



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Diseño y simulación de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTORES:

Chiclote Pastor, Francois Paul (orcid.org/0000-0001-6378-6336)
Marin Gonzales, Kevin Humberto (orcid.org/0000-0002-4028-6694)

ASESOR:

Dr. Olórtegui Yume, Jorge Antonio (orcid.org/0000-0001-5734-040X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Carlos Magnos Chiclote Tolentino por su fortalez y Deisi Aholibama Pastor Fernández por la dedicación, ambos dos pilares que me inculcaron buenos valores desde pequeño y nunca dejaron de creer en mí, a mis hermanos Milagros y Dereck quienes fueron un gran motivo de siempre dar todo de mí, a mi abuelo Magno que está en el cielo, sé que siempre guía cada paso que damos, especialmente a toda mi familia en general que siempre me hicieron sentir su apoyo incondicional en todo momento de mi vida, por sus grandes consejos.

Dedico este trabajo con todo mi amor a mi familia por su sacrificio y esfuerzo, por darme un futuro y creer en mi capacidad, al estar conmigo en momentos difíciles brindándome su comprensión, cariño y amor, a mi hija valentina Anthuanet quien con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre ser perseverante y cumpla con mis ideales., a mis compañeros presentes y pasados, y a todas aquellas personas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos y darnos la fortaleza de seguir adelante, a nuestras familia por su comprensión y estímulo constante además de su apoyo condicional que tuvieron a lo largo de los estudios universitarios, a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica – UCV por la gran plana docente por lo aprendido y su apoyo en nuestra formación, especialmente a nuestro asesor de línea de investigación Dr. Jorge Olortegui Yume, y nuestro asesor metodológico Ing. Jorge Inciso Vásquez por su valioso tiempo y orientación en la elaboración de esta tesis y a la empresa Servicios Eléctricos HUMAGA por el apoyo en la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra, muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos o modelos de vehículos	9
Tabla 2 <i>Técnicas es instrumentos de recolección de datos</i>	21
Tabla 3. Especificaciones de Ingeniería.....	27
Tabla 4. Matriz de criterios ponderados para el diseño conceptual.....	31
Tabla 5. Matriz de criterios ponderados para el diseño de configuración.....	35
Tabla 6. Especificaciones de la caja negra.....	41
Tabla 7. Análisis paramétrico del tubo del chasis.....	42
Tabla 8. Especificaciones técnicas del Motor / Generador de flujo axial.....	43
Tabla 7. Especificaciones técnicas del motor de combustión.....	44
Tabla 10. Especificaciones técnicas de la batería.....	45
Tabla 11. Especificaciones técnicas del panel solar	46
Tabla 12. Listado de planos del vehículo híbrido.....	47
Tabla 13. Lista de componentes y presupuesto de inversión para el prototipo.....	49
Tabla 14. Inversión total.....	50
Tabla 15. Flujo de caja.....	50
Tabla 16. Cálculo de VAN y TIR.....	51
Tabla 17. <i>Operacionalización de variables</i>	4

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. <i>Tres tipos de vehículos híbridos (paralelo, serie, división de potencia)</i>	10
Figura 2. Un diagrama de la configuración de ICE-ER	11
Figura 3. <i>Un diagrama de la configuración de SES-ER.</i>	12
Figura 4. Configuración híbrida paralela de un solo eje.....	14
Figura 5. Esquema del procedimiento de desarrollo del trabajo de tesis.....	22
Figura 6. Bosquejo para el concepto de diseño N° 1.....	28
Figura 7. Bosquejo para el concepto de diseño N° 2.....	29
Figura 8. Bosquejo para el concepto de diseño N° 3.....	30
Figura 9. <i>Sistema hibrido paralelo.</i>	32
Figura 10. <i>Sistema hibrido en serie.</i>	33
Figura 11. <i>Sistema de división de poder.</i>	34
Figura 12. <i>Boceto del automóvil.</i>	35
Figura 13. <i>Boceto del automóvil.</i>	36
Figura 14. <i>Caja negra para el análisis paramétrico</i>	37
Figura 15. <i>Grafica paramétrica</i>	38
Figura 16. Diagrama de caja negra	40
Figura 17. Motor Eléctrico	43
Figura 18. Motor DAEWOO TICO 0.8L F8cv F8c	44
Figura 19. Batería TENSTE 12v 250 Ah.....	45
Figura 20. Panel solar Flex060W24V.....	46
Figura 21. Plano de vista general del vehículo hibrido.....	48

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el diseño y simulación de un prototipo de vehículo híbrido impulsado por energía fotovoltaica y un motor a gasolina. El diseño se realizó en base a los requerimientos de una empresa dedicada al mantenimiento de vehículos en general que quiere producir vehículos híbridos de fabricación nacional. Para esto se realizaron entrevistas al personal de la empresa con el fin de obtener los requerimientos iniciales de diseño, posteriormente con la información condensada se elaboraron conceptos de solución y de configuración que cumplan con los requerimientos de la empresa. Tanto para los conceptos y configuraciones se emplearon unas matrices de selección para determinar el diseño óptimo para el vehículo híbrido. Seguidamente se realizó un análisis paramétrico para relacionar la velocidad de avance del vehículo, la pendiente del terreno y la potencia eléctrica consumida. De este análisis se observó que en la condición de operación de pendiente igual a cero el vehículo se puede desplazar a 100 km/h consumiendo una potencia de 15.73 kW, mientras que para una pendiente de 20° el consumo de corriente máximo es de 33.93 kW, para esta potencia se seleccionaron el motor eléctrico, el generador, el motor de combustión interna y el banco de baterías. Por otra parte, para la máxima velocidad de desplazamiento la autonomía del vehículo es de 95 km con un porcentaje de descarga del banco de baterías del 80%. Finalmente, del análisis se tiene que el costo total para la fabricación del vehículo híbrido es del S/. 41,717.68, el cual se puede recuperar en 10 meses y 13 días.

Palabras clave: Diseño, simulación, energía fotovoltaica, vehículo híbrido.

ABSTRACT

In the present work, the design and simulation of a prototype of a hybrid vehicle powered by photovoltaic energy and a gasoline engine was carried out. The design was made based on the requirements of a company dedicated to the maintenance of vehicles in general that wants to produce hybrid vehicles of national manufacture. For this, interviews were carried out with the company's personnel in order to obtain the initial design requirements, later with the condensed information, solution and configuration concepts were developed to meet the company's requirements. Selection matrices were used for both concepts and configurations to determine the optimal design for the hybrid vehicle. Next, a parametric analysis was carried out to relate the forward speed of the vehicle, the slope of the terrain and the electrical power consumed. From this analysis it is observed that in the operating condition of slope equal to zero the vehicle can travel at 100 km/h consuming a power of 15.73 kW, while for a slope of 20° the maximum current consumption is 33.93 kW, for this power the electric motor, the generator, the internal combustion engine and the battery bank are selected. On the other hand, for the maximum travel speed, the autonomy of the vehicle is 95 km with a discharge percentage of the battery bank of 80%. Finally, the analysis shows that the total cost for manufacturing the hybrid vehicle is S/. 41,717.68, which can be recovered in 10 months and 13 days.

Keywords: Design, simulation, photovoltaic energy, hybrid vehicle.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas a nivel mundial, uno de los principales problemas que afrontado la humanidad es el incremento paulatino de temperatura del planeta (calentamiento global) provocado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que se han ido generando y acumulando por causas naturales y principalmente por la propia actividad humana. Entre estos gases los más abundantes en nuestra atmósfera son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los gases fluorados (HFC, PFC, SF₆), los cuales alcanzaron nuevos niveles máximos en 2022 al registrar, respectivamente, 415.95 partes por millón (ppm), 1906.11 partes por billón (ppb), 335.48 partes por billón (ppb) y 11.01 partes por trillón (ppt) (1). En respuesta al cambio climático, a fines del 2015 se realizó la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) donde se reunieron los líderes mundiales, logrando un gran avance con el histórico Acuerdo de París. En la actualidad 194 países han firmado el tratado internacional para disminuir el excesivo desprendimiento de gases contaminantes y limitar por debajo de 2 °C el incremento de la temperatura global (2).

Según los datos y gráficas de la plataforma Climate Watch (3) las emisiones a nivel mundial de gases de efecto invernadero emitidas por cada sector económico de la actividad humana, específicamente, la generación de calor y electricidad son responsables del 31.9% o 15.83 GtCO₂eq, seguido por la industria automotriz aportó un 14.2% o 8.43 GtCO₂eq. del volumen total registrado en el año 2019. Los problemas medioambientales ocasionado por estos sectores cada vez son más graves, para minimizar la cantidad de contaminación del aire y limitar las emisiones de CO₂ que se liberan para evitar un cambio climático peligroso se ha impulsado el uso de energías limpias entre las que podemos mencionar a la energía eólica, fotovoltaica, biomasa, entre otros. A su vez el sector automotriz está impulsando a explorar sistemas de propulsión alternativos.

Una solución atractiva es el uso de vehículos eléctricos, que pueden garantizar cero emisiones del tubo de escape y obtener energía extra a través de la producción por fuentes renovables. Sin embargo, esta solución adolece

de costos más altos, peso adicional de las baterías, capacidad de carga de autonomía reducida, alcance limitado y falta de infraestructuras de recarga. Actualmente, la solución más factible y prometedora para obtener vehículos de alta eficiencia capaces de satisfacer tanto la necesidad del sector del transporte de mercancías como reducir las emisiones contaminantes con la hibridación del tren motriz, vehículos que combinan un motor de combustión interna y un motor eléctrico, estos vehículos pueden ofrecer una mejor autonomía y bajas emisiones, pero aún con el inconveniente de depender del combustible fósil. (4)

En Latinoamérica, según Statista Research Department (5) en el año 2021 la gama de los vehículos eléctricos híbridos (HEV) México se posicionó como el líder en la comercialización con más de 35.910 unidades, seguido por Brasil con alrededor de 34.990 unidades y en la gama de vehículos eléctricos de batería (BEV) Colombia es el líder en la región con 1.300 unidades. Por otra parte uno de los países que más invierte en el transporte eléctrico público es Chile, al sumar más de 800 autobuses, seguido por Colombia y México, ambos con flotas de más de 400 unidades (6).

A nivel Nacional, en el año 2022 durante su primer semestre las ventas de vehículos eléctricos e híbridos aumentaron un 134.7% comparado al primer semestre del 2021, según cifras de SUNARP. Durante este periodo llegó 1,190 unidades, los vehículos eléctricos híbridos (HEV) fueron los más vendidos con 1,055 unidades, seguido con 73 unidades de vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) y por último con 62 unidades los vehículos eléctricos de batería (BEV). Aunque se muestra un incremento, la razón por la cual el tamaño del mercado colombiano es mayor en comparación del peruano se debe a los beneficios arancelarios a la importación y las menores cargas tributarias a la venta, lo cual debería ser imitado por el país (7).

Actualmente, aunque la transición energética en el sistema de transporte en el Perú ha sido lenta en comparación con otros países, el estado está impulsando la adquisición de vehículos eléctricos para reducir el impacto de los gases de efecto invernadero, los híbridos se ven como una alternativa para el sistema de transporte urbano limpio, eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Para la realidad de la localidad el desempeño de estos vehículos tiene que ser atractivo para el usuario tanto en términos económicos como de

rendimiento, por lo cual el desarrollo de un vehículo que permita reducir el consumo de combustible y que sea asequible para realidad nacional. Zhang et al. (8) concluyeron que los HEV son una solución tecnológica prometedora al tener una alta economía de combustible y un bajo nivel de emisión de contaminantes al integrar un motor eléctrico con uno de combustión interna, en ese sentido, los HEV funcionan mejor en viajes largos. Puma et al. (9) mencionan que el miedo a la ansiedad por la autonomía, que un vehículo no tenga suficiente autonomía para llegar a su destino, está ralentizando la adopción de los vehículos eléctricos y para optimizar da como solución la integración de una unidad de potencia auxiliar puede ampliar la autonomía de un vehículo, haciéndolo más atractivo para los consumidores.

SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA empresa fundada en 1997, ubicada en Yurimaguas, Alto Amazonas - Loreto, cuenta con experticia en el suministro de servicios de electrotecnia, mantenimiento y reparación del sistema eléctrico de maquinaria liviana y pesada. La empresa tiene la visión de incursionar en el mercado de los vehículos que reduzcan el impacto medioambiental y por estar involucrada en el desarrollo de proyectos de tecnología, ha visto que a nivel nacional el aumento de interés en adquirir vehículos eléctricos está llevando a las personas a buscar propuestas que cumplan con sus expectativas. Pero en general los vehículos eléctricos por su autonomía y la dependencia de una toma de energía eléctrica para cargar la batería hacen que esta opción no sea lo suficientemente atractiva.

Por otra parte, los vehículos híbridos cuentan con especificaciones mejores en comparación a los vehículos eléctricos especialmente en términos de autonomía y rendimiento en carreteras accidentadas, pero esto con el inconveniente de que se depende de los combustibles fósiles. Por tal razón, la empresa busca desarrollar un prototipo de vehicular híbrido impulsado por gasolina y energía solar para aumentar su rango de autonomía y que cumplan con las expectativas de los ciudadanos de Yurimaguas, esto con el fin de lograr superar o alcanzar una velocidad y peso de diseño requerida a través de energías limpias, de bajo costo, con un consumo de combustible menor a los vehículos híbridos existentes en el mercado nacional.

Ayasta (10) en su tesis realizó un análisis comparativo de un vehículo híbrido y uno convencional. Con resultados de eficiencia 33.7% y 26.9%, consumo específico de combustible 1.12 gal/100km y 1.60gal/100km, respectivamente. El HEV demostró tener una potencia y torque mayor, pero con un costo de adquisición mayor al vehículo convencional y se requiere un gran recorrido de kilómetros para apreciar un ahorro económico.

A lo presentado y teniendo en cuenta los párrafos anteriores, el problema de investigación se definió en base a la siguiente pregunta: ¿Qué configuración de ingeniería debe tener el prototipo vehicular híbrido para obtener una mayor autonomía empleando energía solar fotovoltaica para la empresa Servicios Eléctricos Humaga?

Este trabajo considera varios motivos por lo cual es necesario la implementación del vehículo híbrido. En primer lugar, como justificación medioambiental, el uso de energías limpias es una alternativa adecuada para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación acústica. Por otro lado, en cuanto a la justificación energética, el vehículo híbrido representa una alternativa importante pues permite obtener un mayor rendimiento en comparación a un vehículo convencional que utiliza combustibles fósiles.

Por lo mencionado anteriormente para el desarrollo del proyecto de investigación como objetivo general se ha trazado, diseñar y simular un prototipo de vehículo híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga; se ha propuesto los siguientes objetivos específicos: a) Establecer una lista de requerimientos de diseño para el prototipo vehicular híbrido. b) Obtener conceptos solución capaces de combinar la energía solar y gasolina. c) Presentar alternativas de configuración de los componentes del prototipo vehicular híbrido. d) Analizar paramétricamente las variables de desempeño del prototipo. e) Verificar los resultados obtenidos mediante simulaciones a los componentes críticos. f) Seleccionar los componentes estándar y elaborar los planos del prototipo. g) Realizar un análisis económico para la propuesta del prototipo.

II. MARCO TEÓRICO

Los trabajos correlativos predeterminan al proyecto en análisis, desarrollo y diseño de vehículos híbridos eléctricos y energías renovables.

Lin et al. (11) su artículo académico discute el proceso sistemático del diseño de un vehículo eléctrico (VE) ligero de carrera, sencillo y de bajo costo. La metodología empleada se basó en que la geometría y potencia del vehículo eléctrico sean aptas para pasar curvas dentro de un circuito de carreras, se calculó y analizó mediante el método de elementos finitos (FEM) las tensiones, deformaciones y rigidez del chasis. También se realizó un análisis modal por FEM en el bastidor para determinar las vibraciones a las que se ve expuesta el vehículo eléctrico. Se pudo concluir que el chasis no sufrió deformaciones plásticas durante el frenado o la aceleración, por lo que se pudo confirmar la consistencia del modelo analítico y el experimental.

Miri et al. (12) en su artículo “Electric vehicle energy consumption modelling and estimation—A case study”, describen el rango de conducción limitada que tienen los VE, sin embargo, los estimadores de rango disponibles utilizados actualmente no son lo suficientemente precisos. Desarrollando como un modelo de estudio de estimación precisa basado en el ordenador para calcular el consumo de energía de un vehículo eléctrico, junto con un ciclo de conducción determinado. Para ello, se realizó una modelización del vehículo eléctrico mediante el software MATLAB/Simulink basada en vehículo eléctrico real, un BMW i3 con el objetivo principal de modelar su sistema de tren motriz, la dinámica longitudinal para luego validarlo utilizando sus datos disponibles. El modelo del vehículo que se valida con los valores de consumo energético publicados demuestra un nivel satisfactorio de precisión, con un margen de error del 2% al 6% entre la simulación y resultados experimentales para la Agencia de Protección Ambiental y las pruebas NEDC que es una combinación de patrones de conducción urbanos y extraurbanos para tener en cuenta el comportamiento del vehículo en diferentes condiciones de conducción.

Nour et al. (13) hace una revisión de los impactos positivos y negativos respecto a la carga de los vehículos eléctricos en el sistema de energía eléctrica, siendo la carga descontrolada el impacto negativo más significativo y como estos pueden convertirse en positivos teniendo un correcto sistema de

monitoreo de carga. El documento presenta la necesidad que existe por los vehículos eléctricos, así como sus beneficios y aceptación social. También, las predicciones futuras que se podrían desarrollar en este campo, muchos de los estudios abordados por el autor concluyen que el problema fundamental de los vehículos eléctricos es la carga descontrolada y que sin una correcta infraestructura para ello solo representarían un impacto negativo para la sociedad.

Sabana (14) en su tesis “Metodología para estimar la velocidad angular de un motor de inducción instalado en un vehículo eléctrico” propuso un método para estimar la velocidad angular de un motor asíncrono trifásico, el cual es conocido como motor de inducción y este será montado en un vehículo eléctrico, debido a que tiene una buena eficiencia, alta resistencia y bajo costo. Para evitar agregar más elementos al sistema de control, durante el proceso de investigación se desarrolló un método para la entrega utilizando un velocímetro. En principio, se usó un observador Luenberger, para determinar el flujo del rotor y luego se diseñó un Sistema de Modelo de Referencia Adaptativo (MARS) con el fin de estimar su velocidad final. El objetivo de este estudio no es solo presentar un algoritmo eficiente de estimación de la velocidad angular, sino también que sirva como referencia para futuras investigaciones destinadas a mejorar las estrategias de control a través de un modelo representativo que se acerquen lo más posible a la dinámica de los motores de inducción.

Aligia et al. (15) en su artículo “Control de Tracción para un Vehículo Eléctrico basado en Observadores no Lineales”, tuvo como objetivo principal para un VE, establecer un modelo de control de tracción basándose en observadores no lineales. Los resultados obtenidos de la simulación se presentaron utilizando un modelo de vehículo completo en el programa Simulink/CarSim. Dicha propuesta fue validada, para verificar que el control de tracción y los observadores funcionan correctamente para diferentes condiciones de adherencia en el suelo. Se demostró la correcta estimación de la fuerza máxima ejercida sobre el suelo y el monitoreo de los criterios de deslizamiento empleadas por el control de tracción, mejorando así su eficiencia en el control del VE al evitar que las ruedas deslicen incluso en una superficie con poca adherencia.

Moreano (16) desarrolló un modelo de vehículo eléctrico autónomo de inspección de cultivos. El objetivo es simular la conducción de vehículos eléctricos con navegación autónoma y control de velocidad para poder inspeccionar los cultivos y determinar su variedad. La base del método es la automatización del coche eléctrico Twizy de la marca Renault, ya que cuenta con un motor eléctrico asíncrono que lo hace muy controlable en todo el rango de velocidades, lo que permite realizar un sistema de visión para el reconocimiento de líneas de cultivo, desarrollado sobre la base del lenguaje de programación C y utilizando OpenCV - biblioteca. El resultado es un sistema de reconocimiento de líneas de cultivo eficiente en imágenes que es resistente a perturbaciones como cambios en la iluminación y la presencia de malas hierbas o ramas.

Patterson et al. (17) en su artículo desarrollado en su Universidad Nueva Gales del Sur diseñó y la fabricó un vehículo solar al que denominaron Sunswift eVe. Donde describe un diseño que va desde los bocetos conceptuales iniciales hasta el vehículo de alto rendimiento completo. El vehículo es un biplaza con una superficie de paneles solares en la carrocería de 4 m² y una capacidad de batería de 16 kWh, que es capaz de alcanzar velocidades sostenidas superiores a 130 km/h y una autonomía de más de 800 km con una sola carga. La materia prima empleada para el diseño estructural fue la fibra de carbono, y casi todos los componentes fueron diseñados desde cero. El proyecto eVe estableció un récord de velocidad en tierra de la Federación Internacional del Automóvil en 2014 por la velocidad promedio más rápida de un vehículo eléctrico en 500 km.

Millo et al. (4) en su artículo Design and development of an hybrid light commercial vehicle, tiene como objetivo desarrollar soluciones técnicas innovadoras para una movilidad más sostenible en los vehículos de delivery que representan una cuarta parte de las emisiones totales, este documento destaca el potencial de ahorro de combustible en ciclo de prueba de trabajo. El artículo presenta brevemente la estrategia de control del sistema de propulsión y el proceso de desarrollo del primer prototipo de vehículo durante una campaña experimental realizada en un banco dinamométrico, mediante simulaciones numéricas. Se concluyó que el modelo de simulación podría

usarse como un banco de pruebas virtual para evaluar las emisiones de CO₂ y el potencial de ahorro de costos operativos del prototipo híbrido desarrollado. Comparando con un sistema de propulsión diésel convencional, se podrían reducir las emisiones de CO₂ del 23 % y el 11 %, respectivamente, en el nuevo ciclo de conducción europeo y el ciclo de prueba de trabajo ligero a nivel mundial, con reducciones de los costes operativos del 26 % y el 13 %, respectivamente.

Puma et al. (9) es su artículo A Systematic Review of Technologies, Control Methods, and Optimization for Extended-Range Electric Vehicles, analizaron las tecnologías más relevantes de recuperación de energía, las topologías y configuraciones actuales de vehículos eléctricos de rango extendido (EREV), incluida la arquitectura, presentando, compararon y revisando todas las topologías posibles para encontrar la optimización ideal del combustible, también aspectos de costo, emisiones y rendimiento para resolver el problema de diseño, para encontrar una configuración de EREV competitiva para el mercado, aunque parezcan muchas configuraciones diferentes todas ayudan para ampliar la autonomía de los vehículos eléctricos. Concluyeron que el uso de métodos de optimización dependerá del alcance de la investigación, pero generalmente implica encontrar la configuración más eficiente de todos los componentes, resolviendo así diferentes capas de optimización para el diseño. Actualmente, el motor eléctrico y el motor de combustión interna son la tecnología más utilizada, es por eso que la mayoría de los investigadores buscan disminuir el consumo de combustible para lograr incrementar la eficiencia energética y recuperar energía.

Después presentar los antecedentes de la investigación, en las líneas siguientes se describen las teorías y conceptos más resaltante relacionado con el tema de este trabajo.

Las tipologías de vehículos electrificados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos o modelos de vehículos

Categoría de Mercado	Categoría Técnica	Tipo de Vehículo	
Vehículos electrificados	Vehículos eléctricos e híbridos (P&HEV)	Vehículos eléctricos (PEV)	Batería eléctrica (BEV)
			Híbrido enchufable (PHEV)
		Híbridos no enchufables (HEV)	
Vehículos de combustión interna	Vehículos basados en motor de combustión interna	Híbridos suaves (MHEV)	
		Motor de combustión interna (ICE)	

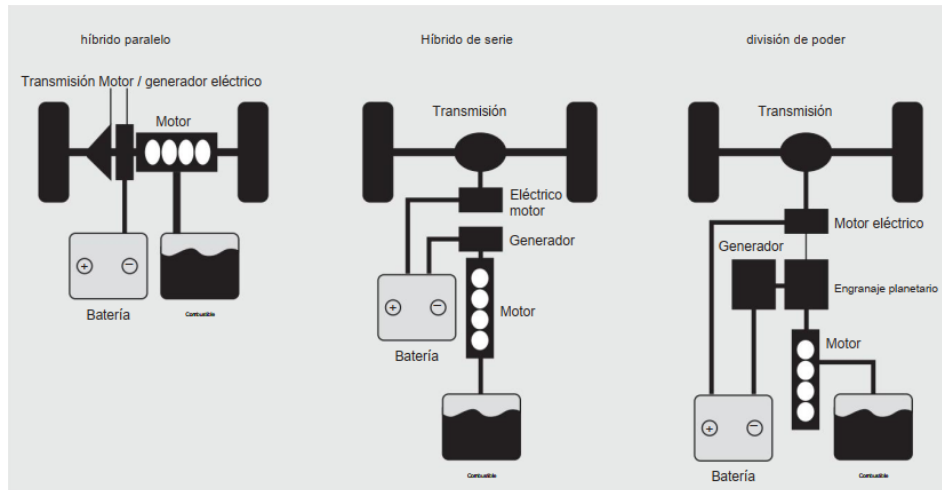
Nota. Elaborado por Consultora EY (p. 24), Plan Nacional de electromovilidad, 2021.

El vehículo eléctrico (EV) o vehículo eléctrico de batería (BEV) funcionan exclusivamente con un motor eléctrico, batería y un sistema regenerativo de frenado. Por lo tanto, la energía principal se suministra desde la carga externa. Esta batería al estar cargada al 100% puede lograr una autonomía de hasta 500 kilómetros. El motor eléctrico es altamente eficiente desde el tanque hasta la rueda (73–90%) que un motor de combustión interna (16–37%) en sus velocidades relevantes del motor y durante todas sus cargas (Weiss et al., 2020). Otra ventaja competitiva sobre los vehículos que cuentan con un motor de combustión interna (ICE) es el par instantáneo. (Isla et al., 2019).

El vehículo eléctrico híbrido (HEV) funciona de forma independiente o simultáneamente con un motor eléctrico y un motor de combustión interna, brindando tracción al compartir la potencia transmitida al automóvil. A bajas velocidades es el motor eléctrico quien impulsa al vehículo, pero cuando este requiere de más potencia, velocidad o el vehículo esté más pesado, entra en funcionamiento el motor de combustible. En comparación a un vehículo no híbrido su eficiencia alcanza un 30% de ahorro de combustible (Cardoso et al., 2019). El sistema de los vehículos híbridos se divide en serie, paralelo y mixto (división de poder), como se muestra en la figura 1. Los híbridos en serie se utiliza un motor de combustión para cargar las baterías y el eléctrico para impulsar el vehículo. En los híbridos en paralelo es el motor eléctrico quien sirve

de apoyo en momentos de aceleración, mientras siendo el motor de combustión como motor principal quien se hace cargo de la tracción del vehículo. Los Mixtos combinan las dos tecnologías mencionadas anteriormente.

Figura 1. *Tres tipos de vehículos híbridos (paralelo, serie, división de potencia)*



Nota. Tomado de Electric and Hybrid Vehicles-Routledge (p. 71), por Tom Denton, 2020

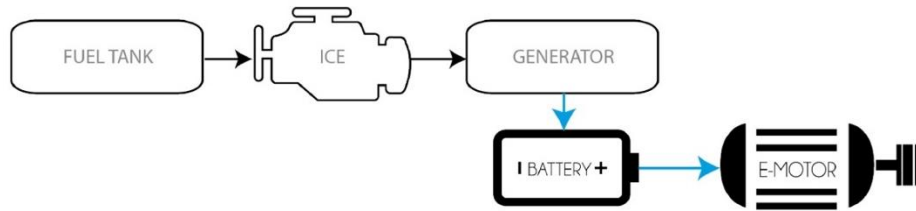
El vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) puede proporcionar tracción de forma independiente o en combinación del motor eléctrico con un ICE para aumentar la velocidad, potencia y rendimiento que necesita el conductor para avanzar. A diferencia de los vehículos híbridos completos, los híbridos enchufables pueden cargar sus baterías utilizando tanto el sistema de frenado regenerativo, el motor de combustión o conectarse a una fuente de energía externa. Asimismo, la tecnología es más del 50% más eficiente en combustible que los vehículos que tienen un motor de combustión interna, su conducción de tipo eléctrico logra una mayor cantidad de kilómetros debido a que el motor eléctrico posee un paquete de baterías más grande. (Isla et al., 2019).

El vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV) conocido como vehículo eléctrico híbrido en serie, en comparación con un vehículo eléctrico también resuelven eficazmente la autonomía debido a las limitaciones de almacenar energía en las baterías, han llamado el interés debido a la necesidad de mejorar la autonomía utilizando nuevas y diferentes tecnologías para

generar energía extra para los vehículos eléctricos, logrando realizar trayectos largos. (Song et al., 2016). La clasificación tecnológica de EREV:

a) Rango extendido motor de combustión interna de (ICE-ER) su configuración consta, como se muestra en la Figura 2, con un motor de combustión interna, un tanque de combustible y un generador síncrono de imanes permanentes.

Figura 2. Un diagrama de la configuración de ICE-ER

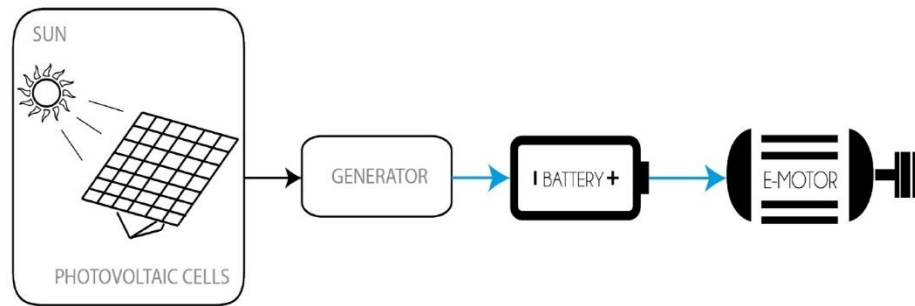


Nota. Adaptado de Systematic review of technologies, control methods, and optimization for extended-range electric vehicles (p. 3), por D.S. Puma et al., 2021, *Applied Sciences*, 11(15), 7095.

La estructura se desacopla mecánicamente entre el rango extendido y las ruedas del vehículo eléctrico. Esta configuración conduce a un punto fuerte en el que las características de salida del rango extendido no están relacionadas con el rendimiento de tracción del vehículo, y la potencia de salida solo necesita cumplir con los requisitos de conducción. Por lo tanto, uno de los principales objetivos es mantener el rango extendido operando en la región de alta eficiencia. El motor de combustión y el generador deben combinarse para lograr esta región operativa común (Wang et al., 2017).

b) Rango extendido de almacenamiento de energía solar (SES-ER). La celda solar (célula fotovoltaica) es un sistema que genera energía eléctrica al absorber la luz solar y la almacena. Las empresas de vehículos favorecen estos sistemas por su limpieza, seguridad y rendimiento económico (EInozahy y Salama, 2014). Un automóvil que usa celdas solares mejora su autonomía en aproximadamente un 10% cuando se usa en una ciudad (Keshri et al., 2014). Ezzat et al. (2016) propuso un sistema de celdas solares, pila de combustible y baterías. Demostrando que las sumas de celdas solares al sistema del banco de baterías pudieron devolver el 11,2% de energía a un vehículo eléctrico de rango extendido. La configuración de un SES-ER se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Un diagrama de la configuración de SES-ER.



Nota. Adaptado de Systematic review of technologies, control methods, and optimization for extended-range electric vehicles (p. 6), por D.S. Puma et al., 2021, *Applied Sciences*, 11(15), 7095.

La energía renovable es un tipo de energía derivada de fuentes naturales que son capaces de regenerarse más rápido de lo que se puede utilizar. Entre este tipo de energías tenemos a la energía solar, eólica, hidráulica, biomasa, etc. La energía solar fotovoltaica se conforma de tres tipos: sistema fotovoltaico sin conexión a la red (aislada) de autoconsumo (conectado a la red) y de autoconsumo con baterías (híbrido). Los componentes de un sistema fotovoltaico lo conforman el panel solar, inversores, baterías solares, controladores soporte de paneles, material eléctrico y protección eléctrica.

Para calcular cuánta potencia genera una unidad de panel solar al día se tiene que calcular principalmente la hora solar pico de la ubicación exacta donde se instalaron o trabajarán dichos paneles (ver ANEXO N° XX) dicha energía no es la misma dependiendo de la localización (cuanto más cerca del ecuador mayor será) y por su época del año. La HSP varía según la época del año, no hay el mismo sol en un día de invierno que de verano.

$$PT_{panel} = P_{panel} * HSP \quad (1)$$

Donde:

PT_{panel} : Potencia total entregada por panel

P_{panel} : Potencia del panel

HSP : Hora solar pico

La fórmula para calcular la autonomía o las horas que va a durar una batería se calcula después de hallar la Potencia de la batería (W_b) y la potencia consumida (W_c), ecuación 1 y ecuación 2 respectivamente.

$$v_b \times I_b = W_b \quad (2)$$

Dónde:

v_b : Voltaje de la batería (v)

I_b : Intensidad de la batería (A)

W_b : Potencia de la batería (mAh)

$$v_b \times I_c = W_c \quad (3)$$

Dónde:

v_b : Voltaje de la batería (v)

I_c : Corriente consumida (kwh)

W_c : Potencia consumida (w)

Quedando la potencia de la batería (W_b) dividido por la potencia consumida (W_c), nos dará las horas de duración de la batería (H) como se muestra en la ecuación 3.

$$\frac{W_b}{W_c} = H \quad (4)$$

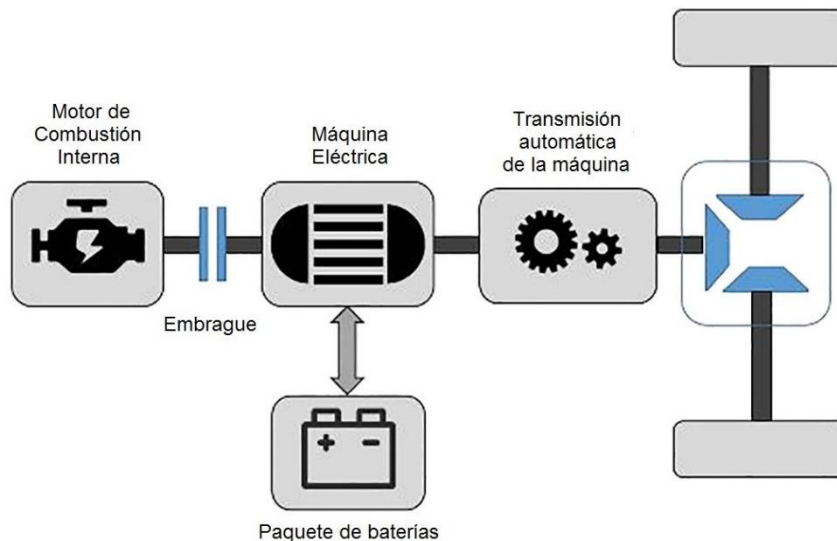
H : Horas de duración de batería

Modelo de consumo de combustible. El método desarrollado por Zhang, et al. (2020) para desarrollar el modelo de consumo de combustible para vehículos eléctricos híbridos (HEV) se divide en tres partes: (i) Modelo del vehículo, que describe la dinámica longitudinal del vehículo; (ii) Modelo de consumo de combustible para motor de combustión interna; (iii) Modelo de

consumo de combustible para un motor eléctrico y batería, incluido el método para dividir la fuente de energía de un motor eléctrico y de combustión interna.

Modelo de Vehículo. Los vehículos eléctricos híbridos se clasifican en paralelos y en serie según su configuración del tren motriz. La arquitectura del tren motriz del vehículo estudiado es de un solo eje se muestra en la Figura 5. La transmisión automática de una máquina es un componente importante para adaptar las condiciones operativas de un motor de combustión interna junto a un motor eléctrico en el operan sus propias áreas de alta eficiencia. El motor eléctrico cumpliría el rol de generador mientras llega cargar las baterías. El embrague se puede usar para cambiar los modos de funcionamiento del tren motriz, como el modo de vehículo eléctrico, el modo de manejo del motor, el modo de manejo híbrido y el modo de freno regenerativo.

Figura 4. Configuración híbrida paralela de un solo eje.



Nota. Adaptado de Develop of a fuel consumption model for hybrid vehicles (p. 3), por Zhang et al., 2020, *Energy Conversion and Management*, 207, 112546.

La relación entre el torque de salida del motor de combustión interna T_{mci} y el torque de la rueda T_w durante el funcionamiento del vehículo se define en la ecuación 4.

$$T = \eta_T \cdot i_o \cdot i_g \cdot T_{mci} \quad (4)$$

Se puede reescribir como en la ecuación 5.

$$T_{mci} = \frac{T_w}{\eta_T \cdot i_o \cdot i_g} \quad (5)$$

Dónde:

T_w : Torque de rueda (N.m)

η_T : Eficiencia de transmisión de la máquina

i_o : La relación final del vehículo

i_g : Relación de engranaje de la transmisión automática de la máquina

T_{mci} : Torque de motor de combustión interna (N.m)

i_o e i_g Son la relación de transmisión de la transmisión automática de la máquina y la relación de transmisión del diferencial, respectivamente.

Mientras tanto, la ecuación 6 muestra la dinámica longitudinal del vehículo se puede expresar de la siguiente manera:

$$T_w = \left[mgC_r \cos \theta + \frac{1}{2} C_D \rho_d A V_a^2 + mg \sin \theta + \delta m \cdot a \right] \cdot r \quad (6)$$

Dónde:

m : masa del vehículo (Kg)

g : Aceleración gravitacional (m/s²)

θ : Pendiente del camino (°)

V_a : Velocidad del vehículo (m/s)

r : Radio de la rueda (m)

δ : Coeficiente de masa rotacional

a : Aceleración instantánea del vehículo (m/s²)

ρ_d : Densidad del aire (kg/m³)

A : Vehicle windward force area (m²)

C_D : Coeficiente de resistencia del aire

C_r : Coeficiente de resistencia road Rolling

La relación entre el torque de salida del motor de combustión interna T_{mci} y el torque de la rueda T_w durante el funcionamiento del vehículo se define en la ecuación 4.

$$T = \eta_T \cdot i_o \cdot i_g \cdot T_{mci} \quad (4)$$

Se puede reescribir como en la ecuación 5.

$$T_{mci} = \frac{T_w}{\eta_T \cdot i_o \cdot i_g} \quad (5)$$

Dónde:

T_w : Torque de rueda (N.m)

η_T : Eficiencia de transmisión de la máquina

i_o : La relación final del vehículo

i_g : Relación de engranaje de la transmisión automática de la máquina

T_{mci} : Torque de motor de combustión interna (N.m)

i_o e i_g Son la relación de transmisión de la transmisión automática de la máquina y la relación de transmisión del diferencial, respectivamente.

Mientras tanto, la ecuación 6 muestra la dinámica longitudinal del vehículo se puede expresar de la siguiente manera:

$$T_w = \left[mgC_r \cos \theta + \frac{1}{2} C_D \rho_a A \cdot V_a^2 + mg \sin \theta + \delta m \cdot a \right] \cdot r \quad (6)$$

Dónde:

m : masa del vehículo (Kg)

g : Aceleración gravitacional (m/s²)

θ : Pendiente del camino (°)

V_a : Velocidad del vehículo (m/s)

r : Radio de la rueda (m)

δ : Coeficiente de masa rotacional

a : Aceleración instantánea del vehículo (m/s²)

ρ_a : Densidad del aire (kg/m³)

- A : Vehicle windward force area (m^2)
- C_D : Coeficiente de resistencia del aire
- C_r : Coeficiente de resistencia road Rolling

Modelo de consumo de combustible para el motor de combustión interna. Aquí consideramos el combustible como gasolina. La ecuación 7 de la tasa de consumo de gasolina por unidad de tiempo (Q_g) se puede escribir como:

$$Q_g = \frac{P_{mci} \cdot b}{367.1 \rho_g g} \quad (7)$$

Dónde:

- Q_g : Consumo de gasolina (cc/s)
- b : Tasa de consumo instantáneo (g/KW.h)
- ρ_g : Densidad de la gasolina (kg/m^3)
- g : Aceleración gravitacional (m/s^2)

Tener en cuenta que el modelo de consumo de combustible descrito anteriormente se basa en los mapas de combustible de estado estable.

Modelo de consumo de combustible para la máquina eléctrica y la batería. La ecuación 8 muestra cuando la máquina eléctrica está activada, la potencia de la máquina eléctrica (P_{EM}) se puede escribir de la siguiente manera:

$$P_{ME} = \frac{T_{ME} \cdot \omega_{ME}}{\eta_{ME}} \quad (8)$$

Dónde:

- P_{ME} : Potencia de motor eléctrico (KW)
- T_{ME} : Torque o Par motor de motor eléctrico (N.m)
- ω_{ME} : Velocidad de rotación de motor eléctrico (rev/min)
- η_{ME} : Eficiencia de transmisión de motor eléctrico

Entonces, la tasa de consumo de electricidad (Q_e) por unidad de tiempo se expresa la ecuación 9.

$$Q_e = \frac{P_{ME}}{3.6 \times 10^6} \quad (9)$$

Dónde:

Q_e : Tasa de consumo de electricidad (Kw.h)

Asumiendo que la batería funciona bien y despreciamos los efectos de la temperatura térmica y los transitorios. Además, la batería se puede cargar rápidamente, debido por sus características que tiene, Titanato de litio (compuesta por Litio y Titanio).

Inicialmente, la batería está en el estado de capacidad completa. Cuando su valor preestablecido del estado de carga de las baterías es menor, el motor eléctrico se utilizará como generador al ser accionado por el motor de combustión donde este cargará la batería a su máxima capacidad con una cantidad eléctrica de E_{batt} .

En el proceso de carga en las baterías del motor, se ajusta el motor para operar en su área de eficiencia óptima (o con su tasa de consumo de combustible más bajo). Tomando la ecuación 7, el consumo de gasolina para cargar la batería (Q_{eg}) se puede reescribir como se ve en la ecuación 10.

$$Q_{eg} = \frac{E_{batt} \cdot b_{otp}}{367.1 \rho_g g} \quad (10)$$

Dónde:

Q_{eg} : Consumo de combustible para cargar la batería (cc/s)

E_{batt} : Potencia de descarga de la batería (kW)

b_{otp} : Tasa óptima de consumo de combustible del motor. (g/kW.h)

ρ_g : Densidad de la gasolina (kg/m³)

g : Aceleración gravitacional (m/s²)

El consumo de electricidad (Q_e) de la máquina eléctrica finalmente se convierte en consumo de combustible (Q_g).

Para los vehículos eléctricos híbridos, las ecuaciones anteriores 8 y 10 son adecuadas para predicciones instantáneas cuando estos están en el modo de conducción híbrido.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que se desarrollará en el proyecto será de tipo aplicada por consiguiente esta se encuentra en función al uso de conocimientos teóricos y métodos de análisis derivados de la física y mecánica para desarrollar un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía limpias y fósiles.

El diseño de investigación será no experimental - transversal porque no se controlan las variables y utiliza el método de análisis deductivo para definir el diseño el del prototipo.

3.2. Variables y operacionalización

Variables independientes

- Velocidad de avance del vehículo, V_{av} (km/hr)
- Autonomía del vehículo, d_{aut} (Km)

Variables dependientes

- Potencia del motor eléctrico, P_e (kW)
- Consumo de combustible, Q_g (cc/s)

3.3. Población, muestra, muestreo

Población: Prototipos de vehículos híbridos existentes en el Perú.

Muestra: Prototipo Híbrido impulsado por energía limpias y fósiles.

Muestreo: No probabilístico intencionado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos se encuentran plasmadas en la tabla 2.

Técnicas de recolección de datos. En cuanto a las técnicas planteadas, a usarse en el presente estudio son:

- Entrevista
- Observación del sistema
- Análisis documental

Instrumentos de recolección de datos. En cuanto a los instrumentos planteados, los cuales se usaron como técnicas de recolección de información fueron:

- Guía de entrevista
- Guía de observación de campo
- Ficha de investigación

El resumen de las técnicas e instrumentos de recolección de datos se encuentran plasmadas en la tabla 2.

Tabla 2 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	VALIDACIÓN
Entrevista	Guía de entrevista	Por Especialistas
Observación	Guía de observación de campo	Por Expertos

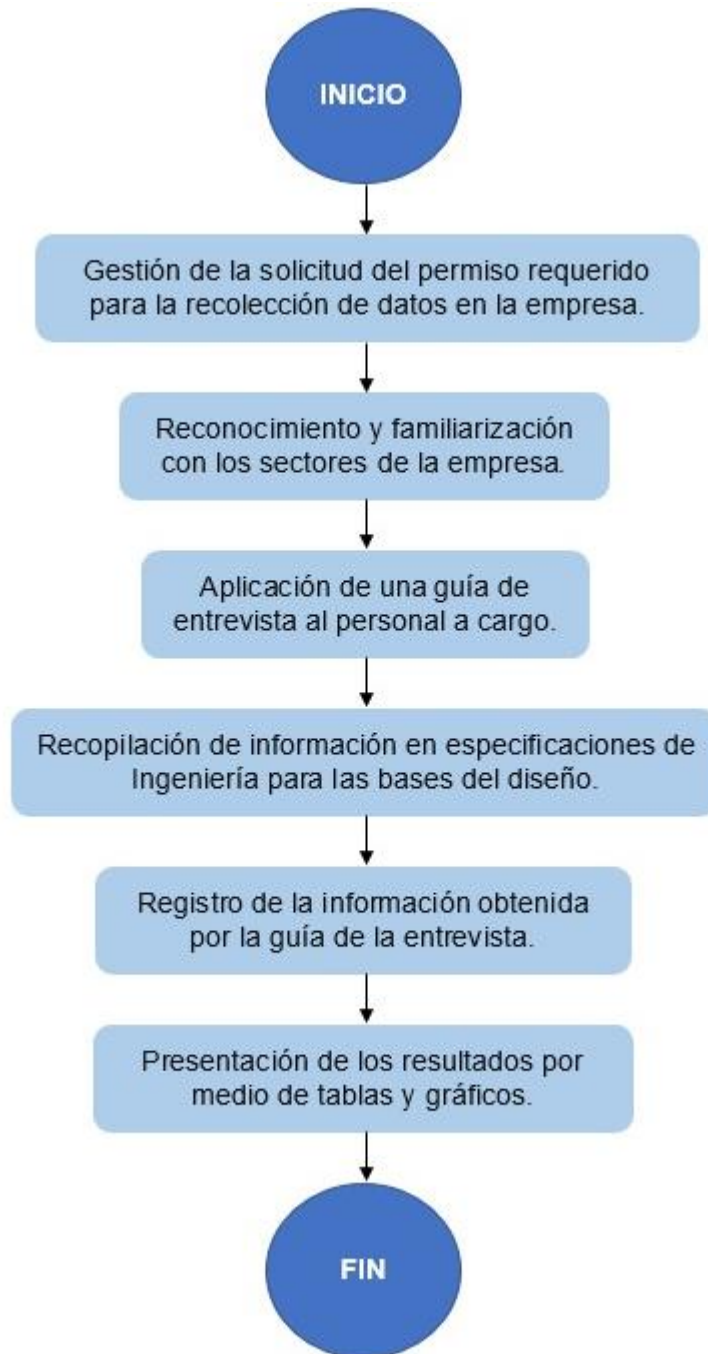
3.5. Procedimientos

El desarrollo para el presente trabajo se encuentra representado en la figura 6. Para coleccionar los datos se requirió de:

- Gestionar y solicitar los permisos requeridos al Gerente General de la empresa servicios eléctricos Humaga para tener el acceso a la empresa con el fin de aplicar las técnicas e instrumentos de recolección de datos.
 - Permiso para aplicar la entrevista.
- Que se va aplicar. (Entonces se va aplicar tres técnicas de recolección de datos)
 - Entrevista. Realizar una entrevista al personal a cargo de la empresa, los operarios e ingenieros competentes, para determinar los parámetros del prototipo vehicular híbrido a diseñar.
- Como se va a procesar. (Aplicar los instrumentos de recolección de datos) Para lo cual tiene que estar elaborado:
 - Guía de entrevista para la entrevista. (Por Especialistas)

- Recolectar los datos de la Empresa como especificaciones de ingeniería y/o bases para el diseño del vehículo.
- Presentar cuadro comparativo de varios conceptos de solución para el prototipo de vehículo híbrido con energía fotovoltaica.
- Proporción de la data o los documentos para la aplicación del método análisis de datos.

Figura 5. Esquema del procedimiento de desarrollo del trabajo de tesis



Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Se empleó la forma analítica para la recopilación de información para saber la necesidad de la empresa.

Primeramente, se presentó un documento basado en una solicitud para el ingreso a la Empresa Servicios Electricas Humaga, las cual nos brindaron información sobre las herramientas e instrumentos con la cual nos sirvió en el proceso y desarrollo del proyecto.

Se elaboró una guía de observación del área de trabajo y lugar apropiado donde fue el proceso del desarrollo del prototipo.

También una elaboración de información de las herramientas y equipos de la empresa, la cual se tuvo un control adecuado para que no haya perdidas de herramientas y así no tengamos inconvenientes o perdidas de herramientas.

Una vez obtenido los datos necesarios y la cual nos sirvió en el proceso del desarrollo del proyecto, sustentamos al gerente de la empresa y agradecimiento por permitirnos realizar el proyecto.

3.7. Aspectos éticos

En este trabajo los autores se comprometieron a respetar los lineamientos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, además de cumplirse con las exigencias de originalidad en el desarrollo del presente trabajo.

IV. RESULTADOS

4.1. Requerimientos de diseño para el prototipo vehicular híbrido.

El primer paso para determinar los requerimientos de diseño es obtener información de las especificaciones de diseño que la empresa Humaga espera obtener en diseño del prototipo vehicular híbrido. Para esto, se preparó una entrevista cuyo modelo vacío se encuentra en el Anexo 2. Esta entrevista se aplicó a los trabajadores de la empresa Humaga, de los cuales uno de ellos es el gerente y los demás son técnicos que laboran en dicha empresa. En total se han realizado cinco entrevistas, las cuales se pueden ver en el Anexo 3. Para cada una de las respuestas se ha realizado un breve resumen con los resultados en las cinco entrevistas.

Pregunta 1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común. () Camionetas () Camiones () Autos

Para esta pregunta cuatro de los cinco entrevistados coinciden en que los vehículos más comunes que se pueden encontrar en Yurimaguas son los autos, seguidos por las camionetas y por último los camiones.

Pregunta 2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

Según la respuesta de los entrevistados se deduce que la velocidad promedio se encuentra entre 25-40 Km/h y la velocidad máxima limita entre 45-60 Km/h.

Pregunta 3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

Desde su perspectiva consideran un tema importante la contaminación en su ciudad clasificándola como Nivel medio en aumento por la mucha cantidad de vehículos carburados, sintiendo así una responsabilidad para evitar el menor riesgo que se pueda disminuir o tratar de controlarlo.

Pregunta 4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

Las condiciones climáticas más extremas vividas en Yurimagua son el verano por ser un lugar con excesivo calor, y al estar expuesto el mayor tiempo del año por sus altas temperaturas que logran alcanzar (42-45°C) y el invierno por la presencia de las constantes lluvias y el mal estado de las carreteras.

Pregunta 5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

En esta pregunta cuatro entrevistados estarían dispuestos a conseguir un vehículo híbrido al saber que son vehículos ahorradores en combustible, con menor contaminación, menor ruido y así ayudaría a disminuir la contaminación y tener una ciudad limpia aprovechando la energía calorífica de la localidad.

Pregunta 6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

Por su experiencia profesional en la ciudad un vehículo convencional puede recorrer de 30 a 40 Km por galón.

Pregunta 7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

Actualmente creen que deberían tener las funciones básicas tanto mecánicas como eléctricas con una buena tracción mecánica, buenas llantas, un buen aire acondicionado, un sistema de refrigeración para el motor para una mayor duración y de acuerdo con la tecnología actual la implementación de sistemas electrónicos.

Pregunta 8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serían razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

El rango de valores de los parámetros principales a considerar que debería tener el vehículo es: una potencia de 80 – 100 CV, una velocidad de 45 a 60 Km/h en ciudad 100 Km/h máxima en carretera, una autonomía de 50 Km, un peso de 1 000 Kg y un peso útil de 800kg aproximadamente.

Pregunta 9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la más importante y 4 a la menos importante. () Seguridad () Confiabilidad () Economía () Autonomía

Para el diseño de un vehículo híbrido la característica más importante según los entrevistados es la Seguridad en el vehículo, como segundo punto importante siendo la Economía, siguiendo con la confiabilidad y siendo considerado el punto menos importante la autonomía del vehículo.

Pregunta 10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

La gasolina que adquieren los entrevistados es el gasohol de 90 octanos teniendo un costo promedio de un precio mínimo por galón de S/ 14.80 y un máximo de S/ 22.00 soles.

Pregunta 11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

En cuanto a los precios un costo razonable a pagar para los entrevistados ronda entre los valores mínimos de 40 mil a 60 mil soles y un máximo valor de 100 mil soles.

Después de obtener los datos de las entrevistas se procedió a realizar la tabla de especificaciones de ingeniería, donde se encuentra los valores o rangos que limitan el diseño de vehículos híbrido. En la Tabla 3 por cada subfunción de detalla las características, unidades y valores que se emplearan durante el diseño.

Tabla 3. Especificaciones de Ingeniería

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS INGENIERILES	UNIDAD	LÍMITES
Velocidad de desplazamiento	Velocidad promedio	<i>Km/h</i>	25 – 40
	Velocidad máxima	<i>Km/h</i>	45 – 60
Potencia	Potencia útil	<i>CV</i>	80 – 100
Distancia recorrida por ciclo de carga	Autonomía	<i>Km</i>	50
Peso vehicular	Peso neto	<i>Kg</i>	1000
Capacidad de carga	Carga útil	<i>Kg</i>	800

4.2. Diseño Conceptual

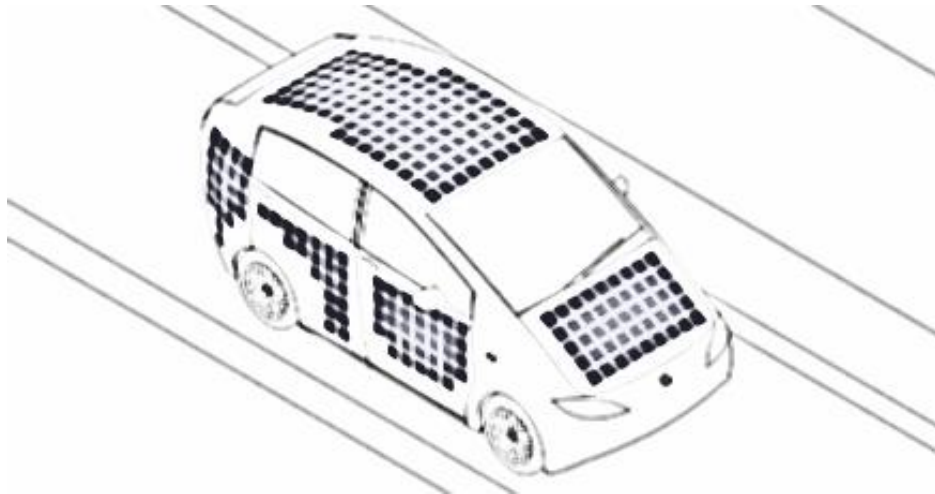
En los párrafos siguientes se han elaborado tres conceptos de diseño que combinen el uso de energía fotovoltaica y la energía de un combustible.

Concepto 1

En este concepto se plantea cargar las baterías del vehículo híbrido empleando como fuente principal los paneles fotovoltaicos los cuales requieren una gran área por lo cual se encuentran en toda la superficie del vehículo. Como fuente de energía secundaria se emplea un motor de combustión interna a gasolina.

Las ventajas de este diseño es que los gases generados son menos con relación a un vehículo que emplee como fuente de energía primaria un motor de combustión interna. Como desventaja es que la autonomía dependerá en gran medida de la disponibilidad de la energía solar lo cual no es muy favorable para lugares donde las horas de sol son escasas. Por otra parte, el vehículo necesita una gran área cubierta de paneles fotovoltaico como se puede ver en la Figura 7.

Figura 6. *Bosquejo para el concepto de diseño N° 1.*

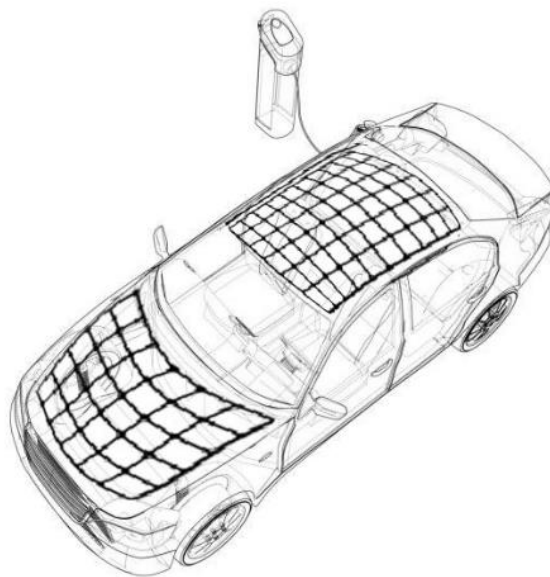


Concepto 2

En este concepto se emplean tres fuentes de energía, la fuente primaria se obtiene de las baterías las cuales son recargadas por medio de una conexión a la toma eléctrica del hogar, como fuente secundaria se emplea un sistema fotovoltaico que suministra energía a las baterías para retrasar su descarga y como tercera fuente de energía se emplea un motor de combustión interna el cual funciona solo cuando el nivel de descarga de la batería está por debajo de un valor determinado.

La principal de este concepto es que el consumo de combustible bastante bajo ya que el motor de combustión interna trabajaría en condiciones donde el sistema fotovoltaico no pueda suplir la energía suficiente. Como desventaja las baterías recargables para este tipo de vehículos tienen un costo y peso elevado, además el sistema de carga enchufable del vehículo aumentará el consumo de energía en la vivienda del propietario.

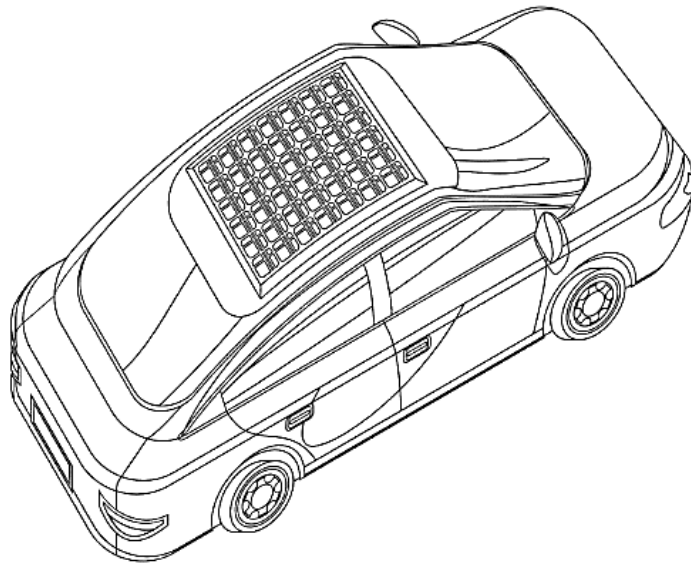
Figura 7. *Bosquejo para el concepto de diseño N° 2.*



Concepto 3

En este concepto el vehículo híbrido emplea como fuente primaria la energía proporcionada por un motor de combustión interna y fuente secundaria un sistema de paneles fotovoltaicos. La mayor ventaja de este concepto es la alta potencia que se obtiene gracias al motor de combustión, lo cual le da mayor autonomía, mientras que el sistema fotovoltaico se usa como fuente auxiliar para reducir el tiempo en que el motor de combustión interna se mantiene encendido cargando las baterías. La desventaja del concepto es que al tener un motor de combustión interna las emisiones de gases contaminantes son mayores en comparación a un vehículo netamente eléctrico.

Figura 8. *Bosquejo para el concepto de diseño N° 3.*



Selección de concepto optimo con Matriz de Criterios Ponderados

En la Tabla 4 se muestra la matriz de criterios ponderados la cual se emplea seleccionar el mejor concepto de diseño, para esto se emplearon 5 criterios de evaluación. Cada uno de estos criterios tienen un nivel de importancia en el diseño final y su valoración se realiza en porcentaje. Para la puntuación se usa una escala de 1 al 3, donde el número significa que concepto no cumple con el criterio, el número 2 significa que cumple a medias con el criterio y finalmente el número 3 significa que el concepto cumple con el criterio plenamente.

Tabla 4. Matriz de criterios ponderados para el diseño conceptual

		Conceptos					
		Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3	
Criterio	%	Puntuación	Puntaje Ponderado	Puntuación	Puntaje Ponderado	Puntuación	Puntaje Ponderado
Bajo peso	20	2	0.4	1	0.2	2	0.4
Eco amigable	10	3	0.3	3	0.3	1	0.1
Facilidad de fabricación	30	3	0.9	1	0.3	3	0.9
Mayor autonomía	20	1	0.2	3	0.6	3	0.6
Bajo costo	20	2	0.4	1	0.2	2	0.4
Total	100		2.2		1.6		2.4

Nota. Concepto solución ganador

4.3. Diseño de configuración.

Para el diseño de configuración se toma como base el concepto de diseño ganador, el cual consta de un motor de combustión interna como primaria y con un sistema fotovoltaico como fuente secundaria. Para este concepto se elaboraron tres configuraciones con el objetivo de determinar la mejor disposición de los elementos que componen el diseño seleccionado.

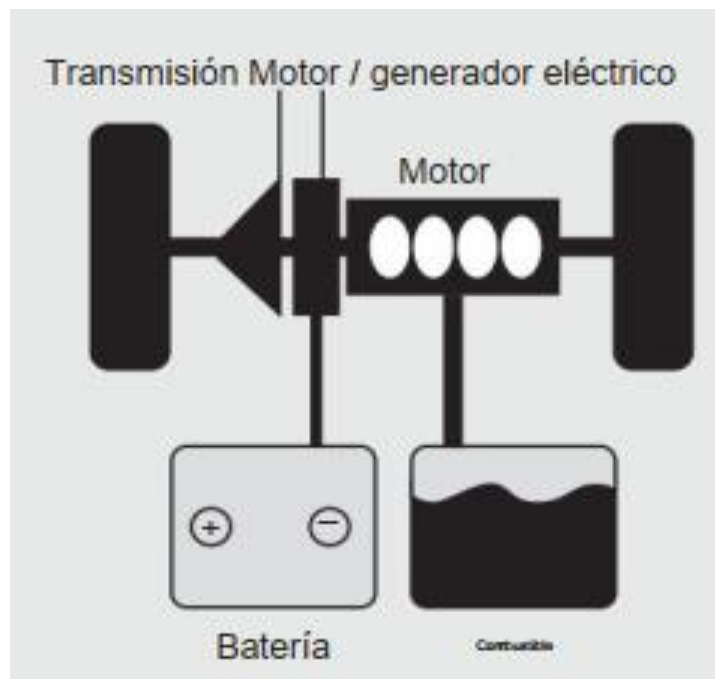
Configuración 1. Sistema en paralelo

Es un sistema que transmite directo el motor hacia las ruedas del eje delantero, ya que el eje se encuentra en la misma dirección del vehículo, la mayoría de los vehículos de tracción delantera incorporan el diferencial en la estructura de la caja de cambios, el funcionamiento de este sistema es que el motor funciona con el combustible la cual mueve al motor eléctrico para que así recién pueda cargar la batería.

Su ventaja es que mientras el motor de combustión esté en funcionamiento pueda cargar la batería.

Su desventaja sería que el motor eléctrico funciona con la batería hasta agotarse la energía y el gasto del combustible por el consumo del motor eléctrico

Figura 9. Sistema híbrido paralelo.



Fuente: Tomado de Tom Dentom–Electric and hybrid vehicles– Routledge (2020)

Configuración 2. Sistema en serie

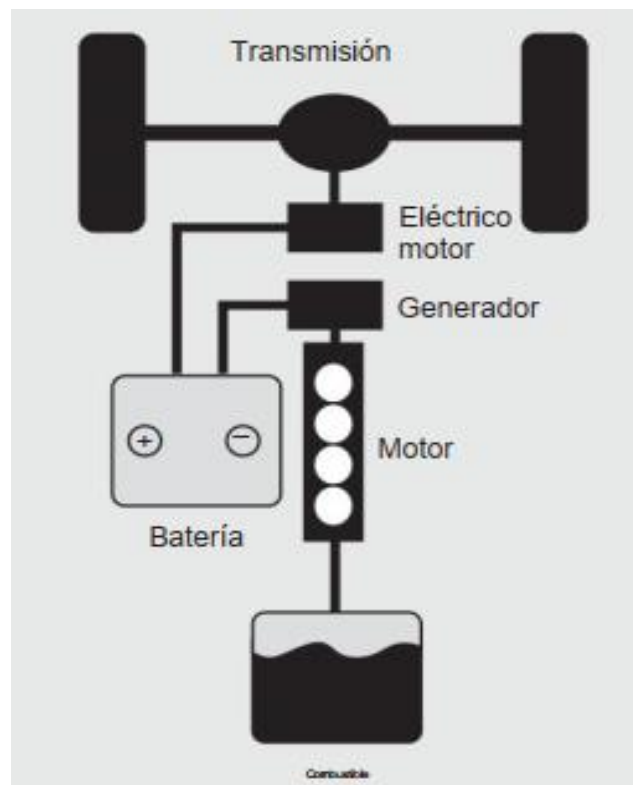
Teniendo en cuenta que el motor se encuentre en la parte trasera, este es un sistema no utilizado con frecuencia en la actualidad, debido a que presenta problemas para la refrigeración del motor, el motor longitudinal trasero esta por un eje y este acoplado al embrague y la caja de cambios.

El funcionamiento en este sistema el motor de combustión hace mover el generador el cual procede a cargar la batería, la cual luego la batería hace funcionar el motor eléctrico para proceder el funcionamiento de la transmisión hacia las ruedas.

La ventaja es que el motor de combustión con el generador procede para la carga de la batería.

La desventaja es que no funcione el motor de combustión y no proceda a la carga de la batería, el consumo de la energía de la batería mientras está en funcionamiento el vehículo.

Figura 10. Sistema híbrido en serie.



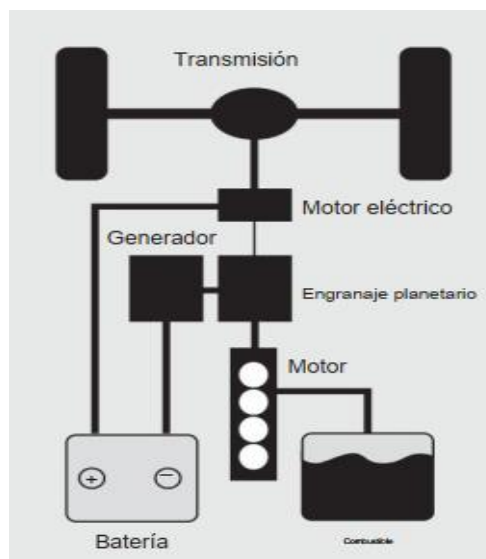
Fuente: Tomado de Tom Dentom–Electric and hybrid vehicles– Routledge (2020)

Configuración 3. Sistema de división de poder

Este sistema de configuración se obtiene la función del motor de combustión, la cual es aprovechada para la carga de la batería cuando el vehículo estacionado y en funcionamiento. Cuando el vehículo esté en funcionamiento la carga también se aprovecharía de los paneles solares aprovechando el sol. El combustible hace el funcionamiento al motor de combustión pasa por el sistema de engranaje o llamado caja de cambios la cual hace mover el generador la cual ejerce la carga de batería y la que hace funcionar el motor eléctrico y luego hace mover la transmisión y puede hacer mover las ruedas y +-ya que tiene doble funcionamiento directo de la caja de engranaje pasa por un cardan el cual hace girar al motor eléctrico y ejerce el movimiento en las ruedas.

Su ventaja es aprovecha mientras el motor de combustión carga la batería y es aprovechada el motor eléctrico el funcionamiento sea directo mediante el cardan además tiene un mejor torque y mayor potencia en el funcionamiento. Su desventaja es el consumo del combustible por el funcionamiento del vehículo híbrido, cuando sufra desperfecto el motor eléctrico por el esfuerzo que hace al recibir la potencia del motor de combustión.

Figura 11. Sistema de división de poder.



Fuente: Tomado de Tom Dentom–Electric and hybrid vehicles– Routledge (2020)

Tabla 5. Matriz de criterios ponderados para el diseño de configuración

		Conceptos					
		Configuración 1		Configuración 2		Configuración 3	
Criterio	%	Puntuación	Puntaje Ponderado	Puntuación	Puntaje Ponderado	Puntuación	Puntaje Ponderado
Bajo peso	10	2	0.2	3	0.3	1	0.1
Eco amigable	20	2	0.4	3	0.6	1	0.2
Facilidad de fabricación	10	3	0.3	2	0.2	1	0.1
Diseño sencillo	10	2	0.2	3	0.3	1	0.1
Mayor autonomía	30	1	0.3	2	0.6	3	0.9
Bajo costo	20	2	0.4	3	0.6	1	0.2
Total	100		1.8		2.6		1.6

Nota. Concepto solución ganador.

Dimensionamiento del vehículo

De los resultados de las entrevistas se observó que el vehículo más común en Yurimaguas son los automóviles los cuales en general tienen las medidas que se observa en la Figura 14

Figura 12. Boceto del automóvil.

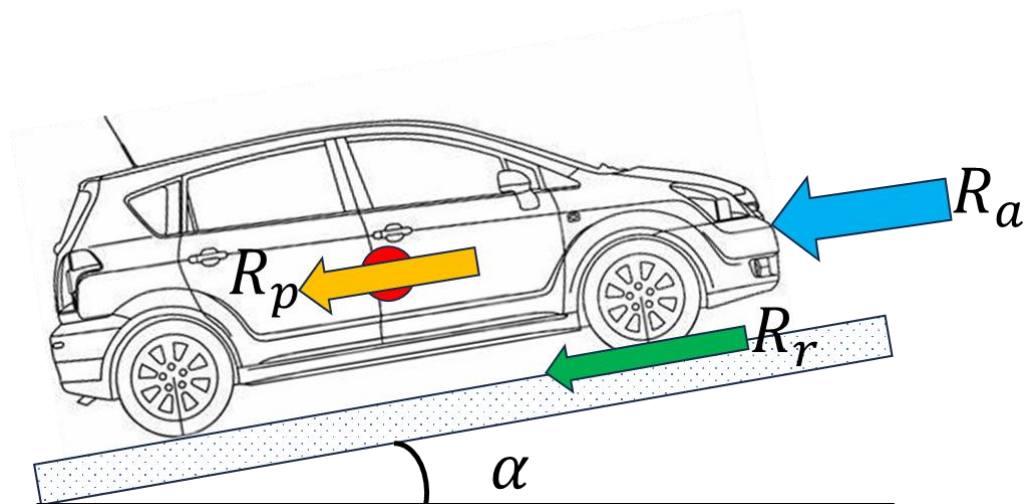


4.4. Se analizó paramétricamente las variables de desempeño del prototipo

Para el análisis paramétrico se ha definido la velocidad de desplazamiento y el peso del vehículo; en el caso de la velocidad, se tomaron los valores mencionados en las entrevistas, los cuales están en el rango de 60-100 km/h. Para el peso del vehículo se ha tomado como referencia vehículos comerciales, para los cuales la masa máxima autorizada (peso bruto) es de 910 kg.

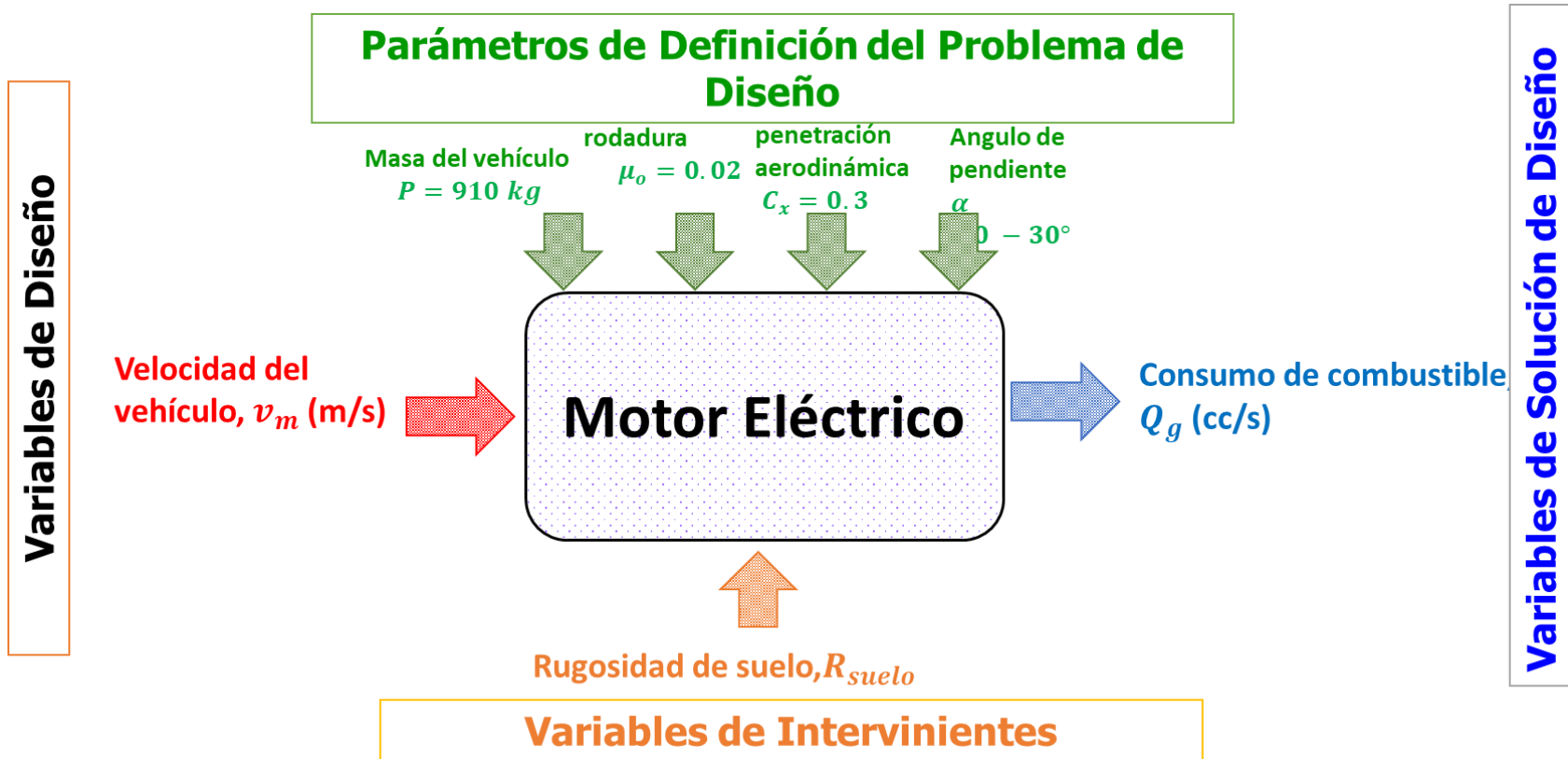
Para determinar la potencia del vehículo se ha tomado en consideración la resistencia a la rodadura (R_r), la resistencia aerodinámica (R_a) y la resistencia en pendiente (R_p) los cuales al sumarse da como resultado R_T que es la resistencia total (Figura 13)

Figura 13. Boceto del automóvil



Como uno de los componentes más importantes en el vehículo híbrido es el motor eléctrico, se realizó un análisis paramétrico para determinar la potencia requerida durante el desplazamiento del vehículo. En la Figura 14 se presentan las variables y parámetros junto a los valores o rangos tomados para este análisis.

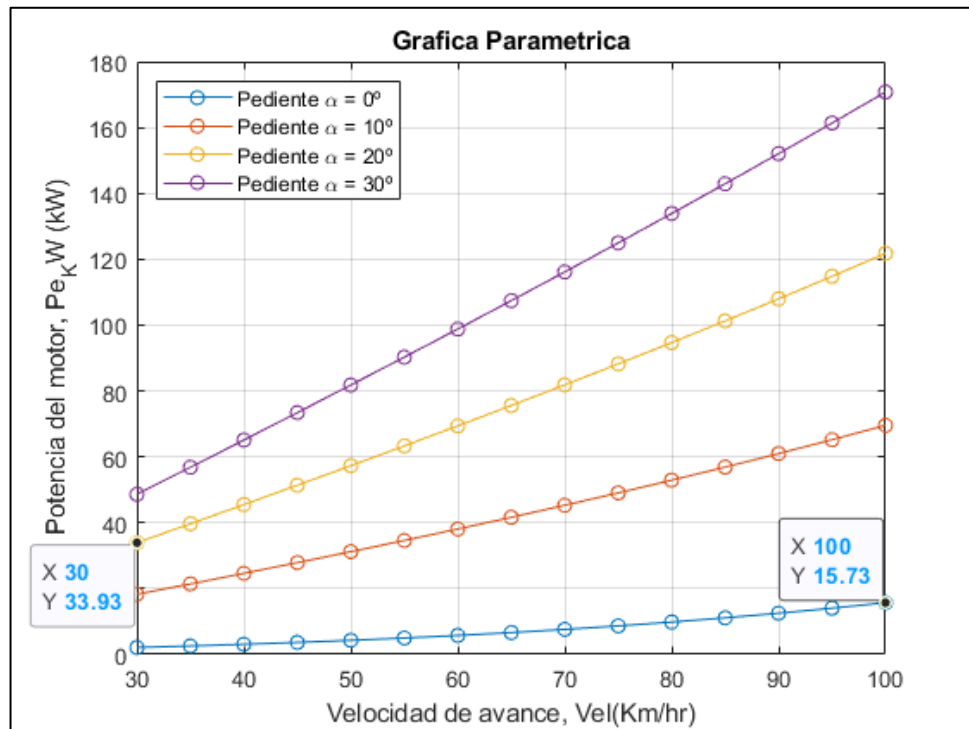
Figura 14. Caja negra para el análisis paramétrico



Con los parámetros definidos en la Figura 14 se ha graficado la relación entre la potencia del motor eléctrico (P_e) con respecto a la velocidad de desplazamiento del vehículo. Adicionalmente se empleó como parámetro la pendiente del terreno en el rango de valores de 0 a 30°. Para el análisis se consideró dos situaciones, la primera es cuando el vehículo se desplaza en carretera con una pendiente 0° a la máxima velocidad de 100 km/h; en esta condición el vehículo requiere consumir 15.73 kW de potencia por medio del motor eléctrico.

Para la segunda situación se consideró al vehículo, subiendo una pendiente, a la velocidad mínima de 30 km/h, en esta condición el vehículo requiere una potencia de 33.93 kW (Figura 15). Para pendientes mayores como el caso de $\alpha = 30^\circ$ la potencia consumida en pendiente es 48.63 kW, pero para esta potencia el motor de combustión interna que alimenta a las baterías y el motor eléctrico que se debe conseguir es más pesado, lo que a su vez impacta en el peso de todo el vehículo. Debido a esto se consideró como pendiente máxima 20° para los cálculos.

Figura 15. Grafica paramétrica



Del análisis paramétrico podemos comparar el consumo de potencia máximo del motor eléctrico. Con la potencia del motor eléctrico definido se estimó la potencia del generador eléctrico, para esta estimación se consideró que el generador debe trabajar al 80% de su capacidad nominal, por lo tanto, para esta condición el generador eléctrico debe tener una potencia nominal de 42.42 kW.

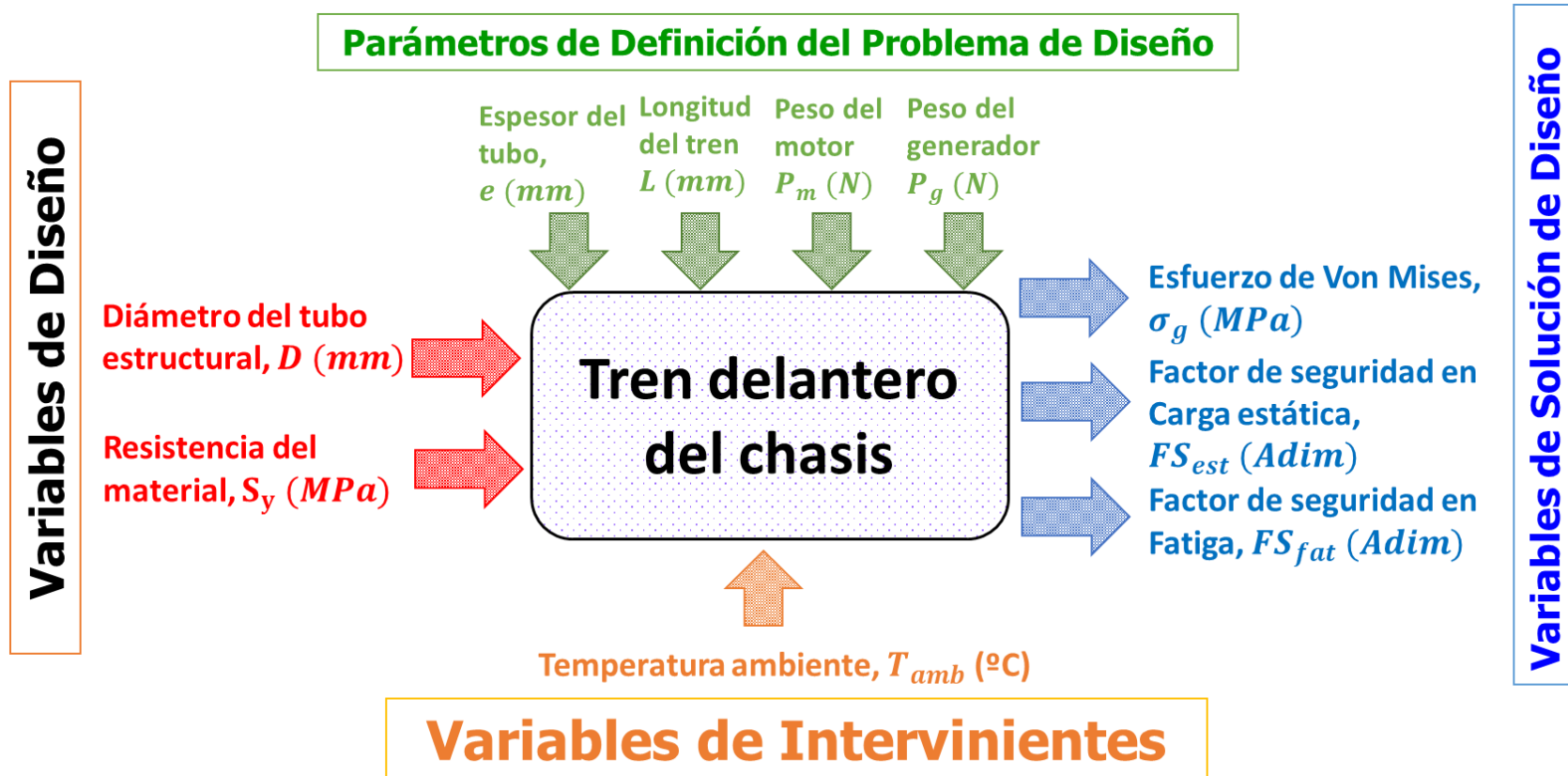
Debido a que el motor requiere una tensión alta se estableció como tensión de operación 72 V. Para lograr alcanzar esta tensión, por medio de los paneles fotovoltaicos, se empleó una configuración de 3 paneles instalados en serie, como cada panel tiene una máxima de 35.2 V la salida es de 105.6 V, suficiente para que desde el regulador se carguen las baterías.

Para la estimación del banco de baterías se consideró en el cálculo la energía que consume el motor eléctrico a 100 km/h en una carretera sin pendiente. Esta potencia se multiplica por el tiempo que tarda un vehículo viajando a esa velocidad en un recorrido de 95 km, que corresponde a la autonomía esperada, obteniéndose que la energía consumida es de 14.94 kWh. Para obtener la capacidad del banco de baterías se restó la energía entregada por los paneles fotovoltaicos de la energía que consume el motor eléctrico. Adicionalmente, considerando que el porcentaje de descarga permitida de la batería es del 80%, el banco de baterías debe tener una capacidad de 245.7 Ah. Para esta capacidad se emplearon 6 baterías puesta en serie con una capacidad individual de 250 Ah.

4.5. Simulaciones de componentes críticos.

Para el desarrollo de la simulación se seleccionó como componente crítico el tren delantero de la estructura pues es la parte del chasis que soporta el mayor peso (Motor y generador). Para analizar la estructura, en el diagrama de caja negra de la Figura 16 se definió como variable de diseño el diámetro del tubo y como variables de salida se empleó el esfuerzo de Von Mises y los factores de seguridad en carga estática y en fatiga.

Figura 16. Diagrama de caja negra



Para los variables y parámetros de la Figura 16 se elaboró la Tabla 6 donde se muestran los rangos o valores de cada uno de ellos. Para el caso del diámetro del tubo, que es la variable de diseño se empleó un rango de tres valores estándar para evaluar los resultados con cada uno de esos valores.

Tabla 6. Especificaciones de la caja negra

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE /PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	RANGO O VALORES
Parámetros de Definición de Problema	Peso del Motor Combustión interna	P_{mci}	kg	52
	Peso del Motor generador de flujo axial	P_{ge}	kg	7.9
Variables de Diseño	Diámetro del Tubo del Chasis	D_{tubo}	pulg	0.5, 1.0, 1.5
Variables de Solución de Problema	Esfuerzo de Von Mises	σ'	Mpa	A determinar
	Factor de Seguridad en carga estática	FS_{est}	Adimens.	A determinar
	Factor de Seguridad en fatiga	FS_{fat}	Adimens.	A determinar
Variables Intervinientes	Temperatura de la Ambiente	T_{amb}	°F	77

Al aplicar varias simulaciones correspondientes a los valores de la variable de diseño, se obtuvieron los resultados de la Tabla 7, donde se puede observar que para cada diámetro de tubería se tienen tres resultados. Analizando los resultados obtenidos se puede ver que los factores de seguridad en carga estática son bastante altos, por otra parte, para el factor de seguridad en fatiga utilizando un diámetro de tubo de 1.5 pulgadas es de aproximadamente 10, lo cual es un valor bastante alto, mientras que para el diámetro de tubo de 0.5 pulgadas el factor de seguridad es de 1.89, aunque este es un buen valor se tomara como diámetro de tubo el de 1 pulgada el cual da un valor de 5.78 pues se debe considerar que durante la aceleración y desaceleración del vehículo la estructura estará sometido a mayores esfuerzos.

Tabla 7. Análisis paramétrico del tubo del chasis

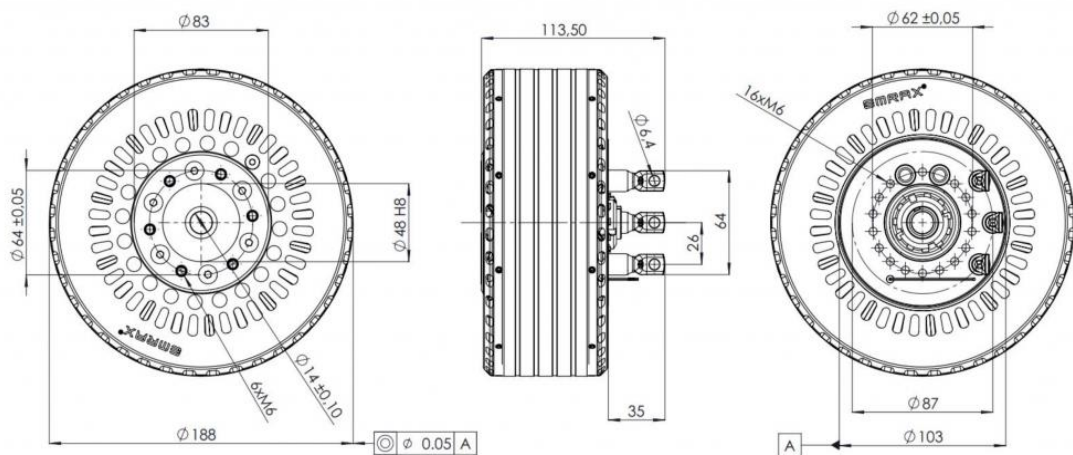
Diámetro de Tubo	Esfuerzos de Von Mises	Factor de Seguridad Carga Estática	Factor de Seguridad en Fatiga
$D_{tub} = 0.5 \text{ in}$			
$D_{tub} = 1.0 \text{ in}$			
$D_{tub} = 1.5 \text{ in}$			

4.6. Se seleccionó los componentes estándar.

Selección de Motor / Generador de flujo axial de 60 KW

EMRAX 188 es un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes de flujo axial compacto con alta potencia/densidad de par (Figura 17). Debido a su bajo peso, es ideal para aplicaciones fuera de borda VTOL, aviación ultraligera, motocicletas, automoción y marina. Ha ganado un favorable estatus entre los competidores de FSAE.

Figura 17. Motor Eléctrico



fuelle: BLDC- MOTOR

Tabla 8. Especificaciones técnicas del Motor / Generador de flujo axial.

DESCRIPCION	DIMENSIONES
Diámetro	188mm
Longitud	113.50mm
Peso	7.1 - 7.9Kg
Poder continuo	37Km

Fuente: Elaboración propia

Selección de motor de combustión interna

De los cálculos hechos en Matlab se estimó que la potencia mínima para el motor de combustión interna es de 46 HP. Esta potencia se calculó para el vehículo desplazándose a una velocidad de 30 km/hr en una pendiente de 20°. Para esta potencia el motor seleccionado es el Daewoo Tico (KLY3) 0.8 (48 Hp) cuya ficha técnica se encuentra en el Anexo 4.

Figura 18. Motor DAEWOO TICO 0.8L F8cv F8c



Fuente: mercado libre

Tabla 9. Especificaciones técnicas del motor de combustión

DESCRIPCION	DIMENSIONES
Capacidad del motor	796 Cm ³
Velocidad máxima	143 km/h
Aceleración máxima	100Kmh EN 17 SEG
Potencia	0.8(48HP)
Longitud	3340mm
Ancho	1400mm
Alto	1395mm

Fuente: Elaboración propia

Selección de Banco de baterías

Para el banco de baterías se seleccionaron 6 baterías de 250 Ah, los cuales se instalaron en un solo grupo, esto da como salida una tensión de operación de 72V. En la Figura 19 se muestra la batería, mientras que en el Anexo 5 se encuentra la ficha técnica completa. Las baterías de la serie GEL están fabricadas con separadores especiales y gel de sílice que mantiene los electrolitos dentro de la batería. La tecnología de gel sílice ayuda a que las baterías duren más tiempo y funcionen mejor en diferentes temperaturas. La vida útil del ciclo de descarga puede durar un 50% más en comparación con las baterías normal.

Figura 19. Batería TENSTE 12v 250 Ah



Fuente: Auto solar

Tabla 10. Especificaciones técnicas de la batería

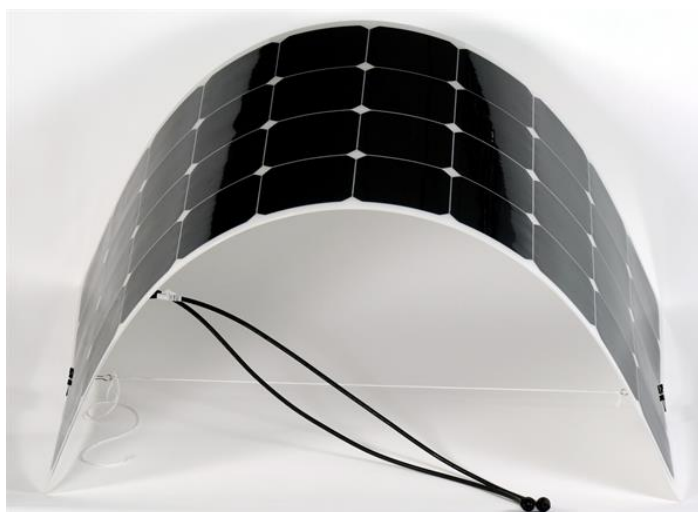
DESCRIPCION	DIMENSIONES
Longitud	522mm
Ancho	240mm
Altura	218mm
Peso	57kg
Voltaje	12v
Capacidad Nominal	250AH

Fuente: Elaboración propia

Selección de paneles solares

Para la dimensión y selección de los paneles solares, los autores se guiaron por los datos obtenidos anteriormente los cuales son el voltaje del banco de baterías (72V) y las dimensiones de la parte superior de la carrocería (Largo x ancho). Este componente es el intermediario que hace que la luz solar nos sirva de energía ya sea su diseño simple (Figura 20), muy eficaz y permite el autoconsumo y permite su sostenibilidad. Las características principales se pueden ver en la Tabla 11 y su ficha técnica completa se encuentra en el Anexo 6.

Figura 20. Panel solar Flex060W24V



Fuente: Salcantay

Tabla 11. Especificaciones técnicas del panel solar

DESCRIPCION	DIMENSIONES
Potencia máxima	60 w
Corriente potencial	1.71A
Peso neto	0.93kg
Numero de células	64
Altura	725mm
Ancho	535mm
Promedio	3mm

Fuente: Elaboración propia

4.7. Diseño de detalle

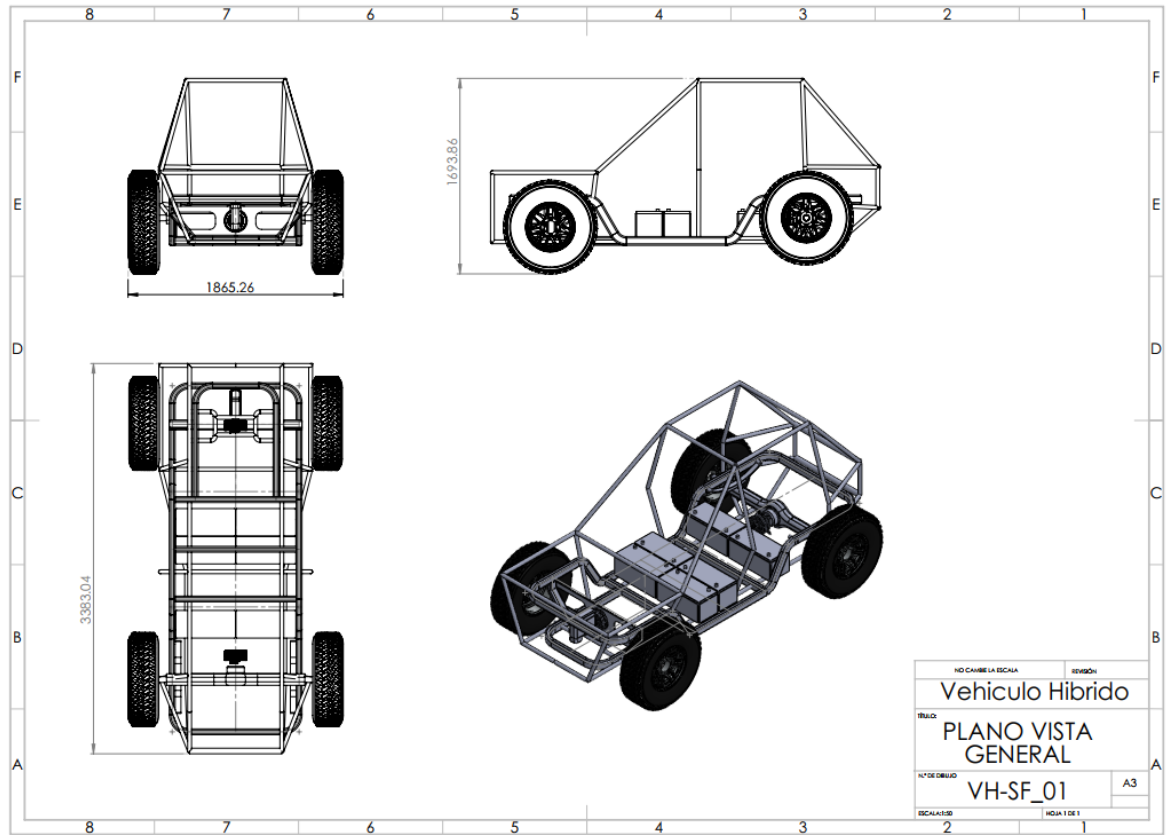
Habiendo realizado la simulación y la selección de los componentes estándar se elaboraron los planos del diseño conseguido. La lista de planos está descrita en la Tabla 12, donde cada uno posee un código y su correspondiente descripción.

En la Figura 21 se muestra igualmente el plano de las tres vista principales del diseño obtenido.

Tabla 12. Listado de planos del vehículo híbrido

CODIGO	DESCRIPCION	FECHA
VH-SF_01	PLANO VISTA GENERAL	20/07/2023
VH-SF_02	VISTA EXPLOTADA	20/07/2023
VH-SF_03	CARROCERIA	20/07/2023
VH-SF_04	CHASIS	20/07/2023
VH-SF_05	PUENTE DELANTERO	20/07/2023
VH-SF_06	SOPORTE DE GENERADOR	20/07/2023
VH-SF_07	DIFERENCIAL	20/07/2023
VH-SF_08	SEMI EJE	20/07/2023

Figura 21. Plano de vista general del vehículo híbrido



4.7. Análisis Económico.

Se realizó un análisis económico para la propuesta del prototipo, por esto en la Tabla 13 se listó todos los gastos relacionados a la fabricación del vehículo híbrido.

Tabla 13. Lista de componentes y presupuesto de inversión para el prototipo.

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Batería 12v 250ah	6	S/. 1,379.27	S/. 8,275.62
2	Panel solar	2	S/. 976.03	S/. 1,952.06
3	Motor / generador de flujo axial de 60kw	2	S/. 6,455.00	S/. 12,910.00
4	Amortiguadores	4	S/. 300.00	S/. 1,200.00
5	Llantas neumáticas	4	S/. 380.00	S/. 1,520.00
6	Aros delanteros y posteriores	4	S/. 200.00	S/. 800.00
7	Motor combustión	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
8	Frenos	4	S/. 50.00	S/. 200.00
9	Pintura	2	S/. 200.00	S/. 400.00
10	Filtro de aire	1	S/. 100.00	S/. 100.00
11	Filtro de aceite	1	S/. 50.00	S/. 50.00
12	Aceite	1	S/. 100.00	S/. 100.00
13	Espejos	2	S/. 150.00	S/. 300.00
14	Puerta	4	S/. 500.00	S/. 2,000.00
15	Lunas de ventana	4	S/. 150.00	S/. 600.00
16	Luna delantera	1	S/. 350.00	S/. 350.00
17	Refrigerante	1	S/. 70.00	S/. 70.00
18	Radiador	1	S/. 250.00	S/. 250.00
19	Fajas	2	S/. 30.00	S/. 60.00
20	Faros delanteros	2	S/. 100.00	S/. 200.00
21	Faros posteriores	2	S/. 100.00	S/. 200.00
22	Cintas aislantes	6	S/. 10.00	S/. 60.00
23	Cabe automotriz	2	S/. 365.00	S/. 730.00
24	Focos	4	S/. 30.00	S/. 120.00
25	Líquido de freno	2	S/. 30.00	S/. 60.00
26	Relay	10	S/. 30.00	S/. 300.00
27	Fusibles	10	S/. 10.00	S/. 100.00
28	Porta fusibles	10	S/. 10.00	S/. 100.00
29	Cámara de llanta	4	S/. 30.00	S/. 120.00
30	Arrancador	1	S/. 400.00	S/. 400.00
31	Alternador	1	S/. 500.00	S/. 500.00
32	Tapizado	1	S/. 190.00	S/. 190.00
	MANO DE OBRA			
1	Programación e instalación de equipos	global	--	S/. 5,000.00
TOTAL				S/. 41,717.68

Fuente: Elaboración propia

Realizando la suma, el valor total de la inversión para este diseño de vehículo híbrido es de S/. 41,717.68 (Tabla 14). Para determinar el periodo de retorno de la inversión se realizó el flujo de caja de la Tabla 15, del cual se puede observar que después de 10 meses se lograría amortizar completamente la inversión inicial.

Tabla 14. Inversión total

INFORMACIÓN	
COSTO DE INVERSIÓN	TASA DE DESCUENTO
S/ 41,717.68	5.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Flujo de caja

PERIODO	INGRESO	EGRESO	FLUJOS DE EFECTIVO NETO	FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	VALOR PRESENTE
0			-41,717.68		1.05
1	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00		S/3,809.52
2	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/8,000.00	S/3,628.12
3	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/12,000.00	S/3,455.35
4	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/16,000.00	S/3,290.81
5	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/20,000.00	S/3,134.10
6	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/24,000.00	S/2,984.86
7	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/28,000.00	S/2,842.73
8	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/32,000.00	S/2,707.36
9	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/36,000.00	S/2,578.44
10	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/40,000.00	S/2,455.65
11	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/44,000.00	S/2,338.72
12	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/48,000.00	S/2,227.35
13	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/52,000.00	S/2,121.29
14	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/56,000.00	S/2,020.27
15	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/60,000.00	S/1,924.07
16	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/64,000.00	S/1,832.45
17	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/68,000.00	S/1,745.19
18	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/72,000.00	S/1,662.08
19	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/76,000.00	S/1,582.94
20	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/80,000.00	S/1,507.56
21	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/84,000.00	S/1,435.77
22	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/88,000.00	S/1,367.40
23	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/92,000.00	S/1,302.29
24	S/6,000.00	S/2,000.00	S/4,000.00	S/96,000.00	S/1,240.27

Fuente: Elaboración propia

Para completar el análisis se realizó el cálculo del VAN y el TIR que se muestra en la Tabla 16 el cual nos da para el VAN 13476.89 y un TIR de 3.3%.

Tabla 16. Cálculo de VAN y TIR

	Fórmula Aritmética	
VALOR PRESENTE DE LOS SUMA DE LOS FLUJOS NETOS	55,194.57	
	Fórmula Aritmética	Formula Financiera
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	13,476.89	13,476.89
	Fórmula Financiera	
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	3.3%	3.3% > 10.0%
	Fórmula Aritmética	Formula Financiera
BENEFICIO / COSTO	1.323	1.323
	Fórmula Aritmética	
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	10.43	
	10	
	0.43	
DIAS	13	

A	10
B	S/ 41,717.68
C	40,000
D	4,000

NOTA:	El periodo de recuperación de la inversión es de 10 meses y 13 días con los datos estimado.
--------------	--

Fuente: Elaboración propia

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Donde:

- a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.
- b = Inversión Inicial
- c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.
- d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

V. DISCUSIÓN

El proyecto está dirigido a diseñar, dimensionar y seleccionar los componentes principales para el funcionamiento de un prototipo vehicular híbrido. Como parte de la metodología empleada se ejecutó una entrevista a 5 trabajadores de la empresa para determinar la lista de requerimientos del prototipo, siendo estas el personal calificado con el conocimiento necesario en electricidad, electromecánica y mecánica automotriz para un vehículo. La información que se obtuvo después de ejecutar las entrevistas sirvió de punto de partida como base de datos inicial según la necesidad de la empresa y como último punto dicha información fue resumida en la Tabla 3 donde se determina la base de los valores iniciales para los cálculos durante el camino para acoplar el diseño y seleccionar los componentes que lo conformarán.

Para seleccionar el diseño conceptual más adecuado para el prototipo se elaboraron 3 conceptos donde se describe las ventajas y desventajas esenciales que los caracterizan a cada uno, siendo cada concepto representado e ilustrado a propio pulso. Para la selección del concepto que se adecua óptimamente más al prototipo según el criterio de los diseñadores. Se realizó una matriz de criterios ponderados donde fueron considerados los criterios más importantes para ser evaluado cada concepto, donde se obtuvo como resultado al concepto con mayor puntaje según los requerimientos más cercanos que requiere la empresa según su ubicación destinada, siendo este vehículo eléctrico híbrido alimentado principalmente por un motor de combustión seguido de su fuente secundaria un sistema solar fotovoltaico.

Para el diseño de configuración al igual como pasó con el diseño conceptual se elaboraron 3 tipos de configuraciones los cuales tuvieron que pasar por el mismo proceso de selección (ser evaluados a través de una matriz de criterios ponderados), en esta ocasión fueron 6 criterios considerados para conseguir el diseño de configuración más favorable. Este tipo de procesos (comparar y evaluar criterios de selección) simplifican al diseñador el momento de encaminarse por la mejor elección.

Se analizó paramétricamente las variables de desempeño del prototipo de los cálculos que se realizaron se consiguió el resultado de la potencia que necesita el motor eléctrico para mover el peso del prototipo vehicular híbrido en un plano horizontal o inclinado, dichos cálculos pueden ser verificados por el software Matlab.

En el cálculo estructural del chasis del prototipo se tomó en cuenta dos tipos de condiciones; 1) La deformación provocada por las reacciones de los componentes cuando el vehículo se encuentra estático, 2) La deformación del chasis cuando el vehículo se encuentra en movimiento. En la primera condición se tomaron en cuenta las fuerza que se aplicaron por el peso de los componentes en el chasis mostradas en el diagrama de cuerpo libre. Y para segunda condición al estar el vehículo en movimiento se provocarían fuerzas resultantes generándose mayores esfuerzos al chasis, considerándolo como elemento crítico del prototipo. Al poder ser verificado los valores en el software ANSYS esto permitiría diseñar de forma adecuada la geometría final, donde el factor de seguridad tomó un valor de 5.78, que se consideraría muy alto por las cargas que se ejercen sobre este, aumentando a su vez el peso del vehículo.

Se seleccionó los componentes estándar La selección para cada componente estándar se basó de los resultados obtenidos anteriormente del análisis paramétrico

Como resultado del análisis económico del prototipo, arrojó un valor monetario total que asciende a S/. 41,717.68. Este costo de inversión se encuentra muy por debajo del vehículo más cómodo el mercado peruano (Susuki swift hybrid s/ 67 900.00). De la Tabla 16 encontramos que el prototipo es rentable al arrojar que el valor de VAN es igual a S/. 13,476.89 (siendo este positivo), con un TIR del 3.3% y un periodo de recuperación de inversión de diez meses y trece días.

VI. CONCLUSIONES

Para empezar con la parte del desarrollo fue esencial obtener las necesidades de la empresa realizadas a través de una entrevista, esto llevó a guiarse de ciertas características similares a los datos obtenidos de vehículos en circulación, logrando definir valores como punto de partida de la metodología del diseño del prototipo.

Para la elección del diseño conceptual y la alternativa de configuración más adecuado del prototipo por medio de una matriz de selección se apoyó en la hipótesis de los diseñadores y dio a conocer las ventajas y desventajas que pasaría el nuevo diseño teniendo muy en cuenta los datos dado por el cliente.

Se analizó paramétricamente las variables de desempeño del prototipo a través del análisis paramétrico se logró determinar el valor de las variables.

El material ATM 36 para el chasis del prototipo logra un mejor comportamiento a comparación de otros materiales, por medio de simulaciones en el software ANSYS el cual ayudaría a lograr un mejor diseño para la geometría, visualizando el comportamiento de las cargas provocadas por cada componente que conforman al vehículo, logrando estimar un factor de seguridad de 5.78 para el chasis.

En la selección de componentes se considera el resultado numérico y analítico, obteniendo el espesor o diámetro de la estructura y los elemento estándares de los cálculos obtenidos. Para la elaboración de planos se hace uso del software de modelado CAD, presentando el resultado de los planos en el Anexo 8.

El análisis económico arrojó que para este tipo de diseño el periodo de recuperación es de 11 meses redondos, con un valor de TIR en un 3.3% y un VAN de S/. 13,476.89 demostrando la posible manufacturación del prototipo.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al usuario adaptar al vehículo híbrido en serie un cargador de baterías para mejorar la autonomía eléctrica y a su vez establecer en su hogar una infraestructura de carga para su vehículo eléctrico, ya sea alimentada por la RED o alguna fuente energética renovable (eólica, fotovoltaica, etc).

El Estado debería de implementar, sugerir o aprobar proyectos donde se construyan más zonas de carga, no solo en la capital o en ciudades importantes de la zona costera del Perú, sino también en lugares aledaños a salidas de cada respectiva ciudad y así evitar al usuario por alguna ansiedad de autonomía. Esto ayudaría al impulso de transformar vehículos de combustión a eléctricos y a su vez a la adquisición de vehículos eléctricos puros de alguna concesionaria.

El Perú en nuestra actualidad no tiene un impedimento legal para hacer uso de unidades móviles eléctricas donde ni se define un estándar con lineamientos específicos con respecto a las características técnicas de los vehículos, cabe resaltar que las entidades del estado son las idóneas para el inicio de la implementación según el decreto supremo DS-EM-022-2020 donde Osinerning se establece como la entidad responsable de implementar una base técnica para este tipo de vehículos.

REFERENCIAS

1. **NATIONAL OCEANIC & ATMOSPHERIC ADMINISTRATION.** Earth System Research Laboratories. Global Monitoring Laboratory. *Carbon Cycle Greenhouse Gases*. [Online] 2022. [Cited: 10 17, 2022.] <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>.
2. **AGREEMENT, Paris.** Paris agreement. *Report of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (21st Session, 2015: Paris)*. Retrived December. s.l. : HeinOnline, 2015, Vol. 4, p. 2017.
3. **CLIMATE WATCH.** Washington, DC: World Resources Institute. *Global Historical Greenhouse Gas Emissions data (1990-2019)*. [Online] 2022. [Cited: Octubre 22, 2022.] <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>.
4. *Design and development of an hybrid light commercial vehicle.* **MILLO, F, et al.** s.l. : Elsevier, 2017, Energy, Vol. 136, pp. 90-99. 0360-5442.
5. **STATISTA RESEARCH DEPARTMENT.** Statista. *Número de registros de vehículos ligeros híbridos (HEV) en algunos países de América Latina y el Caribe en 2021*. [Online] 2022. [Cited: Abril 12, 2022.] <https://es.statista.com/estadisticas/1182982/registros-vehiculos-ligeros-hibridos-america-latina-pais/>.
6. —. Statista. *Los vehículos eléctricos en América Latina – Datos estadísticos*. [Online] 2022. [Cited: Agosto 31, 2022.] <https://es.statista.com/temas/7203/e-mobility-en-america-latina/>.
7. **ASOCIACIÓN AUTOMOTRIZ DEL PERÚ.** *Continúa crecimiento de venta de vehículos eco-amigables durante primer semestre del 2022*. [Online] Julio 10, 2022. [Cited: Octubre 01, 2022.] <https://aap.org.pe/sunarp-continua-crecimiento-de-venta-de-vehiculos-eco-amigables-en-el-primer-semestre-del-2022/>.
8. *Develop of a fuel consumption model for hybrid vehicles.* **ZHANG, Yan Tao, et al.** s.l. : Elsevier, Marzo 01, 2020, Energy Conversion and Management, Vol. 207, p. 112546. 0196-8904.

9. *A systematic review of technologies, control methods, and optimization for extended-range electric vehicles.* **PUMA BENAVIDES, David Sebastian, et al.** 15, s.l. : MDPI, Julio 31, 2021, Applied Sciences, Vol. 11, p. 7095.
10. *Análisis comparativo del rendimiento técnico y económico entre un vehículo híbrido (prius c) y un vehículo convencional (yaris gli 1.5 a/t).* **AYASTA CASIANO, César José Manuel.** Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018, p. 98.
11. *Design and analysis of a light electric vehicle.* **LIN, Chang Sheng, et al.** 1, Göttingen, Germany : Copernicus Publications, Marzo 31, 2021, Mechanical Sciences, Vol. 12, pp. 345-360.
12. *Electric vehicle energy consumption modelling and estimation—A case study.* **MIRI, Ilyès, FOTOUHI, Abbas and EWIN, Nathan.** 1, s.l. : Wiley Online Library, 2021, International Journal of Energy Research, Vol. 45, pp. 501-520.
13. *Review of Positive and Negative Impacts of Electric Vehicles Charging on Electric Power Systems.* **NOUR, Morsy, et al.** 18, s.l. : MDPI, Setiembre 08, 2020, Energies, Vol. 13, p. 4675. 1996-1073.
14. *Metodología para estimar la velocidad angular de un motor de inducción instalado en un vehículo eléctrico.* **SABANA PADILLA, José Carlos.** Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, Diciembre 07, 2018, Tesis para optar el Título de Ingeniero Eléctrico , p. 57.
15. *Control de Tracción para un Vehículo Eléctrico basado en Observadores no Lineales.* **ALIAGA, Diego Andrés, MEGALLÁN, Guillermo Andrés and DE ANGELO, Cristian Hernan.** 1, s.l. : Comite Espanol Automatica Cea, Diciembre 05, 2017, Revista Iberoamericana de Automatica E Informatica Industrial, Vol. 15, pp. 112-123. 1697-7912.
16. *Modelado y virtualización de un vehículo eléctrico autónomo de inspección de cultivos.* **MOREANO SANCHEZ, Gabriel.** Madrid : Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad Politécnica de Madrid, Marzo 09, 2017, Trabajo Fin de Máster para la obtención del título de Máster Universitario en Automática y Robótica, p. 130.
17. *Design and development of the Sunswift eVe solar vehicle: a record-breaking electric car.* **PATERSON, Sam, et al.** 14, s.l. : SAGE Publications Sage UK: London,

England, 2016, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, Vol. 230, pp. 1972-1986.

ANEXOS

ANEXO N°1. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 17. Operacionalización de variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Velocidad de desplazamiento del vehículo	Magnitud física de carácter vectorial que expresa la distancia recorrida por un objeto por unidad de tiempo.	Es el rango de velocidad nominal alcanzada por el vehículo para el estudio y cálculos de Potencia.	Metros por segundo (ms/) o Kilometros por hora (Km/h)	De razón
	Autonomía del vehículo	Es la distancia recorrida por ciclo de carga de la batería. (Soylu, 2011)	Distancia recorrida por cada ciclo de carga del banco de baterías a velocidad y torque constante.	Distancia recorrida (km)	De razón
VARIABLE DEPENDIENTE	Potencia	Es una cantidad determinada de trabajo efectuado de alguna manera en una unidad de tiempo determinada.	Se refiere a la velocidad con que es aplicada el torque y el motor que aplica esta fuerza.	Vatio (W), Kilovatio (kW) o Caballo de fuerza (HP)	De razón
	Consumo de combustible	Son los litros de gasolina que emplea un vehículo en recorrer una determinada distancia. (Renting Finders)	Cantidad de combustible consumido por el prototipo, para cargar el banco de baterías respecto al consumo típico de un vehículo híbrido.	Consumo de combustible por segundo	De razón

ANEXO N°2. MODELO DE ENTREVISTA VACÍO.

ENTREVISTA N° 1

Entrevista para recolectar información para el diseño de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

La información obtenida en la presente entrevistas se empleará para definir las especificaciones de diseño del prototipo vehicular híbrido.

Apellidos y Nombres :
Cargo :
Empresa : SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA
Ejecutado por : CHICLOTE PASTOR FRANCOIS
MARIN GONZALES KEVIN
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÀNICA ELÈCTRICA

Aspecto técnico

1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común.

- () Camionetas
- () Camiones
- () Autos

2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

Aspecto de diseño

7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serian razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la más importante y 4 a la menos importante.

- () Seguridad
- () Confiabilidad
- () Economía
- () Autonomía

Aspecto económico

10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

ANEXO N°3. ENTREVISTAS APLICADAS EN LA EMPRESA SERVICIOS ELÉCTRICOS HUMAGA.

ENTREVISTA N° 1

Entrevista para recolectar información para el diseño de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

La información obtenida en la presente entrevistas se empleará para definir las especificaciones de diseño del prototipo vehicular híbrido.

Apellidos y Nombres : *Marín García, Humberto.*
Cargo : *Gerente General.*
Empresa : SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA
Ejecutado por : CHICLOTE PASTOR FRANCOIS
MARIN GONZALES KEVIN
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común.

(2) Camionetas

(3) Camiones

(1) Autos

2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

30 Km por hora

45 Km como máximo

3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

la contaminación está en aumento.
Recomiendo que sino se puede dis-
minuir, al menos que se empiece
a controlar el grado de contaminación

4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

Invierno - lluvias torrenciales
Verano - altas temperaturas
45°C.

5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

Si, menos contaminación, menos ruidos
menos dimensiones (tamaño del vehículo)

6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

30 kilometros, Gasolina
45 kilometros, DIESEL.

Aspecto de diseño

7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

Eléctricas y mecánicas

8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serían razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

potencia 30 HP o CV.
velocidad 45 KmH.
50 Km.
Peso 400 kg. y carga útil 100kg

9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la mas importante y 4 a la menos importante.

- Seguridad
- Confiabilidad
- Economía
- Autonomía

Aspecto económico

10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

14.8 S/. por Galón

11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

20.000.- Soles

ENTREVISTA N° 1

Entrevista para recolectar información para el diseño de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

La información obtenida en la presente entrevistas se empleará para definir las especificaciones de diseño del prototipo vehicular híbrido.

Apellidos y Nombres : Molina Pérez Yelson

Cargo : Técnico Electromecánico

Empresa : SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA

Ejecutado por : CHICLOTE PASTOR FRANCOIS
MARIN GONZALES KEVIN

Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común.

- (2) Camionetas
- (3) Camiones
- (1) Autos

2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

LA VELOCIDAD PROMEDIO VARIA DE 30 A
40 KM/H Y LA VELOCIDAD MAXIMA DE 60 KM/H.

3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

CONSIDERO QUE ESTA EN UN NIVEL MEDIO
DEVIDO A QUE EXISTE BASTANTE VEHICULO
MOTORIZADO Y ESO GENERA MAS
CONTAMINACION EN LA CIUDAD.

4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

EN VERANO ESTAN EXPUESTOS AL EXCESIVO
CALOR (42°) YA QUE ES UNA ZONA
BEN CALUROSA.
EN INVIERNO ESTAN EXPUESTOS A LAS
CONSTANTES LLUVIAS QUE SE DAN
POR LA ZONA.

5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

SI, EN UN VEHICULO QUE AYUDARIA
A CONTAMINAR MENOS EL PLANETA Y A
QUE YURIMAGOAS SEA UNA CIUDAD MAS LIMPIA

6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

NORMALMENTE SE PODRÍA RECORRER ENTRE
30 Y 40 KM/H.

Aspecto de diseño

7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

ACTUALMENTE LO QUE MAS SE IMPLEMENTA
SON SISTEMAS ELECTRONICOS YA QUE
VAN DE ACUERDO CON LA TECNOLOGIA
ACTUAL.

8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serian razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

POTENCIA : ENTRE 50 a 100 CV.
VELOCIDAD : ENTRE 60 a 100 KM/H.
AUTONOMÍA: EN ENERGIA SOLAR ENTRE 50 KM/H.
PESO : ENTRE 1000 a 1800 KILOS.
CARGA UTIL :

9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la más importante y 4 a la menos importante.

- (2) Seguridad
- (3) Confiabilidad
- (4) Economía
- (1) Autonomía

Aspecto económico

10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

EL COSTO PROMEDIO DE LA GASOLINA
ES DE S/23.00 EL GALON DE 90 OCTANOS.

11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

CONSIDERO QUE DEBE ESTAR ENTRE
40 A 60.000 NUEVOS SOLES.

ENTREVISTA N° 1

Entrevista para recolectar información para el diseño de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

La información obtenida en la presente entrevistas se empleará para definir las especificaciones de diseño del prototipo vehicular híbrido.

Apellidos y Nombres : CARDENAS VASQUEZ ALEXANDER
 Cargo : TECNICO - ELECTROMECANICO
 Empresa : SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA
 Ejecutado por : CHICLOTE PASTOR FRANCOIS
MARIN GONZALES KEVIN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común.

- (2) Camionetas
- (3) Camiones
- (1) Autos

2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

30 KM/H.

3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

EL TEMAS DE LA CONTAMINACION EN YURIMAGUAS ES
UN TEMAS MUY IMPORTANTE YA QUE HAY MUY BUENA
CANTIDAD DE VEHICULOS QUE CONTAMINAN EL MEDIO AMBIENTE

4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

LAS CONDICIONES CLIMATICAS MAS EXTREMAS SON EN
VERANO POR EL MUCHO CALOR Y EL INVIERNO POR
EL MAL ESTADO DE LAS CARRETERAS.

5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

SI POR QUE SEGUN LA INFORMACION SON
VEHICULOS MUY RACIONALES EN CONSUMIBLE

6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

COMO 35 KM X GALON

Aspecto de diseño

7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

UNA BUENA TRACCION MECANICA, BUENAS LLANTAS

Y UN BUEN AIRE ACONDICIONADO

8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serian razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

MÁS QUE TODO CARGA ÚTIL POR QUE ES UNA

ZONA CON BASTANTE PRODUCCION AGRICOLA Y MINERAS

9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la más importante y 4 a la menos importante.

- (1) Seguridad
- (2) Confiabilidad
- (3) Economía
- (4) Autonomía

Aspecto económico

10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

EL COSTO PROMEDIO DE LA GASOLINA ES DE
18 SOLES LA DE 90 LITROS

11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

60 MIL SOLES

ENTREVISTA N° 1

Entrevista para recolectar información para el diseño de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

La información obtenida en la presente entrevistas se empleará para definir las especificaciones de diseño del prototipo vehicular híbrido.

Apellidos y Nombres : *Fernández Mori, Miguel E.*
 Cargo : *Tec. Mec. Automóvil*
 Empresa : SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA
 Ejecutado por : CHICLOTE PASTOR FRANCOIS
 MARIN GONZALES KEVIN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común.
 - (3) Camionetas
 - (2) Camiones
 - (1) Autos
2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

MEGENO = 25 Km/h. MAXIMO = 50 Km/h.

3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

*Para habitar de contaminación, quisimos que fuera primero
responsabilidad para evitar el menor riesgo de ser afectados.*

4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

- 1.- Verano.*
- 2.- Primavera*
- 3. Otoño.*
- 4.- Invierno.*

5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

No.

6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

6 GALONES.

Aspecto de diseño

7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

Tener la confianza y el confort necesario para que el cliente entre en su plena confianza con la tecnología para este tipo de carros.

8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serían razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

Tener la tecnología necesaria y una infinita capacidad constructiva para el cliente pueda entrar al mundo de estos vehículos.

9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la más importante y 4 a la menos importante.

- (2) Seguridad
- (3) Confiabilidad
- (1) Economía
- (4) Autonomía

Aspecto económico

10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

S/ 22.00 Costos de 90.
S/ 19.00 Petrolco Costos.

11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

Tendría que ser de acuerdo a la necesidad o utilización
en que sea útil.

ENTREVISTA N° 1

Entrevista para recolectar información para el diseño de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga

17

La información obtenida en la presente entrevistas se empleará para definir las especificaciones de diseño del prototipo vehicular híbrido.

Apellidos y Nombres : Huanca Zuzita Danner Luis
Cargo : Técnica electricista
Empresa : SERVICIOS ELECTRICOS HUMAGA
Ejecutado por : CHICLOTE PASTOR FRANCOIS
MARIN GONZALES KEVIN
Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Escuela : ING. MECÁNICA ELÉCTRICA

Aspecto técnico

1. Qué tipo de vehículos son los más comunes en la ciudad de Yurimaguas. Enumerar en los paréntesis del 1 al 3, donde 1 equivale al más común y 3 al menos común.

- (2) Camionetas
- (3) Camiones
- (1) Autos

2. De su experiencia ¿Cuál es la velocidad promedio y la velocidad máxima en la que un vehículo se puede movilizar dentro de la ciudad de Yurimaguas? Mencionar un valor aproximado.

30km/h Promedio

50km/h Maxima

3. ¿Desde su perspectiva como considera el tema de la contaminación en la ciudad de Yurimaguas? Comente brevemente su opinión.

18

una contaminación regular en la contaminación
ambiental y de los rios.

4. Desde su punto de vista, ¿Cuáles son las condiciones climáticas más extremas a las que están más expuestos los vehículos en la ciudad de Yurimaguas? Describa brevemente según las estaciones: verano, otoño, primavera e invierno o como crea conveniente.

Verano, en un lugar donde hace bastante calor
el mayor tiempo del año.

5. ¿En el caso de que el parque automotor de vehículos híbridos se masifique en la ciudad de Yurimaguas usted estaría dispuesto a conseguir un vehículo híbrido? Si la respuesta es sí comente alguna de sus razones.

Si, porque el sol es bastante fuerte.

6. De su experiencia profesional ¿Cuál cree que es la distancia promedio que un vehículo convencional puede recorrer por galón de combustible en la ciudad de Yurimaguas?

19

35 Km/gal.

Aspecto de diseño

7. Desde su opinión ¿Qué funciones básicas o adicionales (ya sea mecánicas, eléctricas o electrónicas) deberían tener los vehículos híbridos para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos?

debería tener un sistema de refrigeración para el motor para mayor durabilidad.

8. Para parámetros como potencia, velocidad, autonomía, peso, carga útil, etc. ¿Qué valores o rango de valores serían razonables desde su perspectiva para que un vehículo híbrido sea comparable a los vehículos típicos en la ciudad de Yurimaguas?

que tenga potencia lo principal que debería tener un vehículo.

9. De las características que se presentan a continuación enumerar, a su criterio, del 1 al 4 según el nivel de importancia para el diseño de un vehículo híbrido; donde 1 equivale a la mas importante y 4 a la menos importante.

- (1) Seguridad
- (3) Confiabilidad
- (2) Economía
- (4) Autonomía

Aspecto económico

10. En la ciudad de Yurimaguas ¿Cuál es el costo promedio de la gasolina?

20 soles

11. Comparando a los vehículos comerciales ¿Cuál cree que sería un costo razonable para un vehículo híbrido?

100.00 soles

Anexo 4. Características varios vehículos en circulación

PRESENTACIÓN				
Marca	Daewoo	Toyota	Toyota	Toyota
Modelo	Tico	Tercel	Tercel	Corolla
Generación	Tico (KLY3)	Tercel (EL41)	Tercel (AC52)	Corolla Wagon (E10)
Motor	0.8 (48 Hp)	1.5 i 16V (115 Hp)	1.5 i (94 Hp)	1.3 XLI 16V (88 Hp)
Puertas	5	3	4	5
Potencia	48 HPW	115HPW	94 HPW	88 HPW
Velocidad máxima	143 m/h		180 km/h	175 Km/hh
Aceleración desde parado hasta 100 kmh	17 seg		15 seg	11.5 seg
Capacidad del tanque de combustible	30 Litros	45 Litros	45 Litros	50 Litros
Tipo de carrocería	Hatchback	Hatchback	Sedán	Familiar
Asientos	4	5	5	5
Longitud	3340 MM	3930 MM		4260 MM
Ancho	1400 MM	1645 MM		1685 MM
Alto	1395 MM	1365 MM		1460 MM
Distancia entre ejes	2335 MM	2380 MM		2465 MM
Vía delantera	1220 MM	1400 MM		1460 MM
Vía trasera	1200	1395		1450
Luz	160 MM			
Consumo de combustible (economía) - urbano	6.9 Litros/100 km			
Consumo de combustible (economía) - extra urbano	5.5 Litros/100 km			
Consumo de combustible (economía) - combinado		5.4 Litros/100 km		6.9 Litros/100 km
Peso	640 kilos	910 kilos		1035 kilos
Peso máximo	915 kilos	1185 kilos		1555 kilos

Volumen máximo de equipaje	1050 litros			713 litros
Volumen mínimo de equipaje	145 litros			394 litros

	MOTOR			
Posición del motor	Anterior, transversalmente	Anterior, transversalmente	Anterior, transversalmente	Anterior, transversalmente
Capacidad del motor	796 cm ³	1497 cm ³		1299 cm ³
Potencia máxima en	5000 rpm	6600 rpm		6000 rpm
Torsión	64/3000 Nm	135/3200 Nm		123/4400 Nm
Sistema de combustible	Carburador	Inyección multipunto	Inyección multipunto	Inyección multipunto
Turbina				
Posición de cilindros	En línea	En línea	En línea	En línea
Número de cilindros	3	4	4	4
Diámetro de cilindros	68.5 MM	74 MM		75 MM
Carrera en el cilindro	72 MM	87 MM		73.5 MM
Relación de compresión	9	9.8		10.5
Número de válvulas por cilindro	2	4		4
Tipo de combustible	Gasolina A-95	Gasolina A-95	Gasolina A-98	Gasolina A-95
Modelo de motor			5efe	

	FRENOS			
Accionamiento de las ruedas	Anterior	Anterior	Anterior	Anterior
ABS		Sí	Sí	Sí
Tipo de dirección	Cremallera de dirección	Cremallera de dirección	Cremallera de dirección	Cremallera de dirección
Frenos delanteros	Disco	Disco	Disco ventilado	Disco ventilado
Frenos traseros	Tambor	Tambor	Tambor	Tambor

Tren de válvulas	OHC	DOHC		DOHC
------------------	-----	------	--	------




CONDUCCIÓN				
Tamaño de neumáticos	135R12	175/65 R13 S		165/70 R14 T
Tamaño de llantas	4.5 J			
Número de cambios (caja de cambios mecánica)	5	4	5	5
Círculo de giro mínimo (diámetro de giro)	8.8 metro	9 metro		
Dirección asistida				Dirección Hidráulica

TRANSMISIÓN				
Suspensión delantera	El estante de depreciación	Horquilla		El estante de depreciación
Suspensión trasera	Resorte helicoidal	Resorte helicoidal		El estante de depreciación
Número de cambios (caja de cambios automática)		4		

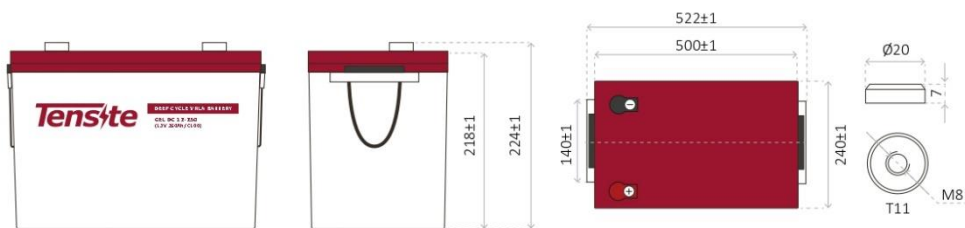
ANEXO N°5. Ficha técnica de la batería



CARACTERÍSTICAS

-  Tamaño compacto ideal para cualquier tipo de uso.
-  Gran rendimiento debido a su ciclo de vida de descarga profunda.
-  Ideado para instalaciones fotovoltaicas.

DIMENSIONES



Tensite
info@tensite-energy.com
www.tensite-energy.com

V-ES-1

BATERÍA DE GEL 12V 250 AH

BATERÍA SERIE GEL

Las baterías de la serie GEL están fabricadas con separadores especiales y gel de sílice que mantiene los electrolitos dentro de la batería. La tecnología de gel sílice ayuda a que las baterías duren más tiempo y funcionen mejor en diferentes temperaturas. La vida útil del ciclo de descarga puede durar un 50% más en comparación con las baterías normal.



APLICACIÓN

- Sistema de energía de emergencia
- Equipos de comunicación
- Sistemas de telecomunicaciones
- Fuente de energía ininterrumpida
- Herramientas eléctricas
- Equipo marino
- Equipo médico
- Sistema de energía solar y eólica

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Sellado de seguridad
- Tecnología antiderrames
- Alta densidad de potencia
- Excelente recuperación de descarga profunda
- Placas gruesas y materiales altamente activos
- Mayor vida útil y diseño de baja autodescarga

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO DE BATERÍA	Voltaje nominal		12V	
	Capacidad nominal (100 Horas)		250Ah	
	Células por batería		6	
DIMENSIONES	Longitud	Ancho	Altura	Altura total
	522 mm	240 mm	218 mm	224 mm
PESO APROXIMADO	57.0 kg ± 3%			
CAPACIDAD@ 25°C	10 Horas (20.0A)	5 Horas (34.6A)	3 Horas (52.4A)	1 Hora(122.8A)
	200.0 Ah	173.0 Ah	157.2 Ah	122.8 Ah
CORRIENTE DE DESCARGA MÁX	2000 A (5 seg.)			
RESISTENCIA INTERNA	Cargado por completo Vat 25°C: Aprox. 2.1mΩ			
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CAPACIDAD(10 HR)	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
MÉTODO DE CARGA @25°C	Rango de voltaje de carga (Bulk)		Rango de voltaje de flotación (Float)	
	14.1-14.4V (Corriente de carga inicial inferior a 27A)		13.50-13.80V	

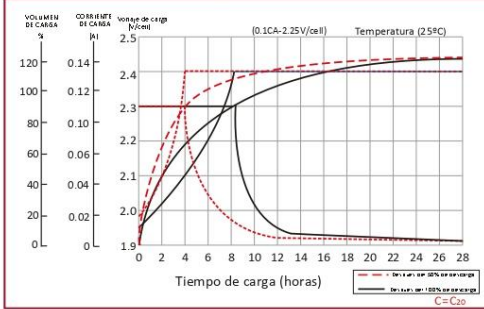
TABLA DE DESCARGA DE BATERÍA

CORRIENTE CONSTANTE (AMP) Y POTENCIA CONSTANTE (WATT) TABLA DE DESCARGA A 25 °C

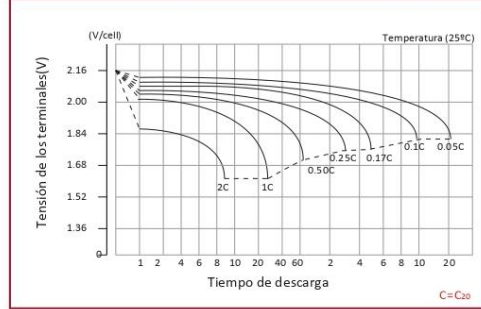
F.V/ TIME		10 min	15 min	30 min	60 min	3 h	5 h	10 h	20 h
1.80	A	431.78	328.03	221.51	124.13	51.99	35.75	19.66	10.61
	W	781.95	606.20	411.12	231.26	97.48	67.83	38.61	20.92
1.75	A	447.38	334.65	225.81	129.03	53.76	36.56	20.00	10.75
	W	816.90	624.13	424.30	242.85	101.61	69.97	39.60	21.38
1.70	A	474.56	347.89	229.04	129.55	54.30	37.14	20.42	11.02
	W	876.98	654.40	434.03	247.31	104.10	71.99	40.92	22.10
1.65	A	484.12	356.72	231.19	130.20	55.10	37.84	20.92	11.40
	W	900.94	678.84	442.96	237.87	106.69	74.01	42.45	23.22
1.60	A	503.24	367.75	236.56	131.10	56.45	39.12	21.80	11.82
	W	943.57	704.25	457.05	255.38	110.20	77.06	44.71	24.41

CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA

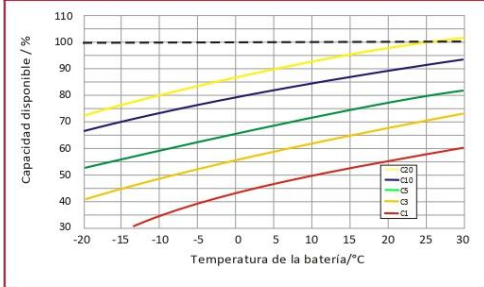
Características de carga en flotación



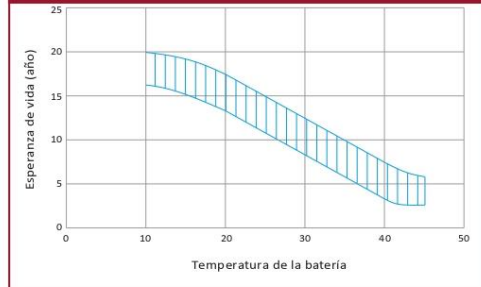
Características de descarga



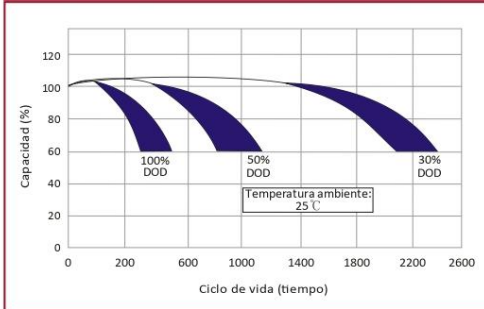
Influencia de la temperatura en la capacidad de la batería



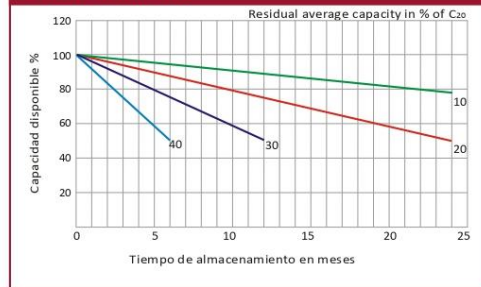
Vida útil de la batería en flotación en función de la temperatura



Ciclo de vida en relación con la descarga profunda



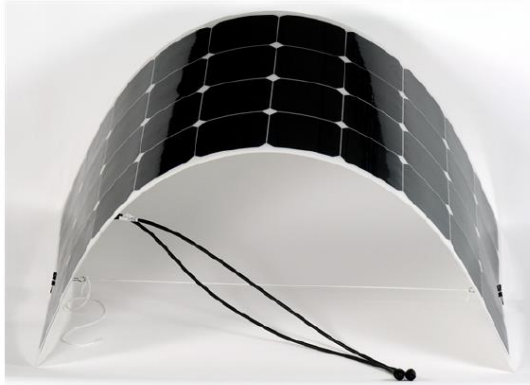
Capacidad disponible vs tiempo de almacenamiento



ANEXO N°6. Ficha técnica del panel solar

15/7/23, 10:30

Panel solar flexible de 60W - 24V - Todo en energía solar



Panel solar flexible de 60W - 24V

N.º de producto: 676.01.04.SDSZ-60-2

172,00 €

IVA incluido y envío gratis a la península.

1

Añadir a la cesta



Descripción

Panel solar flexible de 60W y 24V. Eficiencia de las células fotovoltaicas del 19.6%.
Totalmente adaptable.

**Panel solar flexible de 60W y 24V. Eficiencia de las células fotovoltaicas del 19.6%.
Adaptable a cualquier superficie.
Peso inferior a un kilo.
Garantía de 30 meses.**

Modelo	Flex060W24V
Máxima potencia (Pmax)	60W
Tensión a máx. potencia (Vmp)	35.2 V
Corriente a máx. potencia (Imp)	1.71 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	42.3 V
Corriente en circuito abierto (Isc)	1.86 A
Coef. temperatura Isc	2.2 mA/°C
Coef. temperatura Voc	-60.8 mV/°C
Coef. temperatura Pmax	-0.38 %/°C
Eficiencia de célula	No
Eficiencia módulo	19.60%
Tensión máx. sistema	-
Tolerancia de potencia	+ -5%
Temperatura nominal de la celda	-
Tamaño de célula (mm)	No



<https://www.todoensolar.com/Panel-solar-flexible-de-60W-24V>

1/2

15/7/23, 10:30

Panel solar flexible de 60W - 24V - Todo en energía solar

Número de células	64
Peso neto	0.93 kg
Dimensiones (Al*An*Pr)	725*535*3 mm
Marco	-
Cristal	-
Cable	-
Tipo de conector	No
Protección IP	No

Información de producto adicional

Google_Product_Category	Bricolaje > Energía renovable > Energía solar > Paneles solares
-------------------------	---

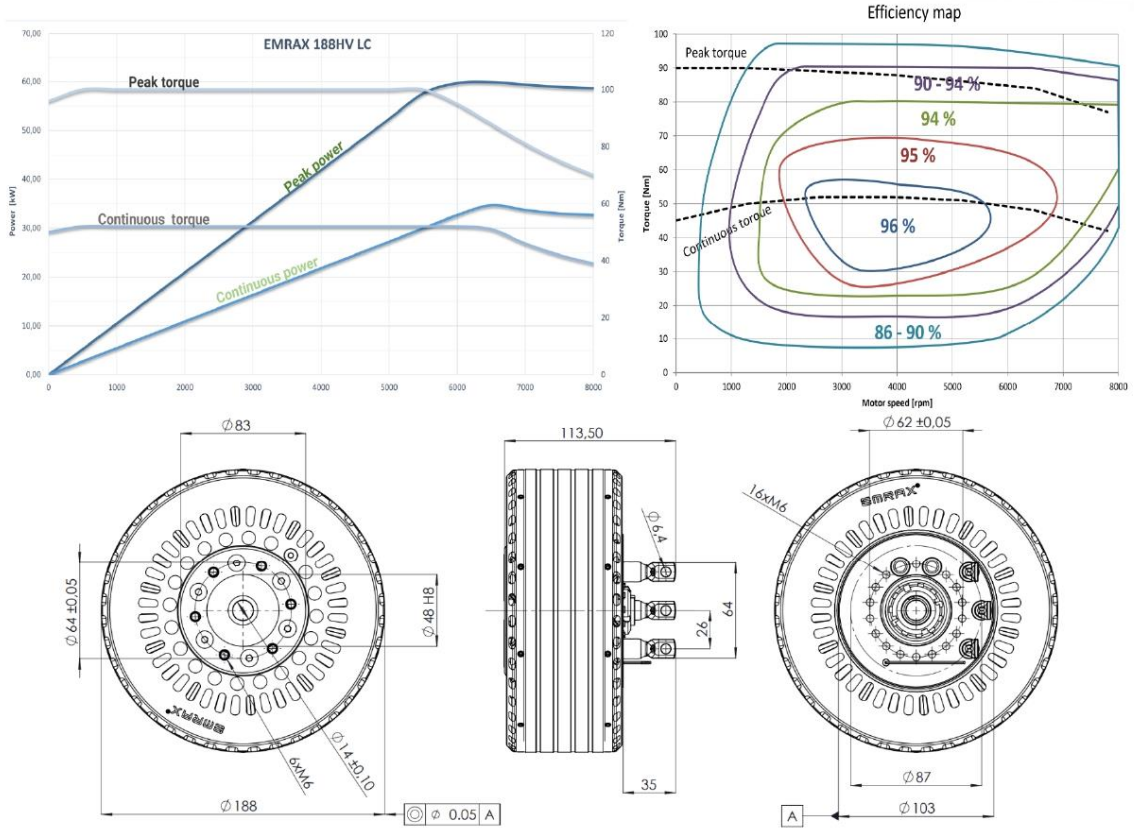
ANEXO N°7. Ficha técnica de la batería



EMRAX 188 is a compact axial flux permanent magnet synchronous electric motor with high power/torque density. Because of its low weight, it is ideal for VTOL, ultralight aviation, motorcycles, automotive and marine outboard applications. It has gained a favorable status among FSAE competitors.

EMRAX 188	
DIAMETER LENGTH	188 mm 79 mm
WEIGHT	7,1-7,9 kg
COOLING	air / water / combined
PEAK CONTINUOUS POWER	60 kW 37 kW*
PEAK CONTINUOUS TORQUE	100 Nm 56 Nm*
MAXIMUM SPEED	8000 RPM
OPERATING VOLTAGE	50 - 490 V
EFFICIENCY	up to 96%*
POSITION SENSOR	resolver / encoder

*Subject to motor configuration, drive cycle, thermal conditions, and controller capability.

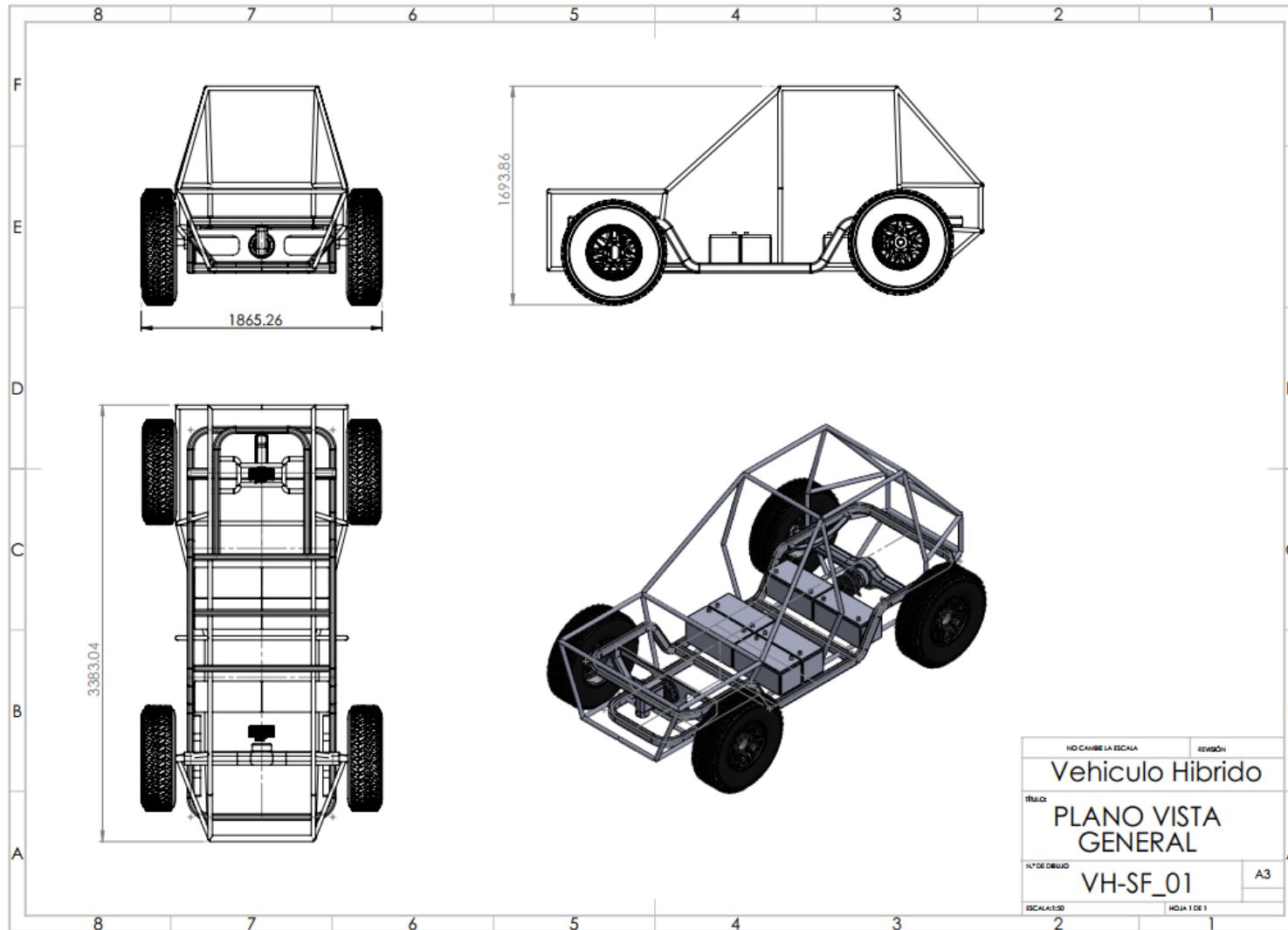


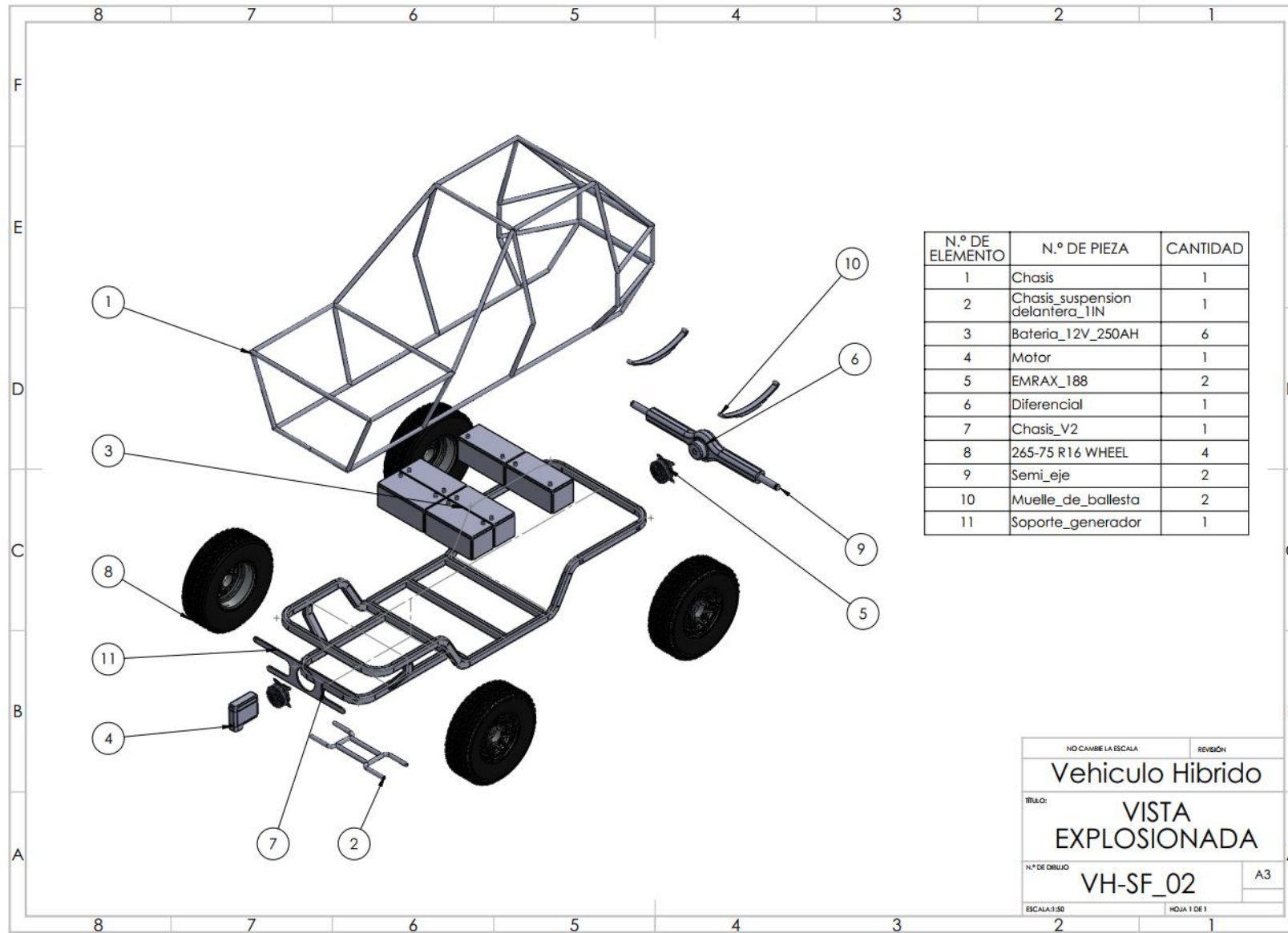
	EMRAX 188 High Voltage			EMRAX 188 Medium Voltage			EMRAX 188 Low Voltage		
AC = Air cooled LC = Liquid cooled CC = Combined cooled (Air + liquid)	AC	LC	CC	AC	LC	CC	AC	LC	CC
Ingress protection	IP21	IP65	IP21	IP21	IP65	IP21	IP21	IP65	IP21
Cooling specifications	ambient air 20°C 20 m/s	min. 6 l/min, max. 50°C	AC+LC*	ambient air 20°C 20 m/s	min. 6 l/min, max. 50°C	AC+LC*	ambient air 20°C 20 m/s	min. 6 l/min, max. 50°C	AC+LC*
Maximum motor temperature [°C]	120								
Motor connection type	UVW or 2x UVW			UVW or 2x UVW			UVW or 2x UVW		
Design voltage - nominal [V _{DC}]	490 Vdc			330 Vdc			120 Vdc		
Motor peak efficiency [%]	96%								
Peak power S2 2min [kW]	60 kW at 6500 RPM								
Continuous power S1 (kW)	27	34	37	27	34	37	27	34	37
Peak torque [Nm]	100								
Continuous torque [Nm]	40	52	56	40	52	56	40	52	56
Limiting speed [RPM]	8000								
Motor constant K _v	17,72			29,52			72,68		
Motor constant K _T	0,54			0,32			0,13		
Peak motor current [A _{RMS}]	190			310			900		
Continuous motor current [A _{RMS}]	100			160			400		
Internal phase resistance at 25 °C [mΩ]	14,37			5,04			1,02		
Induction between two phases [μH]	188,5			40,2			12,5		
Induced voltage [V _{RMS} /RPM]	0,04201			0,02521			0,01024		
Magnetic flux – axial [Vs]	0,03275			0,01965			0,00798		
Temperature sensor on the stator windings	KTY 81/210								
Number of pole pairs	10								
Winding configuration	star								
Rotor Inertia [kg*m ²]	0,00989								
Bearing configuration	6205 3204								
Weight [kg]	7,1	7,9	7,6	7,1	7,9	7,6	7,1	7,9	7,6

*Combined cooled motor (CC) requires cooling specifications from air and liquid cooled motors, to reach its specifications. It cannot only be cooled as an air-cooled motor. Every EMRAX motor requires sufficient air circulation. The motors should not be completely enclosed in any condition. Please check EMRAX motor manual to learn more. Performance in your application will depend on your installation details and boundary conditions. Please contact us to learn more.

Values given are for a standard 3 phase UVW version, please consult EMRAX on 2x UVW values.

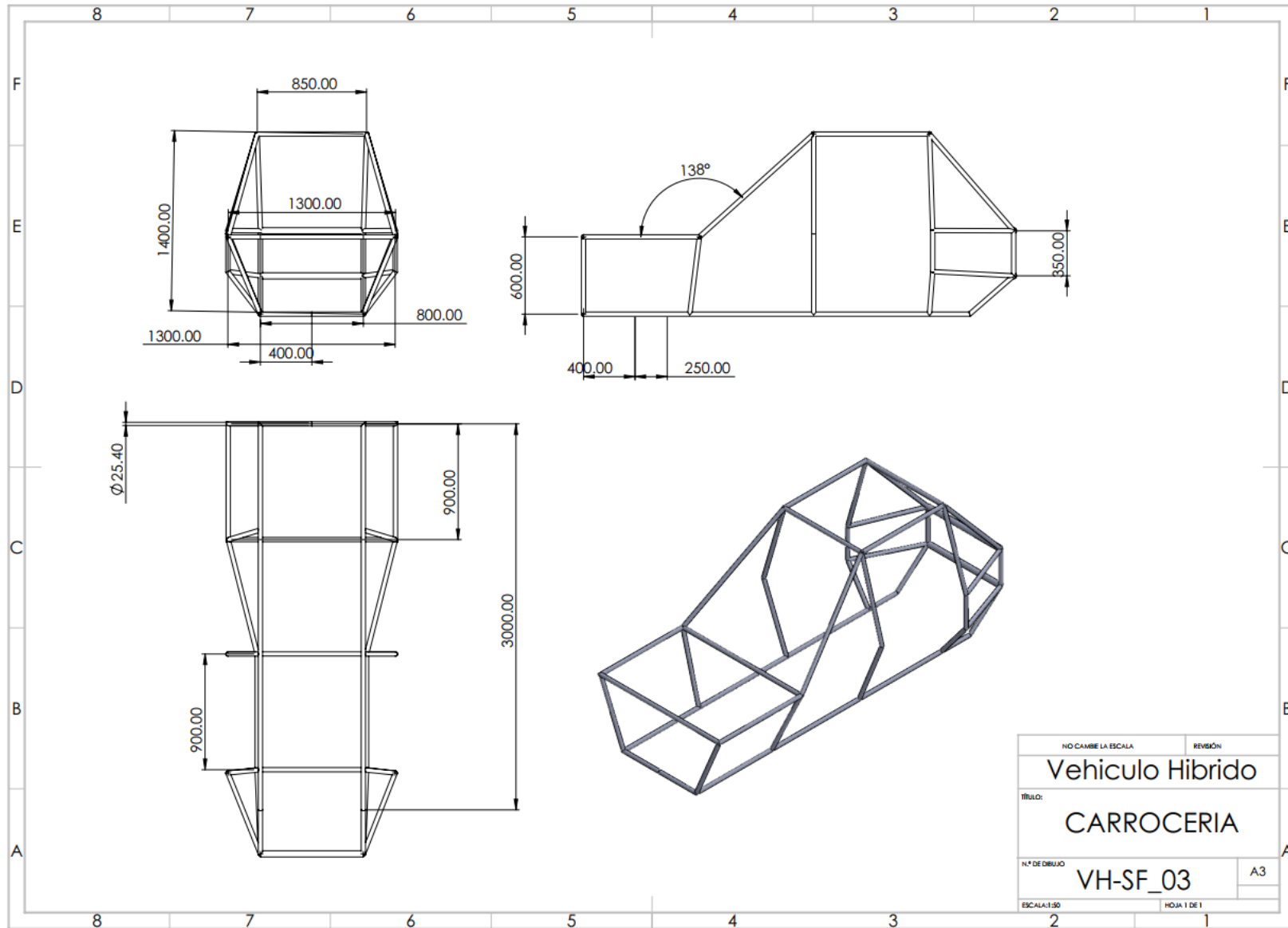
ANEXO N°8. Planos del vehículo híbrido

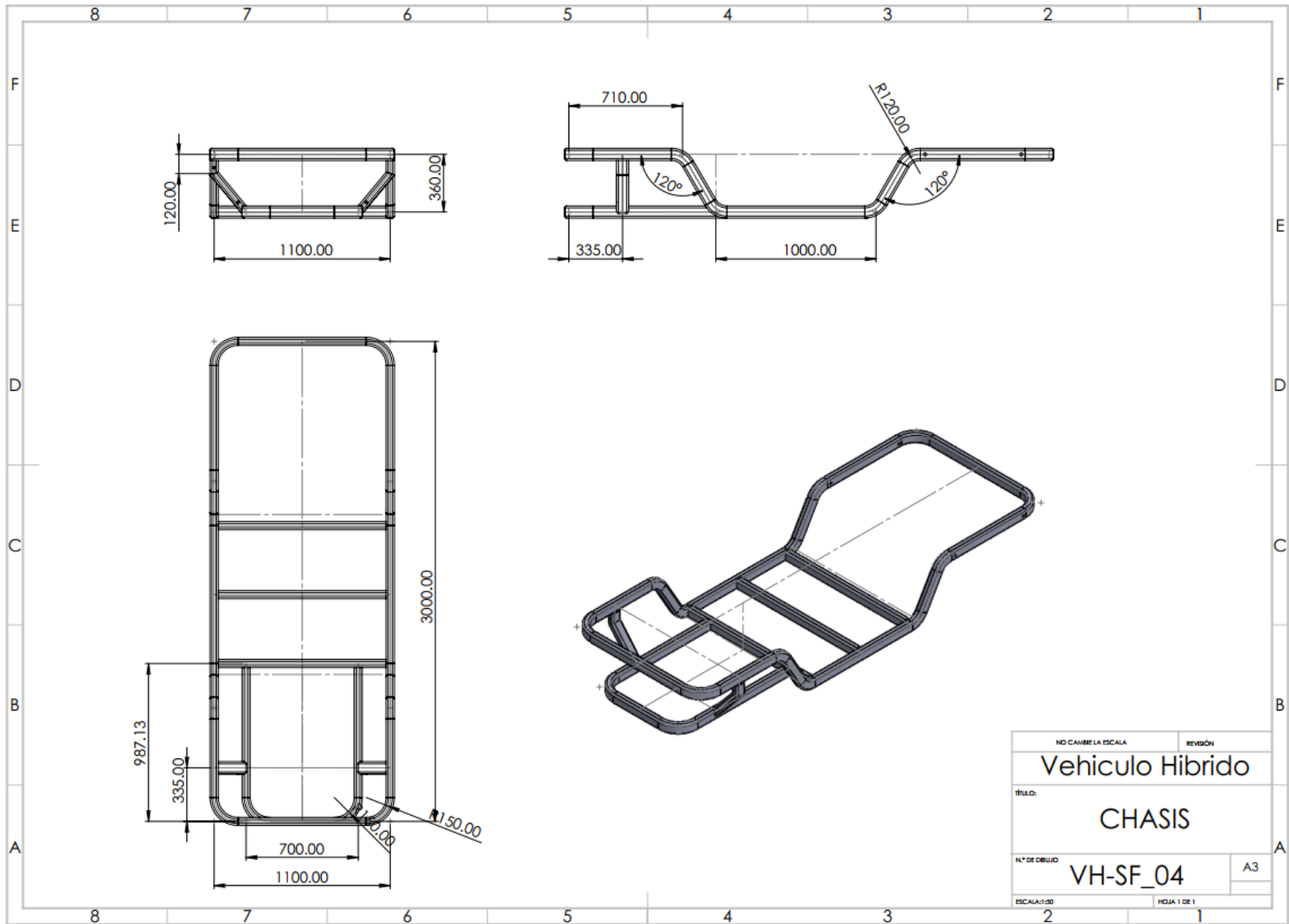


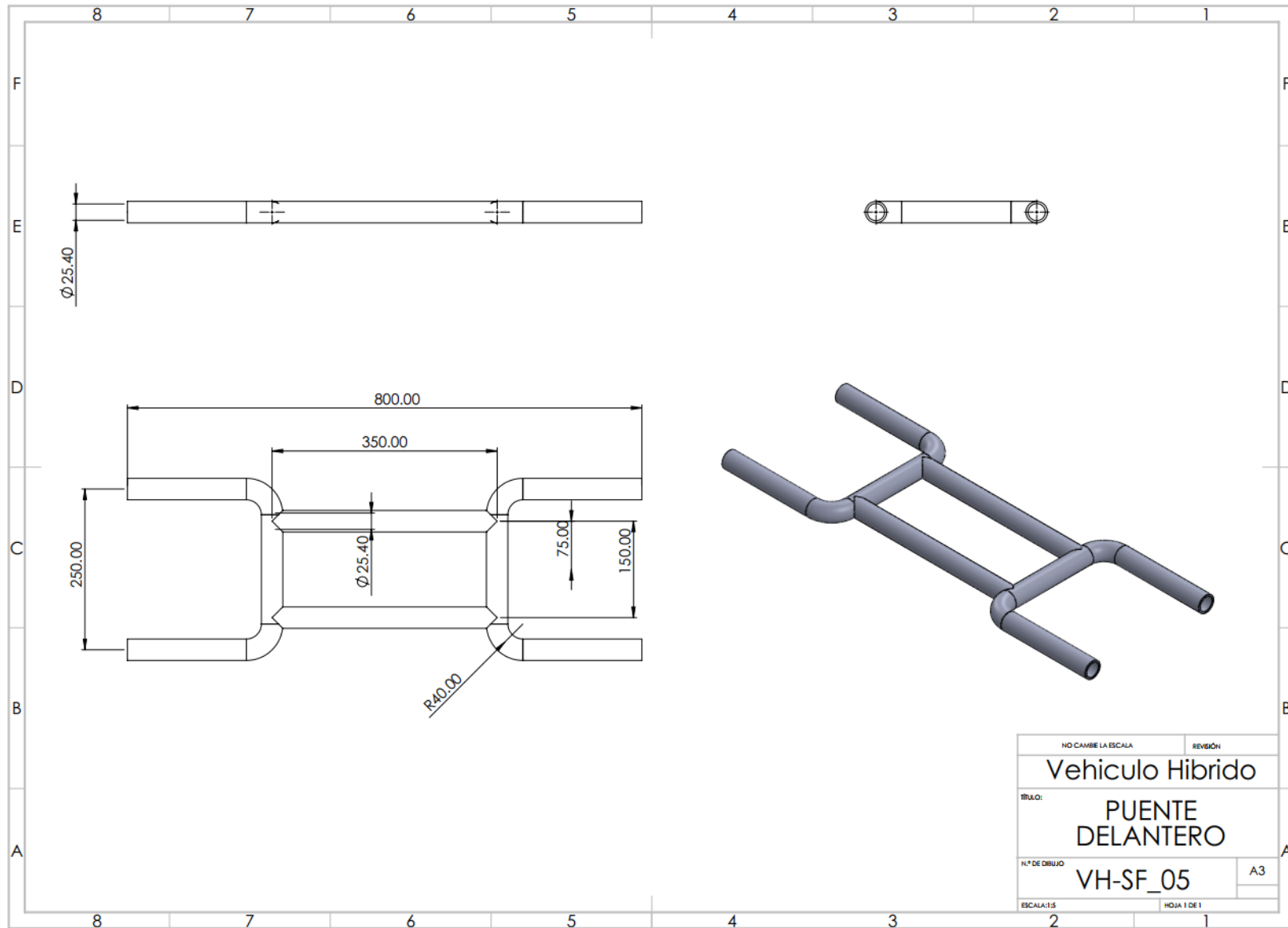


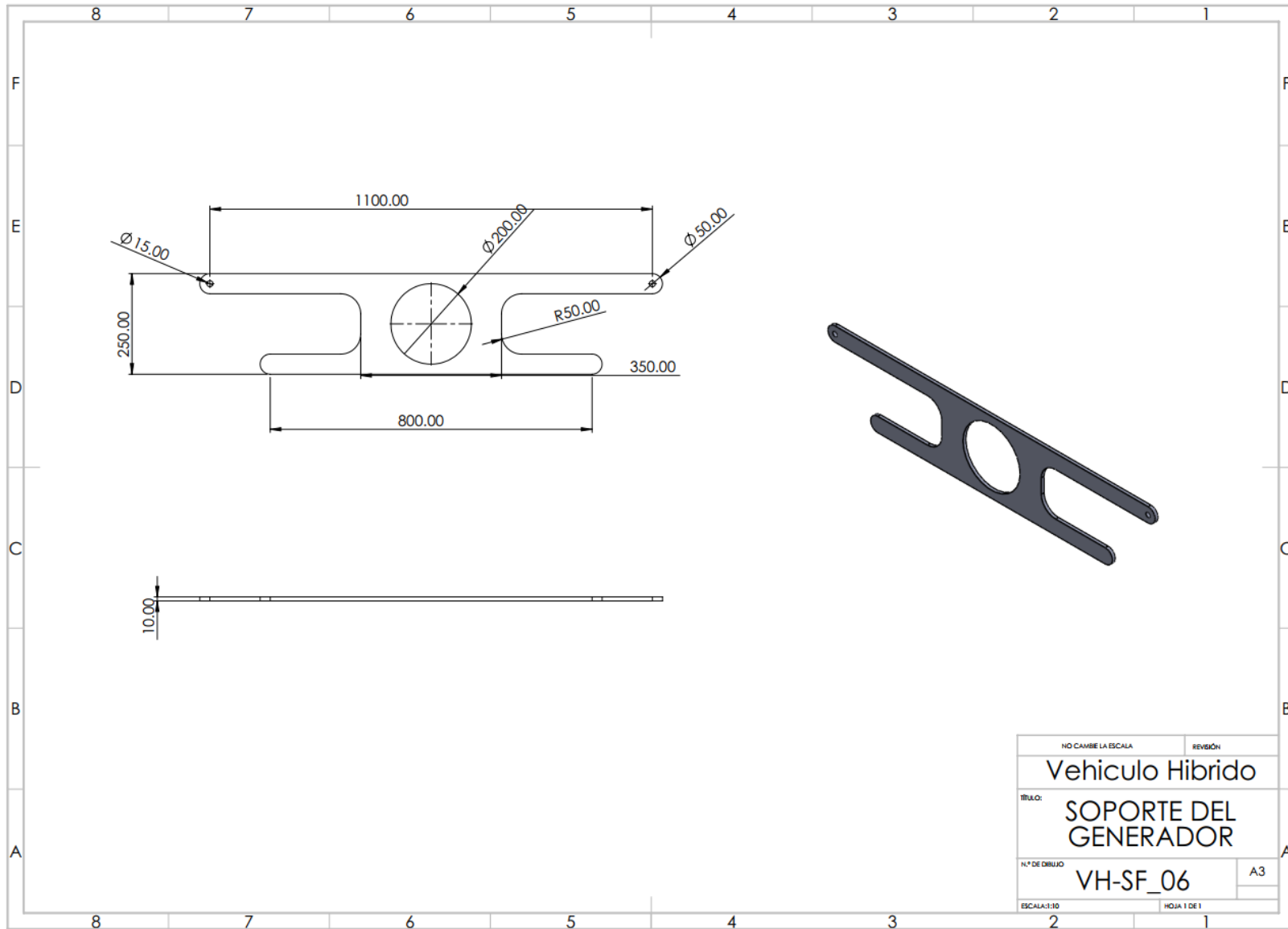
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Chasis	1
2	Chasis_suspension delantera_1IN	1
3	Bateria_12V_250AH	6
4	Motor	1
5	EMRAX_188	2
6	Diferencial	1
7	Chasis_V2	1
8	265-75 R16 WHEEL	4
9	Semi_eje	2
10	Muelle_de_ballesta	2
11	Soporte_generator	1

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Vehiculo Hibrido	
TÍTULO: VISTA EXPLOSIONADA	
N.º DE DIBUJO VH-SF_02	A3
ESCALA:1:50	HOJA 1 DE 1

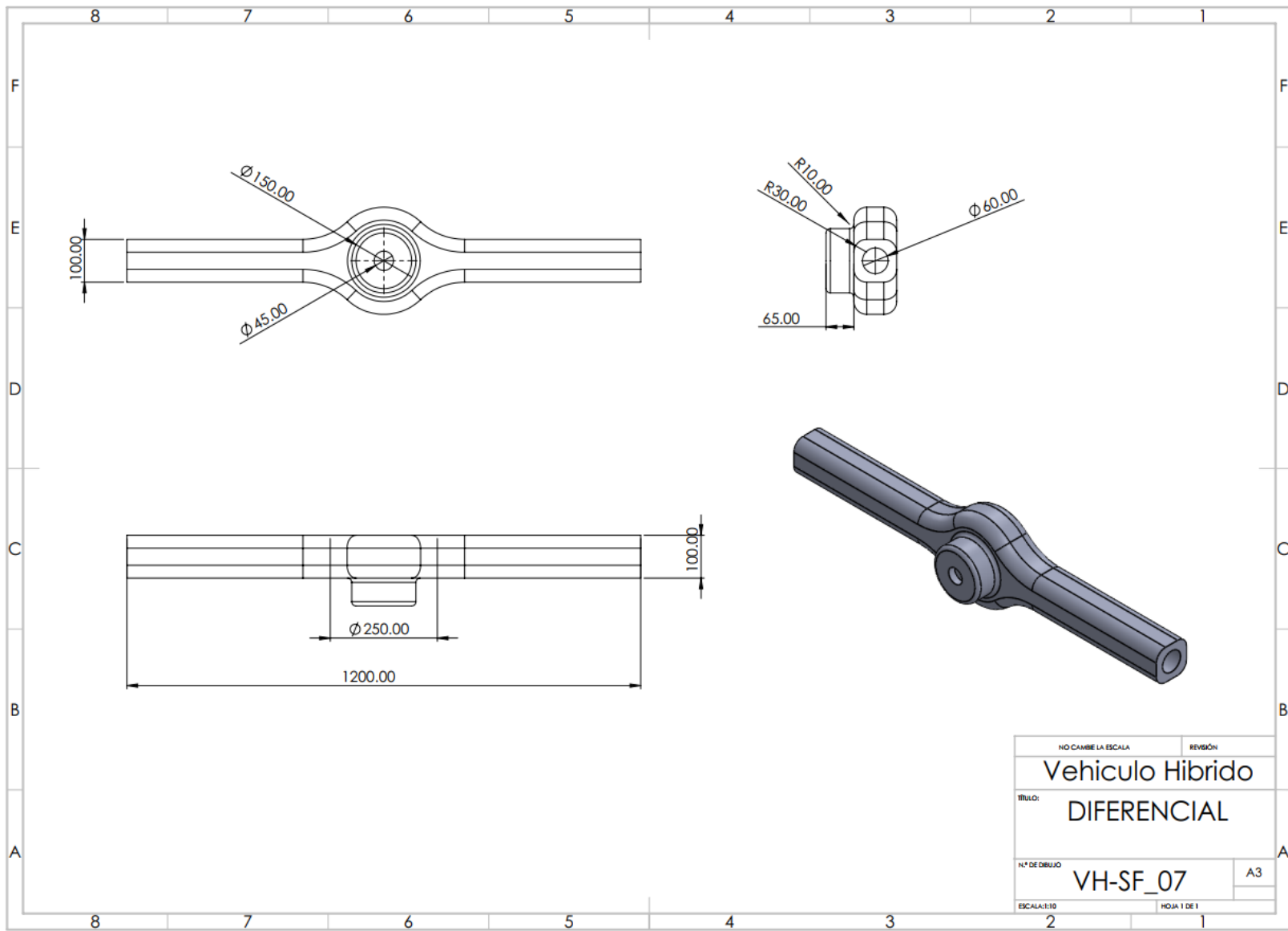


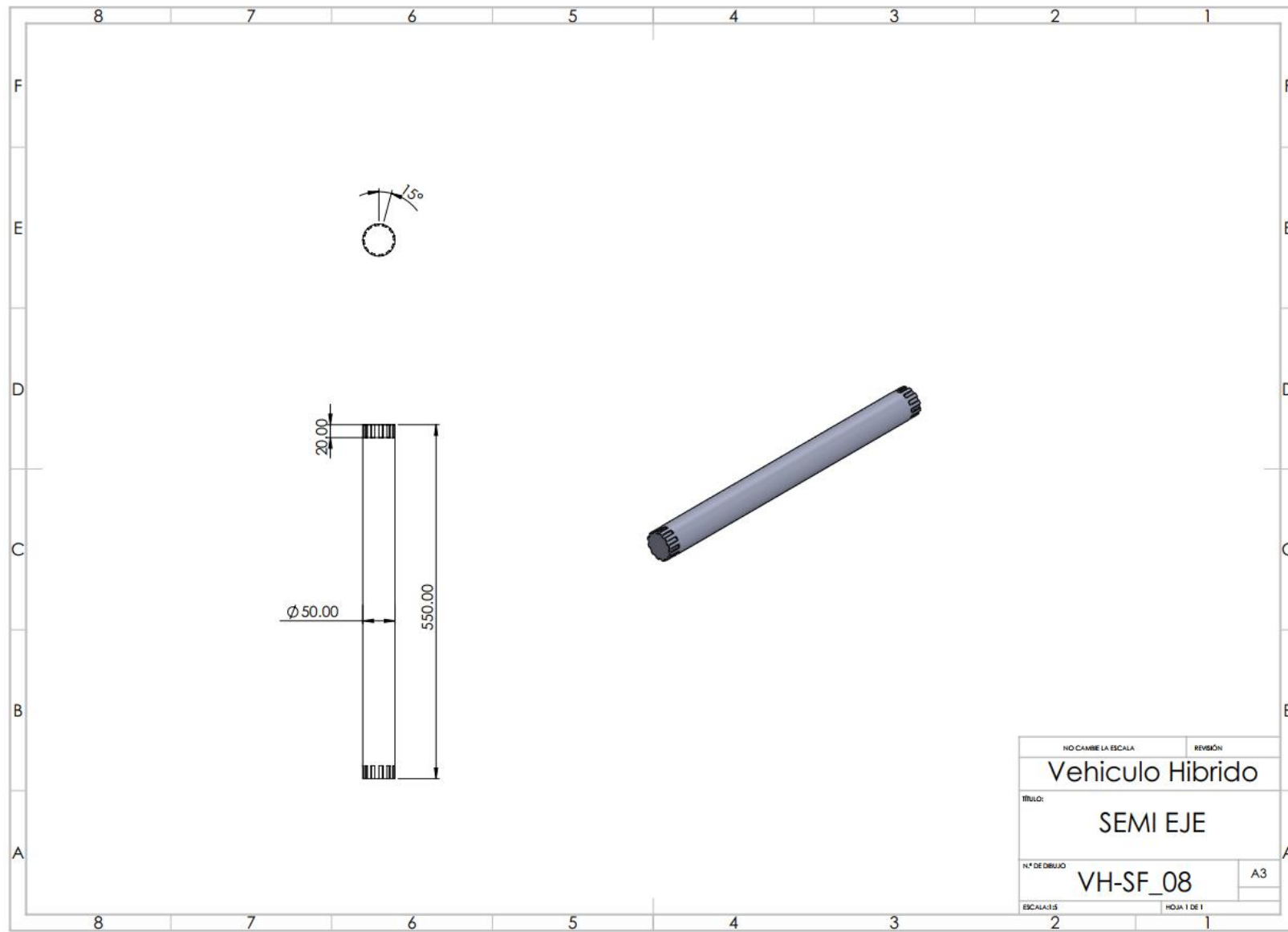






NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Vehículo Híbrido	
TÍTULO:	SOPORTE DEL GENERADOR
N.º DE DIBUJO	VH-SF_06
ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
	A3





NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Vehiculo Hibrido	
TÍTULO: SEMI EJE	
Nº DE DIBUJO VH-SF_08	A3
ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1

ANEXO N°9. Cálculos paramétrico MATLAB

```

1      VehicHibrido:
2      % Autor: PMPL
3      % Fecha: 29/06/2023
4      % -----
5
6      clc, clear, close all
7
8      % 1) PARAMETROS -----
9
10     % Calculo de la potencia del motor electrico
11     Vel = 30:5:100;           % (Km/h) Velocidad maxima del vehiculo - entrevista
12     P = [800 910 1035];      % (kg) Masa del vehiculo
13     mu0 = 0.02;              % (adim) Coeficiente de rodadura para el asfalto - Fuente:
14     k = 0.5*10^-6;           % (kg/h)^-2
15     Cx = 0.3;                % (Adim) Coeficiente de penetración aerodinámica
16     Ancho = 1.645;           % (m) Altura del vehiculo
17     Alto = 1.365;            % (m) Ancho del vehiculo
18     alfa = [0 10 20 30];     % (°) Angulo maximo de pendiente - max = 20°
19     nT = 0.8;                % (adim) Eficiencia del vehiculo
20     %
21     Vel = Vel*(1/3.6);       % (m/s) Velocidad maxima del vehiculo - convertido
22     Pe = zeros(length(alfa), length(Vel));
23     for i = 1:length(alfa)
24         mu = mu0+k*Vel.^2;   % (adim)
25         Rr = mu*P(2);        % (kg) Resistencia a la rodadura
26         S = 0.85*Ancho*Alto; % (m^2) Superficie frontal del vehiculo
27         Ra = (1/16)*Cx*S*Vel.^2; % (kg) Resistencia aerodinamica
28         Rp = P(2)*sind(alfa(i)); % (kg) Resistencia en pendiente
29         RT = Rr+Ra+Rp;      % (kg) Resistencia total del vehiculo en el desplazamiento
30
31         Pe(i,:) = (RT.*Vel)/(75*nT); % (CV) Potencia del motor electrico
32         Pe_KW = Pe*0.736;    % (kW) Potencia del motor electrico
33     end
34     P_id = 3;                % (Adim) Indice de la potencia seleccionada
35     Pe_hp = Pe(P_id,1)*0.9863; % (HP) Potencia del motor electrico
36
37     % Dimensionamiento de la potencia del motor de combustion interna (MCI)
38     Pmci = 52;               % (kg) Peso del MCI
39     Tmci_max = 74;           % (Nm) Torque del MCI - 5000 rpm
40     Wmci = 5000;            % (rpm) Velocidad maxima del MCI
41     Pgen = 7.9;              % (kg) Peso del generador electrico
42     % Dimensionamiento del motor de combustion interna (MCI)
43     Pm = 48;                 % (HP) Potencia del MCI - Tico - Ficha tecnica
44     Pg = Pe_hp/0.8;          % (HP) Potencia del generador
45
46     % Dimensionamiento del numero de paneles solares

```

MATLAB R2019b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW Search Documentation

New Open Save Find Files Compare Go To Find Comment Indent Breakpoints Run Run and Advance Run and Time

FILE NAVIGATE EDIT BREAKPOINTS RUN

C:\Program Files\Polyspace\R2019b\bin

Current Folder Editor - C:\Users\Usuario\Downloads\VehicHibrido (1).m

Name

- m3iregistry
- util
- win32
- win64
- crash_analyzer...
- deploytool.bat
- lcdata.xml
- lcdata.xsd
- lcdata_utf8.xml
- matlab.exe
- mksuid.bat
- mcc.bat
- mex.bat
- mexext.bat
- mw_mpiexec...
- worker.bat

```

45 VehicHibrido (1).m
46 % Dimensionamiento del numero de paneles solares
47 Vb = 72; % (V) Tension del banco de baterias
48 Irgh = 131.96; % ((kWh/m^2)/mes) Irradiacion global horizontal al mes
49 Rsolar = 1; % ((kWh/m^2)/dia) Radiacion solar media anual
50 dmes = 30; % (dia/mes) Dias del mes
51 PpNOCT = 60; % (W) Potencia de un solo panel
52 Vmp = 35.2; % (V) Voltaje maximo pico - https://www.todoensolar.com/Panel-
53 Imp = 1.71; % (A) Corriente maximo pico
54 Ppanel = 0.93; % (kg) Peso del panel
55 Apanel = 0.725*0.535; % (m^2) Area del panel
56 %
57 Npanel = ceil(Vb/Vmp); % (Adim) Numero de paneles en serie
58 HSP = Irgh/(Rsolar*dmes); % (hr) Hora solar pico
59 PTpanel = PpNOCT*Npanel/1000; % (kW) Potencia total entregada por los paneles
60 ETpanel = PpNOCT*Npanel*HSP/1000; % (kWh) Energia total entregada por los paneles
61 Ppan = Ppanel*Npanel; % (kg) Peso total de los paneles
62
63 % Dimensionamiento del banco de baterias
64 Au = 95; % (km) Autonomia del vehiculo
65 pdesc = 80; % (%) Porcentaje de descarga
66 Cbat = 250; % (Ah) Capacidad de la bateria - Ficha tecnica
67 Pbat = 57; % (kg) Peso de bateria
68 Lbat = 0.407; % (m) Largo de la bateria
69 Abat = 0.174; % (m) Ancho de la bateria
70 Hbat = 0.215; % (m) Altura de la bateria
71 %
72 Top = Au/(Vel(end)*3.6); % (hr) Tiempo de autonomia
73 Eme = Pe_KW(1,end)*Top; % (kWh) Energia que consume el motor electrico
74 Cbbat = ((Eme-ETpanel)*1000)/(Vb*pdesc/100); % (Ah) Capacidad de la bateria
75 Ebbat = Cbbat*Vb/1000; % (kWh) Energia del banco de baterias
76 Nbat = ceil(Cbbat/Cbat)*6; % (Adim) Numero de Baterias
77 Pbb = Nbat*Pbat; % (kg) Peso total del banco de baterias
78
79 %
80 PTveh = Pmci+Pgen+Pbb+Ppan;
81 % 3) GRAFICAS
82 plot(Vel*3.6,Pe_KW,'-o')
83 grid
84 xlabel('Velocidad de avance, Vel(Km/hr)')
85 ylabel('Potencia del motor, Pe_KW (kW)')
86 legend('Pediente \alpha = 0°','Pediente \alpha = 10°','Pediente \alpha = 20°','Pediente \alpha =
87 title('Grafica Parametrica')
88 % 4) RESULTADOS
89 disp('Calculo de la potencia del motor electrico -----')
90 disp(['Potencia del motor electrico (Pe): ', num2str(Pe hp), ' HP'])

```

Details

Select a file to view det

Ln 16

MATLAB R2019b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW Search Documentation

New Open Save Find Files Compare Print Go To Find Comment Indent Breakpoints Run Run and Advance Run Section Run and Time

C:\Program Files\Polyspace\R2019b\bin

Current Folder: C:\Users\Usuario\Downloads\VehicHibrido (1).m

```

90 - disp(['Potencia del motor electrico (Pe): ', num2str(Pe_hp), ' HP'])
91 - disp(['Potencia del motor de combustion (Pm): ', num2str(Pm), ' HP'])
92 - disp(['Potencia del generador electrico (Pg): ', num2str(Pg), ' HP'])
93 - disp(' ')
94 - disp('Dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos -----')
95 - disp(['Numero de paneles en serie (Npanel): ', num2str(Npanel), ' Adim'])
96 - disp(['Potencia total entregada (PTpanel): ', num2str(PTpanel), ' kW'])
97 - disp(['Energia total entregada (ETpanel): ', num2str(ETpanel), ' kWh'])
98 - disp(' ')
99 - disp('Dimensionamiento del banco de baterias -----')
100 - disp(['Autonomia del vehiculo (Au): ', num2str(Au), ' Km'])
101 - disp(['Tension del banco de baterias (Vb): ', num2str(Vb), ' V'])
102 - disp(['Capacidad de una sola bateria (Cbat): ', num2str(Cbat), ' Ah'])
103 - disp(['Numero de baterias en serie (Nbat): ', num2str(Nbat), ' Adim'])
104 - disp(['Capacidad del banco de baterias (Cbbat): ', num2str(Cbbat), ' Ah'])
105 - disp(['Energia del banco de baterias (Ebbat): ', num2str(Ebbat), ' kWh'])
106 - disp(' ')
107 - disp(['Peso de componentes del vehiculo (PTveh): ', num2str(PTveh), ' kg'])
108 - disp(['Peso maximo estimado del vehiculo (P): ', num2str(P(2)), ' kg'])
109
110
111
112 - FT = 20;           % (kg) Masa del tanque de combustible
113
114 % Conversion de unidades
115 - FT = FT*9.81;     % (N) Peso del tanque de combustible
116 - FM = 300;         % (N) Peso del motor de combustion interna
117 - FG = 150;        % (N) Peso del generador
118 - FB = 40;         % (N) Peso de las baterias
119 - FE = 10;         % (N) Peso del generador
120 %
121 - AB = 0.2;        % (m) Distancia del tramo AB
122 - BC = 0.6;
123 - BD = 1.2;
124 - BE = 1.5;
125 - BF = 2.4;
126
127 % 2) CALCULOS -----
128 %
129 - Fz1 = (-FT*AB+FM*BC+FG*BD+FB*BE+FE*BF) / (2*BF);
130 - Fz2 = FM+FG+FB+FE-2*Fz1-FT;
131
132 % 4) RESULTADOS
133 - disp(' ')
134 - disp('CALCULOS')
135 - disp(['Reaccion en llantas delanteras (2Fz1): ', num2str(2*Fz1), ' N'])
136 - disp(['Reaccion en llantas traseras (2Fz2): ', num2str(2*Fz2), ' N'])

```

Details

Select a file to view det

Ln 16



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLORTEGUI YUME JORGE ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño y simulación de un prototipo vehicular híbrido impulsado por energía solar fotovoltaica y gasolina en la empresa Servicios Eléctricos Humaga.", cuyos autores son MARIN GONZALES KEVIN HUMBERTO, CHICLOTE PASTOR FRANCOIS PAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
OLORTEGUI YUME JORGE ANTONIO DNI: 18072601 ORCID: 0000-0001-5734-040X	Firmado electrónicamente por: JOLORTEGUIY el 07- 08-2023 19:23:22

Código documento Trilce: TRI - 0575133