e implementar en el vehículo monoplace.
- Se analizó las gráficas obtenidas de acuerdo con la simulación las cuales fueron; Velocidad vs Tiempo que esta velocidad se plantea sea a 80 km/h, distancia vs tiempo que la distancia tiene 25km, Aceleración vs Tiempo, Fuerza de tracción vs

Tiempo el cual ejercerá una fuerza de 255 N, Potencia Mecánica vs Tiempo el vehículo ejercerá una potencia mecánica de 5.669 kW, Potencia Eléctrica vs Tiempo el vehículo ejercerá una potencia eléctrica de 6.442 kW, Torque vs Tiempo el vehículo ejercerá un torque en la rueda de 70.89 Nm, Energía vs Tiempo para recorrer 93 Km se necesitará 13.29 kWh, Corriente vs Tiempo el vehículo ejercerá un consumo de corriente de 127.4 Ah, Voltaje vs Tiempo el vehículo ejercerá un consumo de voltaje de 206.8 V, Carga vs Tiempo , del diseño del tren de propulsión eléctrico en el software Matlab simulink,

- Se determinó la factibilidad de implementación del sistema de propulsión eléctrica el cual tendrá un costo de \$4435.62, que en relación con el vehículo que tomamos de referencia es el DOME E30 tiene un valor de \$13.390.
- Se concluye que la potencia eléctrica es mayor que la potencia mecánica las cuales son; potencia mecánica tiene un valor de 21.53 kW y la potencia eléctrica tiene un valor de 24.47 kW.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar fuentes confiables para investigaciones como plataformas virtuales, bibliotecas, foros, Webinar, libros, Scopus, Google académico.
- Se recomienda investigar y realizar un seguimiento de las características técnicas sobre los vehículos monoplazas que ingresen o ya estén circulando en nuestro país.

- Se recomienda utilizar el material adecuado Astm a36 para futuras investigaciones y realizar la comparación de los resultados.
- Se recomienda realizar una futura investigación en otra ciudad de nuestro país y realizar la comparación de los resultados.
- Se recomienda utilizar un motor central de 24kw que sea accionado por un eje posterior mediante una cadena y comparar los resultados.
- Se recomienda adquirir los componentes para el vehículo de marcas conocidas en el mercado.
- Se recomienda realizar el estudio de la deformación del chasis del vehículo en software con mejores prestaciones y bondades como por ejemplo ANSYS.

Bibliografía

- AEADE. (12 de Junio de 2019). Sector automotor en cifras. Recuperado el 01 de Diciembre de 2019, de <http://www.aeade.net/>
- Aguirre Cárdenas, P. S., Hidalgo Ojeda, D. S., Panamá Chica, J. A., Padilla Urgiles, J. D., & Veintimilla Duque, D. F. (2014). Diseño de un vehículo eléctrico prototipo [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10466>
- Araujo, A. (29 de Enero de 2016). Siete autos eléctricos buscan mercado en el Ecuador. Recuperado el 05 de Noviembre de 2019, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/autos-electricos-buscan-mercado-ecuador.html>
- Atkins, P., & Jones, L. (2006). Principios de Química. Los caminos del descubrimiento (Tercera ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Autoavance. (26 de Enero de 2021). Baterías de Ion Litio ¿Cómo funcionan y por qué se utilizan en vehículos eléctricos? Obtenido de Autoavance: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/baterias-ion-litio-funcionamiento/>
- Cando, J., & Cayo, M. (17 de Marzo de 2021). Repositorio Espe. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24387/1/T-ESPEL-MAI-0705.pdf>
- Chan, C. C. (2001). Modern electric vehicle technology (Vol. 47). Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=mxP_c_KsxnIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Curtosi, N., Zitelli, P., & Arechaga, T. (2016). CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA RODADURA DE NEUMÁTICOS MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS . Mecanica Computacional.
- Dincer, I. (2016). Thermal management of electric vehicle battery systems.

- Dincer, I., Hamut, H., & Javani, N. (2016). Thermal management of electric vehicle battery systems. John Wiley & Sons.
- Duque, D., & Rocano, J. (2018). Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 03 de Noviembre de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
- Durruty, D. (3 de Noviembre de 2019). Conoce el nuevo reglamento de la F1 para 2021. Obtenido de Autocosmos: <http://noticias.autocosmos.com.ve/2019/11/03/conoce-el-nuevo-reglamento-de-la-f1-para-2021>
- El Comercio. (30 de Mayo de 2018). El número de coches eléctricos e híbridos creció un 54% en 2017. Recuperado el 02 de Noviembre de 2019, de https://www.elcomercio.com/app_public.php/actualidad/vehiculos-electricos-hibridos-aie-energia.html
- García, M. (2015). Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 05 de Noviembre de 2019, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5856/6292293G216.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GoF1Brasil. (13 de Agosto de 2018). Conoce las diferentes categorías del automovilismo. Obtenido de GoF1Brasil.com: <http://www.gof1brasil.com/show-present/conoce-las-diferentes-categorias-del-automovilismo>
- Gomez, J. (19 de Septiembre de 2020). Diariomotor. Obtenido de <https://www.diariomotor.com/que-es/tecnologia/ciclos-homologacion-wltp-nedc/>
- González, P. C. (06 de Junio de 2019). Empresas ofrecerán más autos eléctricos en el Ecuador. Recuperado el 06 de Noviembre de 2019, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/empresas-oferta-autos-electricos-ecuador.html>

- Granda Morocho, L. D., & Tapia Viñan, E. R. (2018). Diseño y construcción de una carrocería de un vehículo de competencia Fórmula SAE Eléctrico [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15150/1/UPS-CT007483.pdf>
- Hita, M. Á. (12 de Noviembre de 2021). Estos son los seis tipos de coches eléctricos y electrificados, por si estás buscando uno de segunda mano. Obtenido de Motorpasion: <https://www.motorpasion.com/compra-coches/conoce-que-tipos-coches-electricos-hay-sus-caracteristicas-estas-buscando-uno-segunda-mano>
- Irurzun, R., & García Rosillo, F. (10 de Agosto de 2011). Los coches eléctricos. Un paso más en mantener una situación de insostenibilidad. Obtenido de Ecoportal: https://www.ecoportal.net/temas-especiales/energias/los_coches_electricos-_un_paso_mas_en_mantener_una_situacion_de_insostenibilidad/
- Larminie, J., & Lowry, J. (2012). Electric vehicle technology explained. John Wiley & Sons.
- Larminie, J., & Lowry, J. (2012). Electric vehicle technology explained. (J. Wiley, & Sons, Edits.)
- Larminie, J; Lowry, J. (2003). ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGY EXPLAINED. WILEY.
Obtenido de <http://www.iqytechnicalcollege.com/BAE%20685-Electric%20Vehicle%20Technology.pdf>
- Martín, A. (2009). Guía del Vehículo Eléctrico. Madrid: Gráficas Arias Montano, S.A.
Recuperado el 04 de Noviembre de 2019, de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM015005.pdf>
- Martín, F. (Mayo de 2016). Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual y Retos Futuros. European Scientific Journal, 118-131. Recuperado el 04 de Octubre de 2019, de <http://eujournal.org/index.php/esj/article/download/7393/7121>
- Martínez, J. A. (2013). Vehículo eléctrico: Análisis y prospectiva de factores tecnológicos y económicos. Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid. Recuperado

- el 01 de Diciembre de 2019, de <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6296/PFC-P-94.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MitsubishiMotors. (2021). Mitsubishi-motors Drive your Ambition. Obtenido de <https://www.mitsubishi-motors.mx/company/wltp>
- Mohan, G., Assadian, F., & Longo, S. (2013). Comparative analysis of forward-facing models vs backwardfacing models in powertrain component sizing. IET 4th Hybrid and Electric Vehicles Conference 2013 (HEVC 2013), 1-6., 1-6.
- Moscardo, R. (14 de Julio de 2015). Uvadoc. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13759/TFM-I-300.pdf;jsessionid=E95764FB5DB631CB6C5A03221AE83C2F?sequence=1>
- Paraíso, P. (29 de Junio de 2018). Partes De Un Monoplaza F1 2019. Obtenido de Afición Motor: <https://www.aficionmotor.com/2018/06/partes-de-un-monoplaza-f1-2018.html>
- Portero Ruiz, F. (2016). Diseño y cálculo del chasis monocasco de un monoplaza de competición tipo fórmula [Tesis de Ingeniería, Escuela Técnica Superior de Ingeniería]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/5697/fichero/Memoria+Final.pdf>
- Prieto, J. (08 de Febrero de 2017). La evolución de los coches de F1 desde 1950 hasta hoy. Obtenido de TopGear: <https://www.topgear.es/noticias/motorsport/evolucion-coches-f1-1950-hoy-89062>
- Rodriguez , J., & Vasquez, L. (2018). Implementación e investigación de los parámetros de operación de un vehículo eléctrico con freno regenerativo . Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas Espe. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15387/1/T-ESPEL-MAI-0643.pdf>
- Tapia, E., & Granda, L. (2018). Diseño y construccion de una carroceria de un vehiculo de competencia firmula sea electrico. Cuenca: UPS.

Tecvolución. (28 de Diciembre de 2021). Partes de un coche eléctrico. Obtenido de

Tecvolución: <https://tecvolucion.com/partes-coche-electrico/>

Wong, J. Y. (2001). *Theory of ground vehicules (Thrid ed.)*. John Wiley & Sons, Inc.

Anexos