



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE” SEDE LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICAR ELÉCTRICO DE AUTONOMÍA
EXTENDIDA EREV TIPO ENCHUFABLE**

Autores:

**Alvarez Gomez, Edison Javier
Burbano Celi, Richar Fabricio**

Director:

**Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc.
Latacunga
2023**

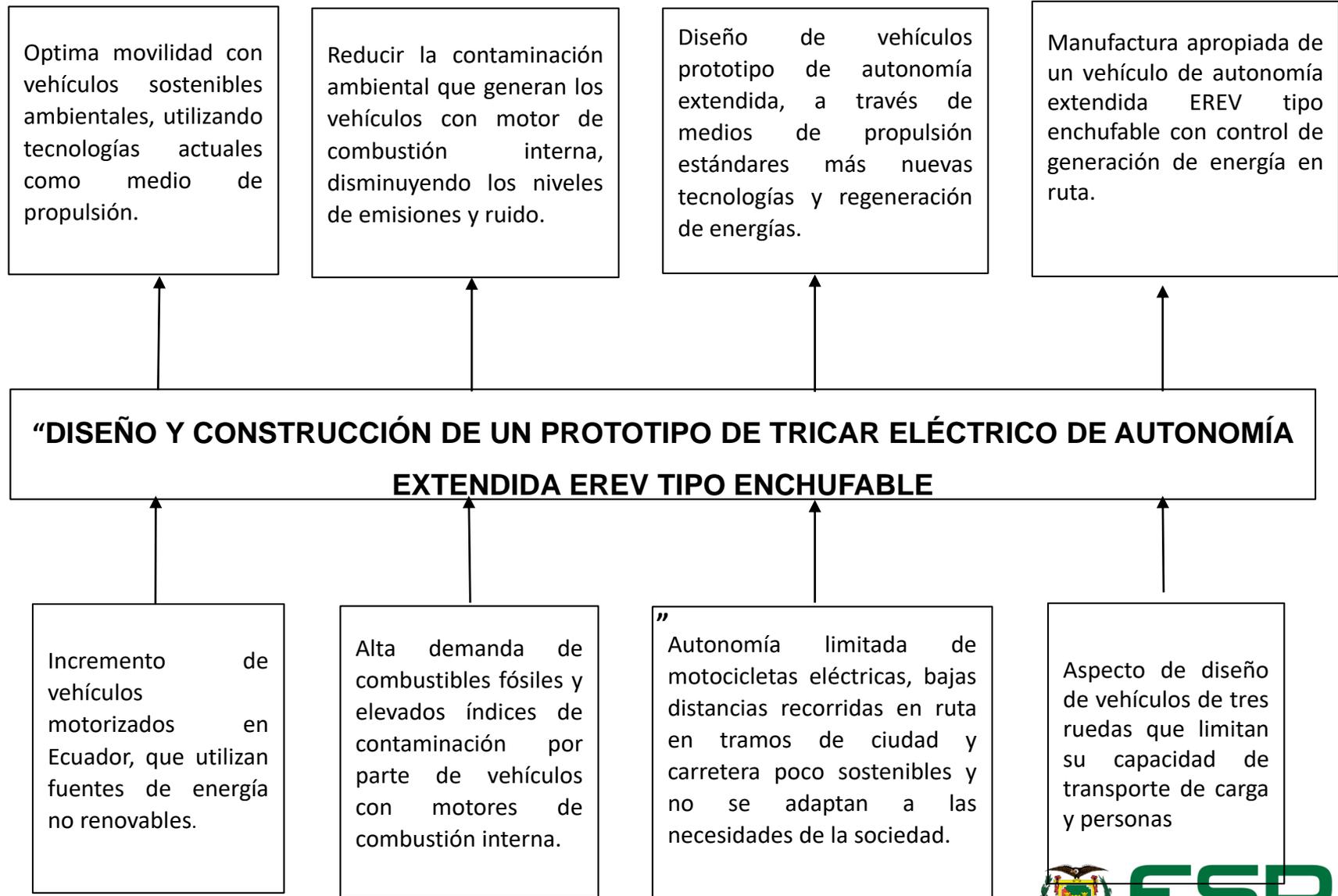


CONTENIDO

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- **OBJETIVOS**
- **HIPÓTESIS**
- **MARCO TEÓRICO**
- **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**
- **PRUEBAS**
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
- **CONCLUSIONES**
- **RECOMENDACIONES**



Planteamiento del Problema



OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de tricicar eléctrico de autonomía extendida EREV tipo enchufable.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Fundamentar teórica y científicamente el diseño mecánico, eléctrico y electrónico del prototipo.

Realizar el modelado en 3D del prototipo de vehículo de autonomía extendida fundamentándose en la normativa para el transporte de personas y carga.

Realizar el modelado en 3D del prototipo mediante sistemas computacionales para los sistemas mecánicos y automotrices del prototipo de vehículo tricar EREV.

Realizar el análisis estructural del tricar mediante simulación asistida por computador para obtener datos específicos de esfuerzos máximos, deformación máxima y factor de seguridad según la aplicación específica.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar los procesos de manufactura considerados en los métodos de acuerdo a los materiales de construcción.

Realizar el protocolo de pruebas que considere distancia recorrida, consumo de energía, torque, potencia, arranque en pendiente, velocidad máxima, aceleración máxima en la ruta de prueba considerando aspectos del estado de carga de su pack de baterías.

Construir el prototipo considerando la aplicación de la normativa ecuatoriana vigente a cumplir de acuerdo con su uso para circulación terrestre a nivel nacional .

Determinar matemáticamente la autonomía teórica y real de cada sistema, desarrollando una ecuación que permita calcular la autonomía total y extendida generada por el prototipo.



HIPÓTESIS

El prototipo de vehículo de autonomía extendida alcanzará velocidades de 45 km/h con una carga no superior a 200 kg para el desplazamiento de 2 personas con una autonomía extendida del 50%.



MARCO TEÓRICO



TRICAR

- Según la normativa NTE INEN 2656-1, son “Vehículos de dos ruedas con sidecar, diseñados con motor de combustión interna y con velocidad de diseño superior a $45 \frac{km}{h}$ ”. (INEN, 2012)



SISTEMAS DE POTENCIA Y ENERGÍA

MOTOR



CONTROLADORA



BATERÍA



ACELERADOR



CARGADOR



PANTALLA LED



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



DISEÑO ESTRUCTURAL



Carga viva

$$CV = 735.75 N$$

Carga muerta

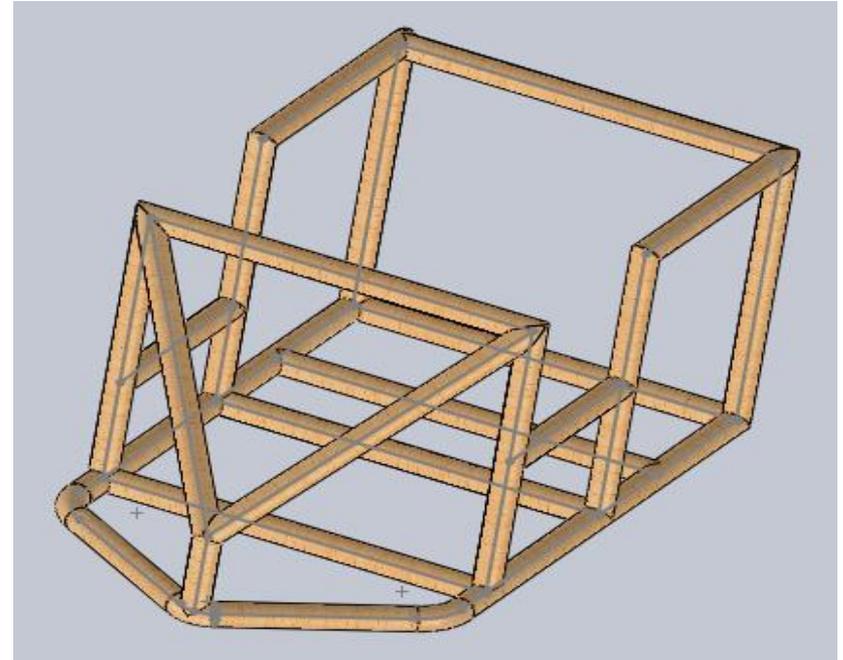
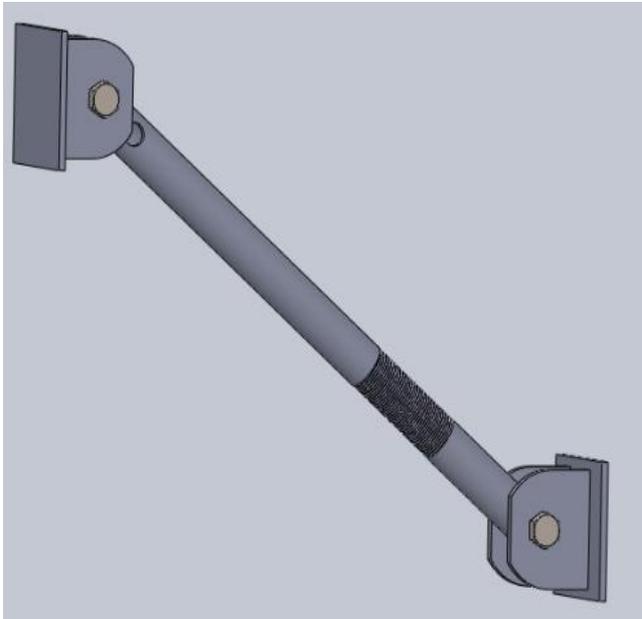
$$CM = 441.45 N$$



DISEÑO ESTRUCTURAL

SIDECAR

Perfil
Tubo de Bambú 32 (mm)



SUJECIONES

Tubo estructural 24.5 (mm) ASTM A36



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

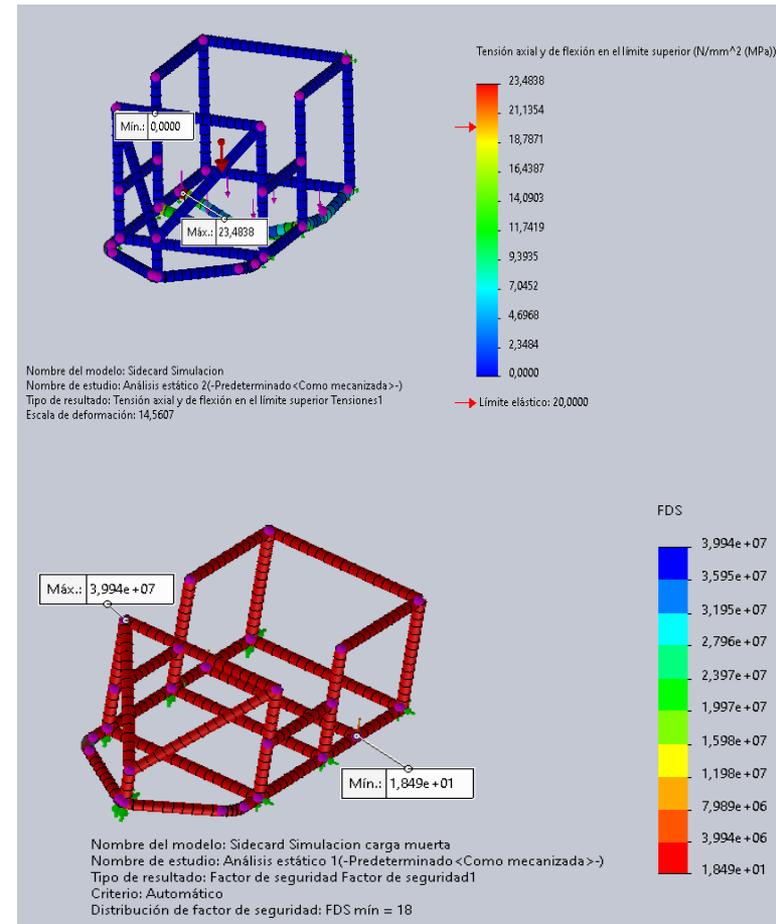
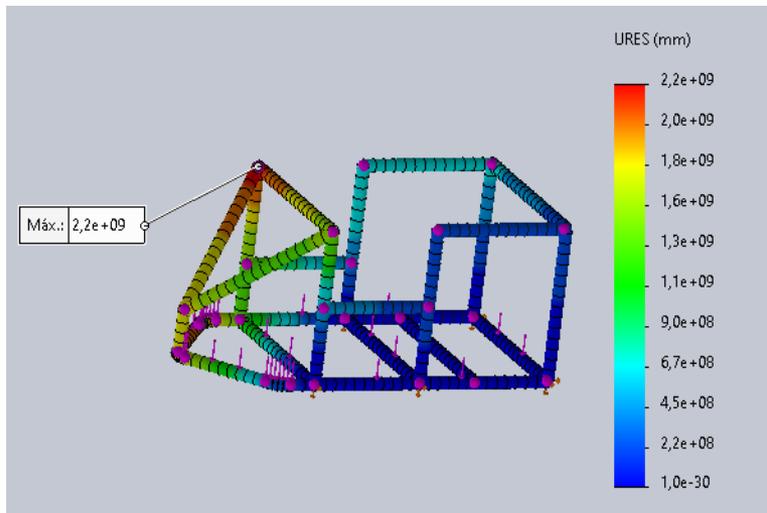
DISEÑO ESTRUCTURAL

SIDECAR

Tensión y flexión 23.4838 MPa

Deformación 2.2 mm

Factor de seguridad 3.9



DISEÑO ESTRUCTURAL

Tensión y flexión

0.4221 MPa

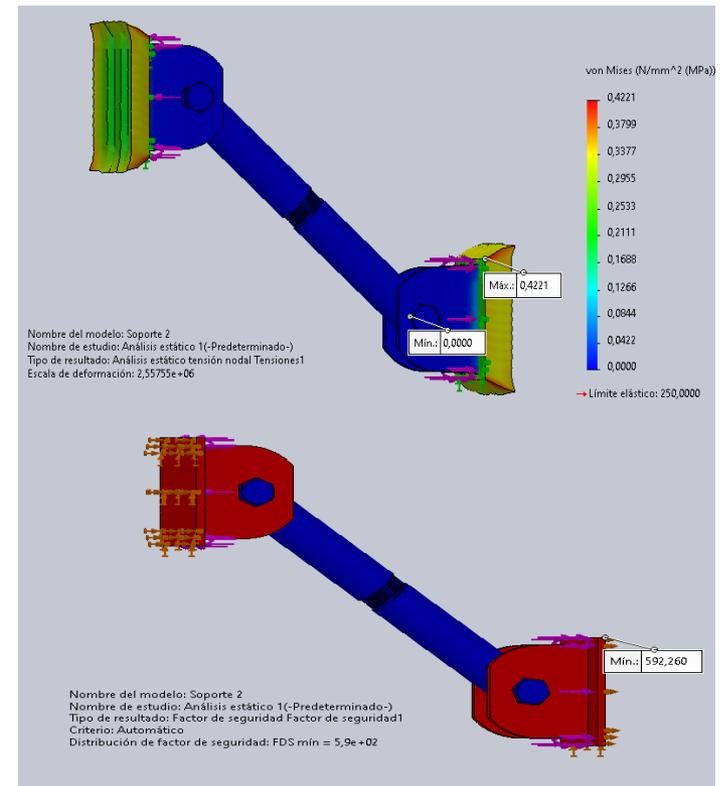
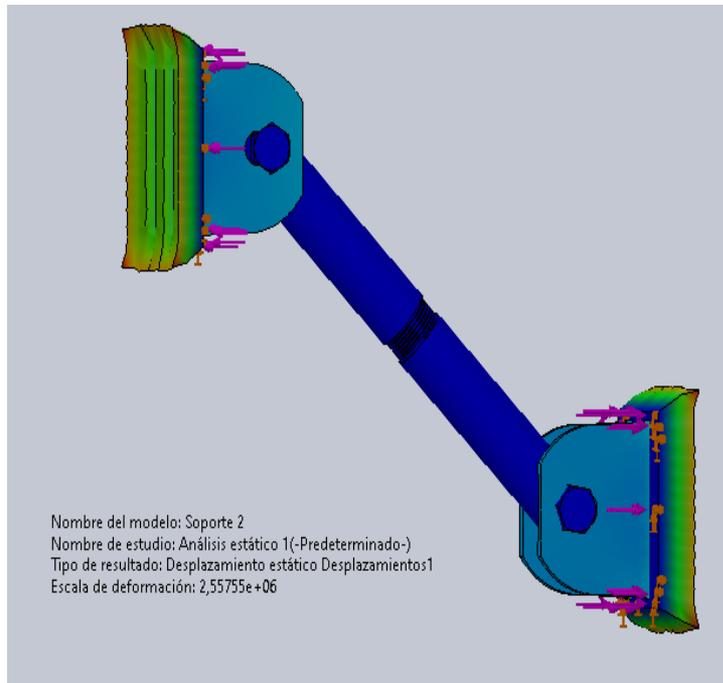
Deformación

2.55 mm

Factor de seguridad

5.9

SUJECIÓN FRONTAL



DISEÑO ESTRUCTURAL

Tensión y flexión

0.41 MPa

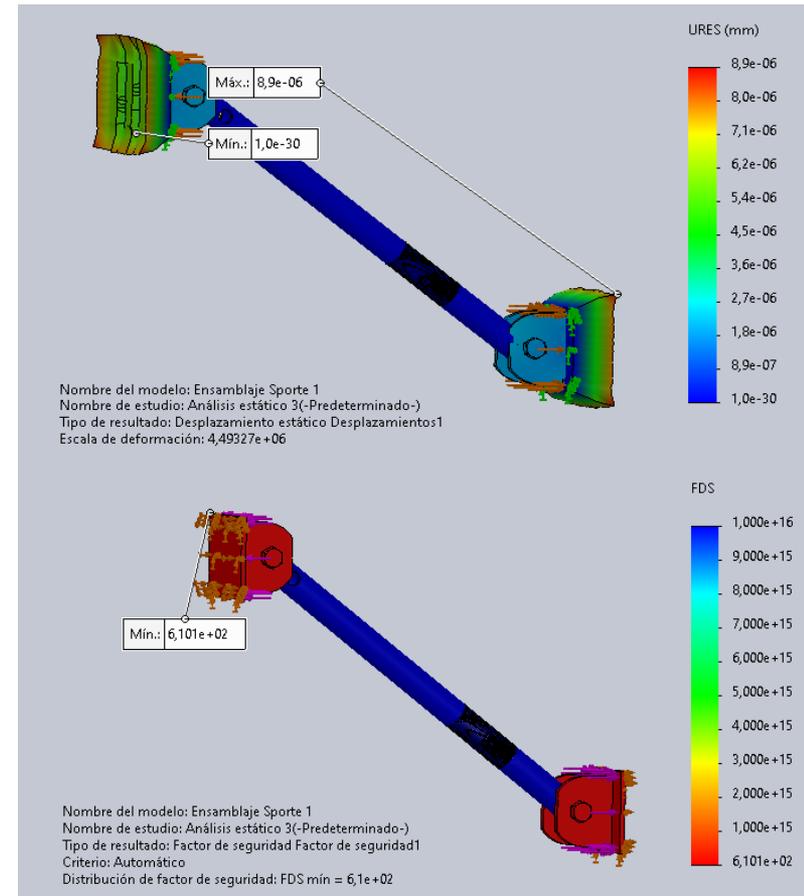
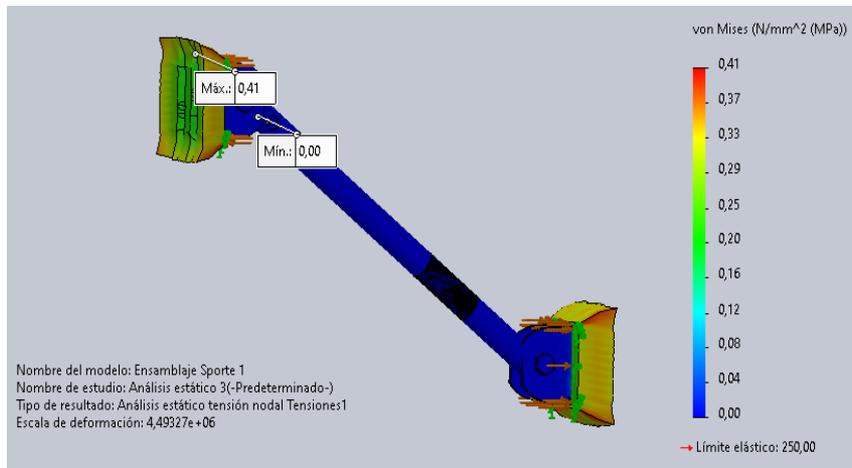
Deformación

4.4 mm

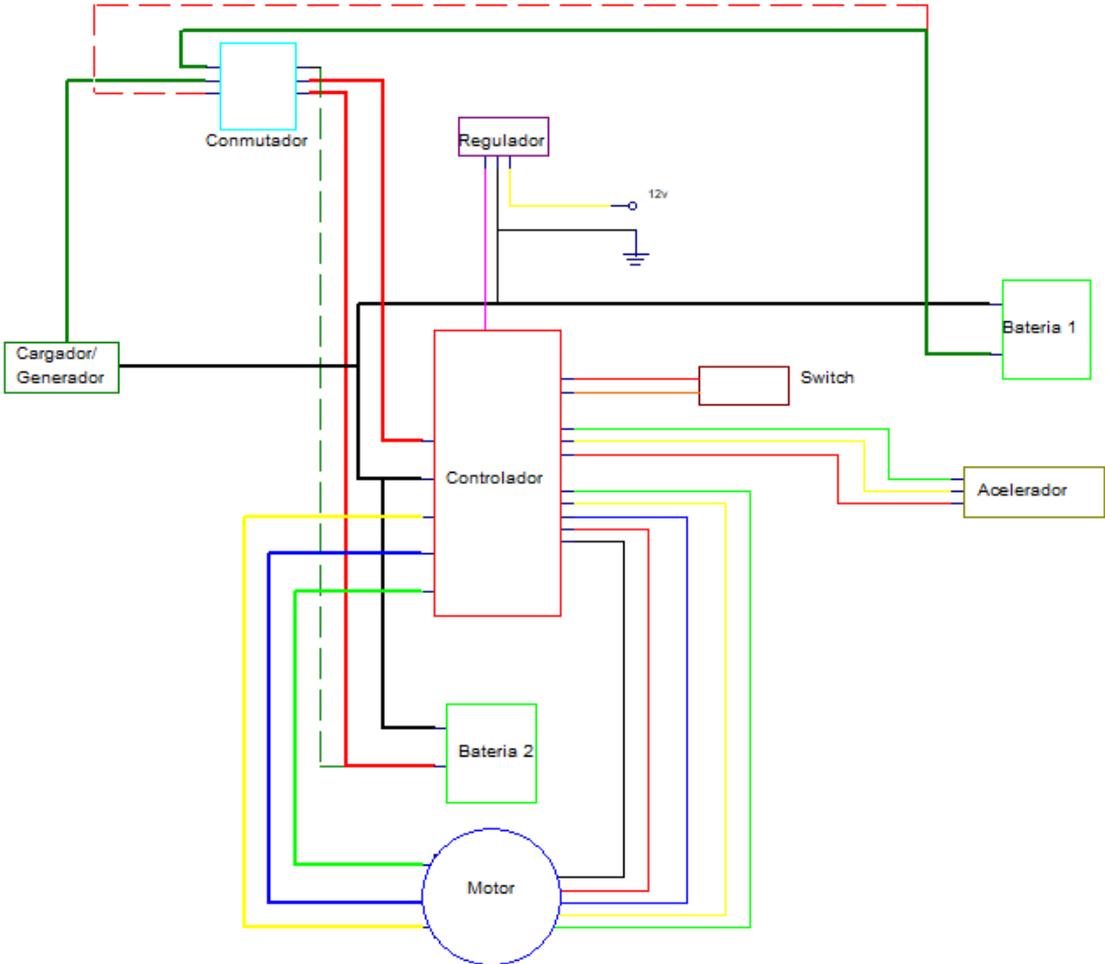
Factor de seguridad

6.1

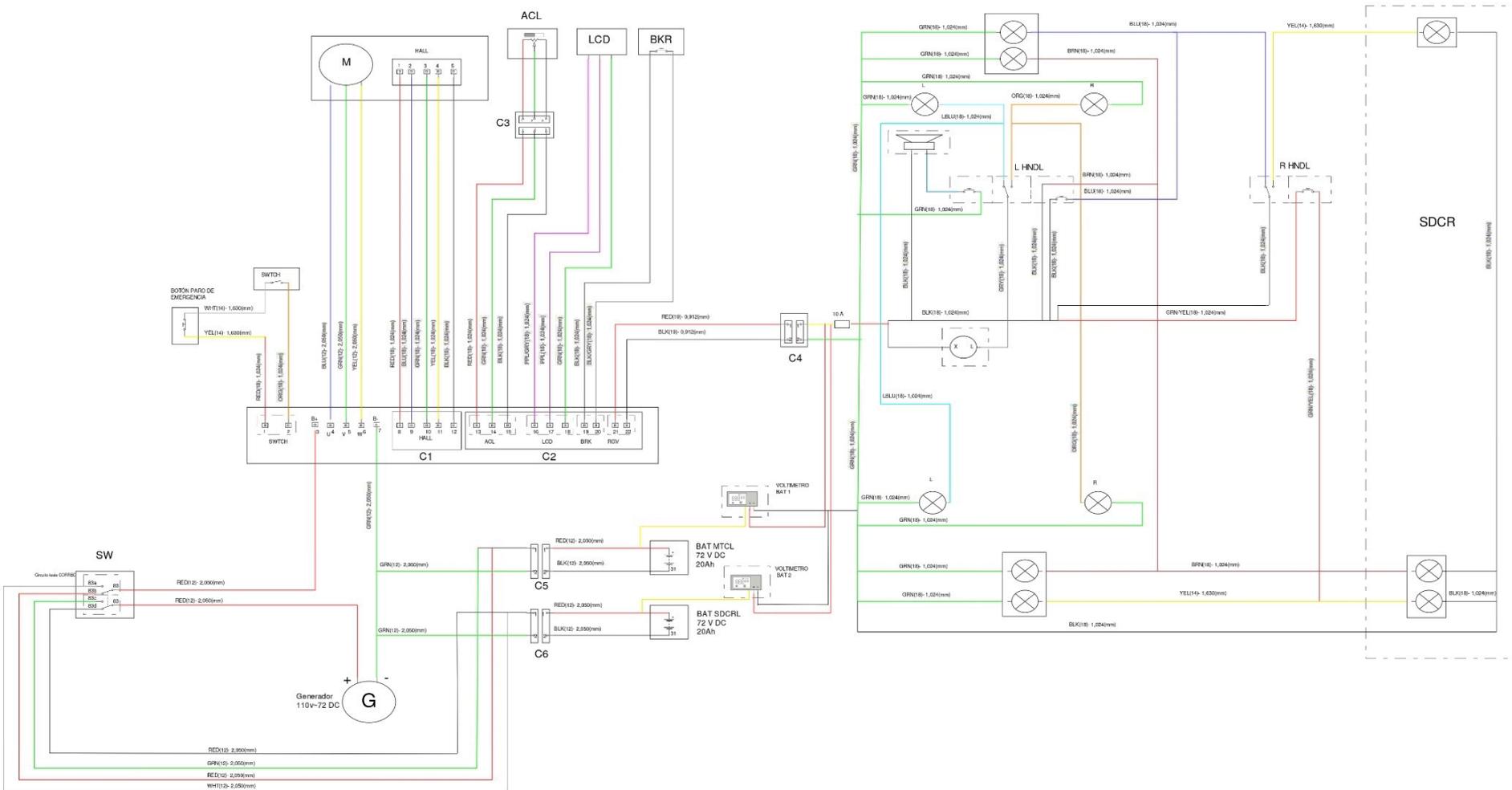
SUJECIÓN POSTERIOR



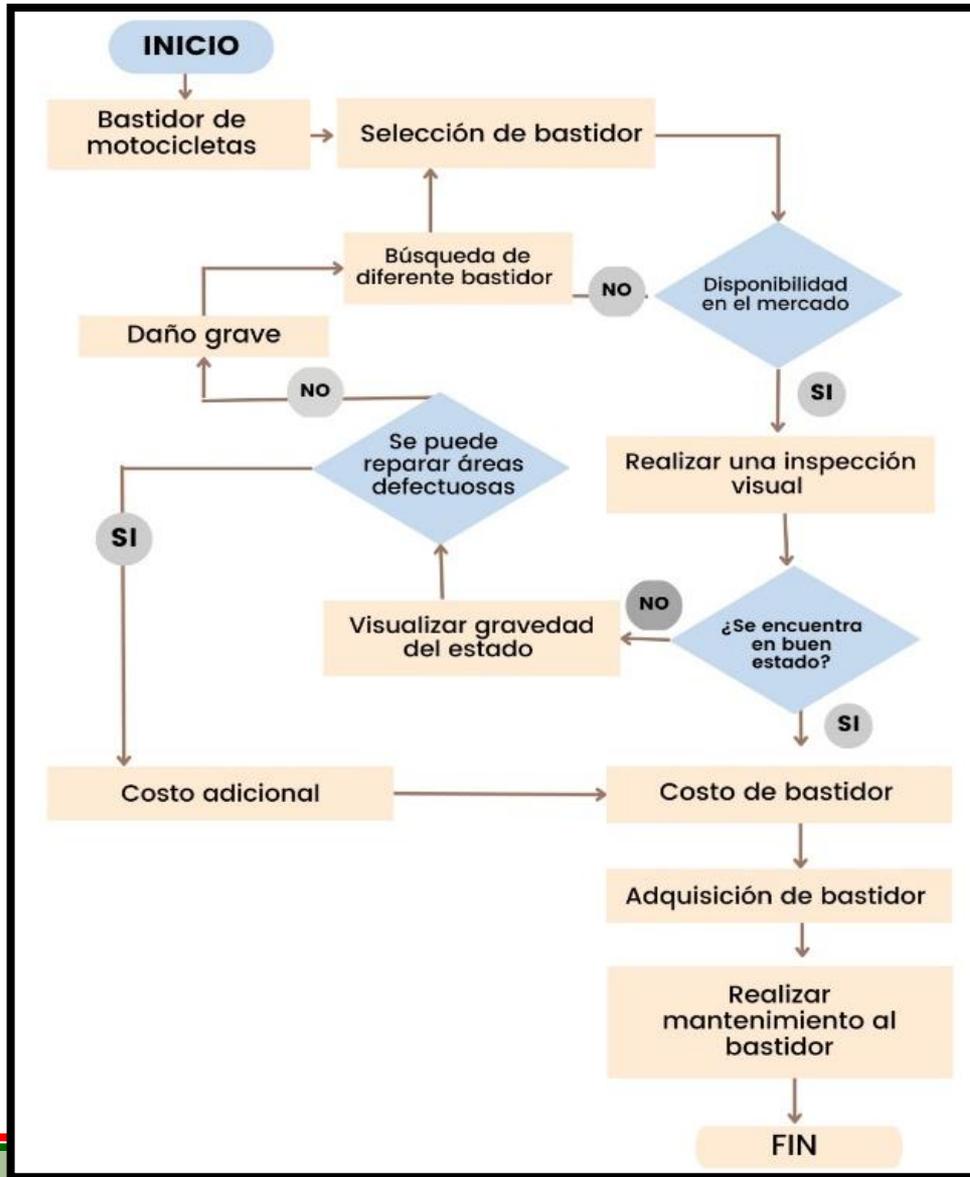
DISEÑO ELÉCTRICO



CONEXIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN



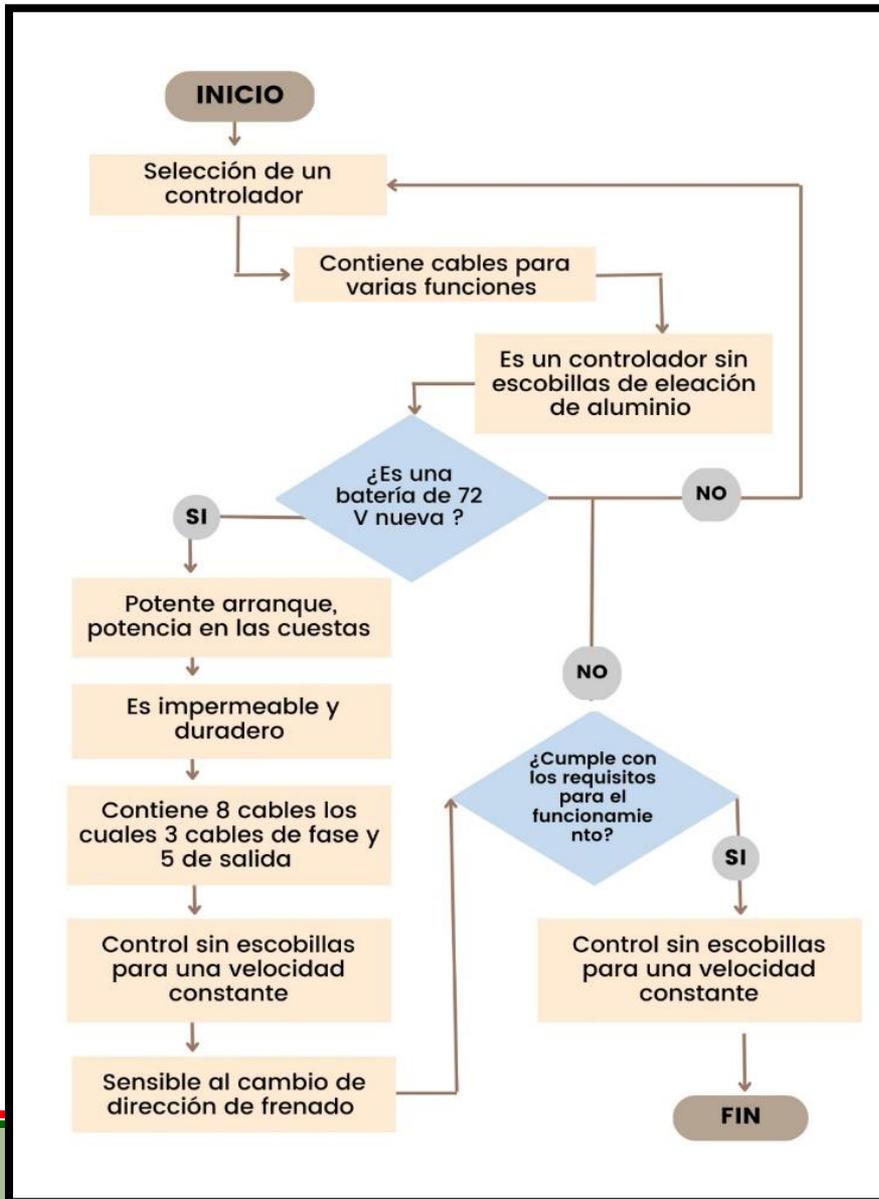
SELECCIÓN



Selección de un bastidor convencional



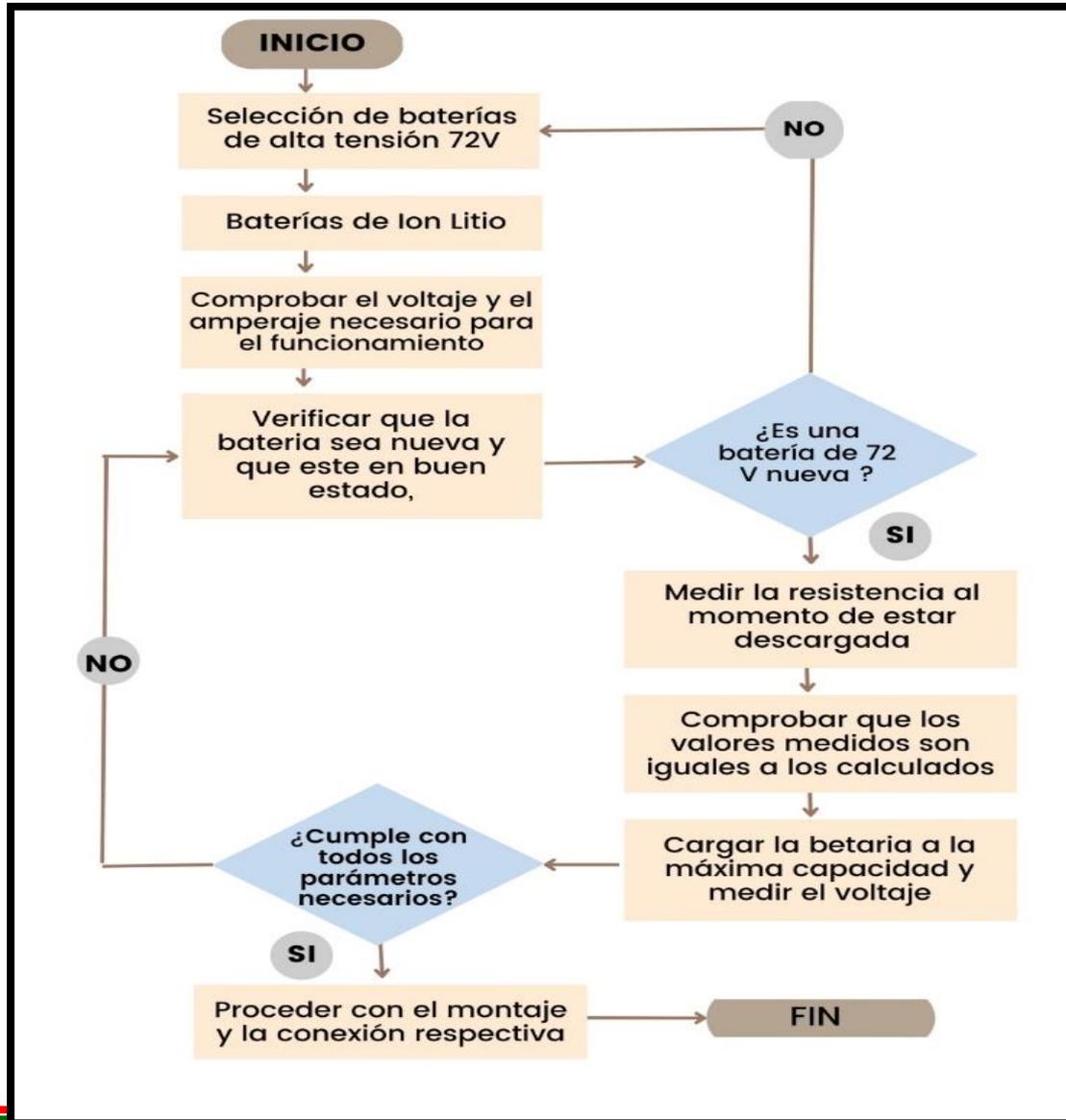
SELECCIÓN



Selección de la controladora Principal



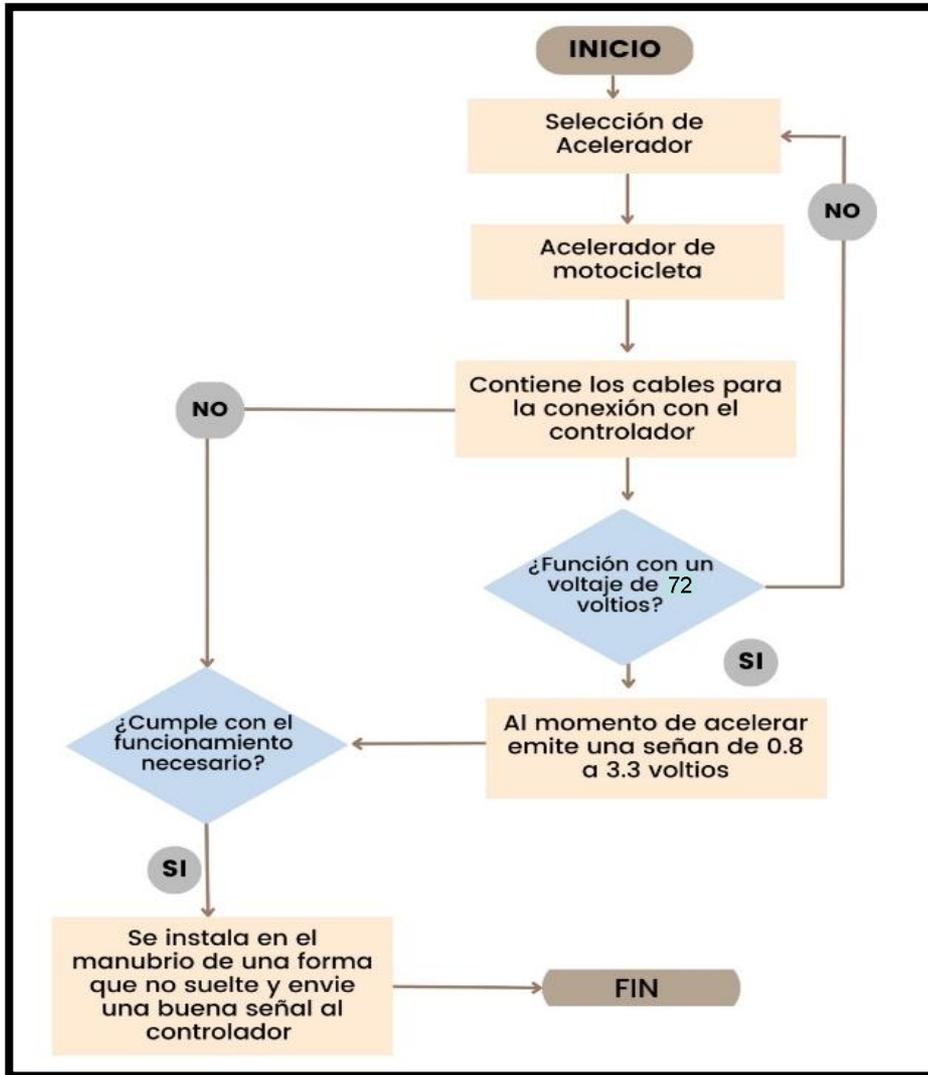
SELECCIÓN



Selección de las baterías de alta tensión



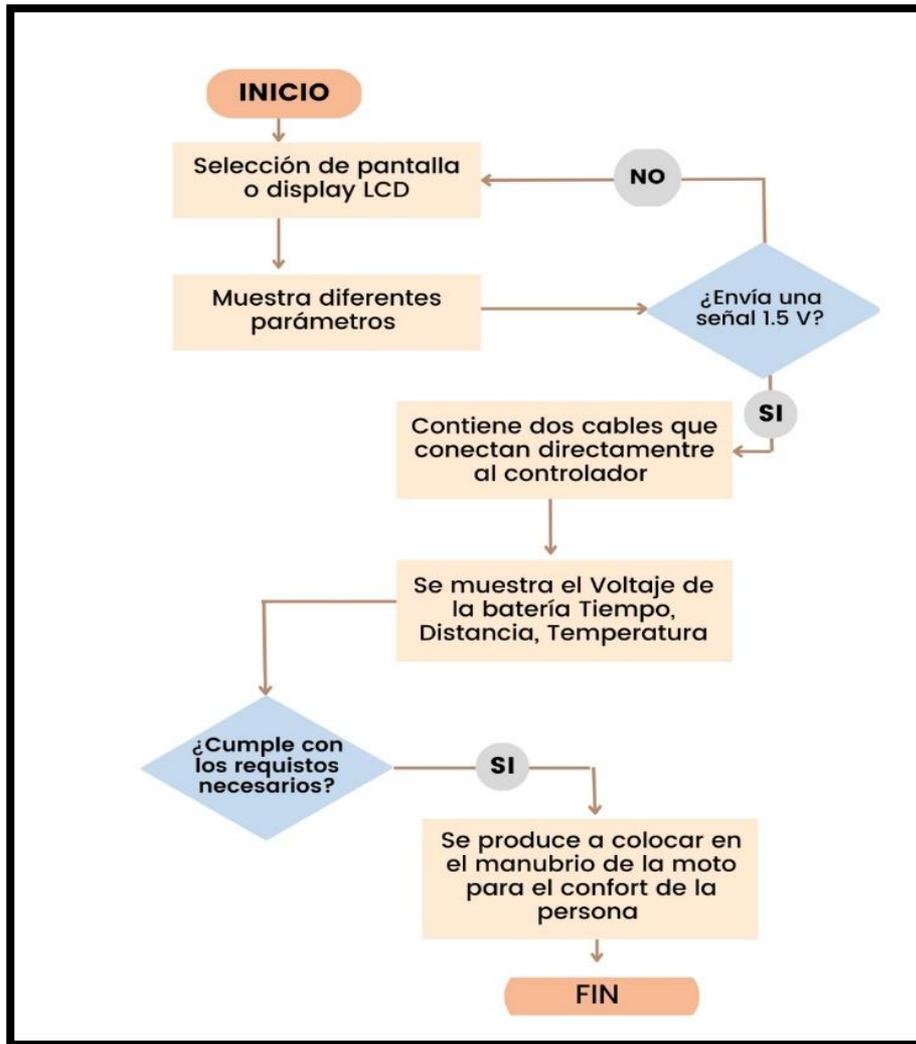
SELECCIÓN



Selección del acelerador



SELECCIÓN



Selección del LCD



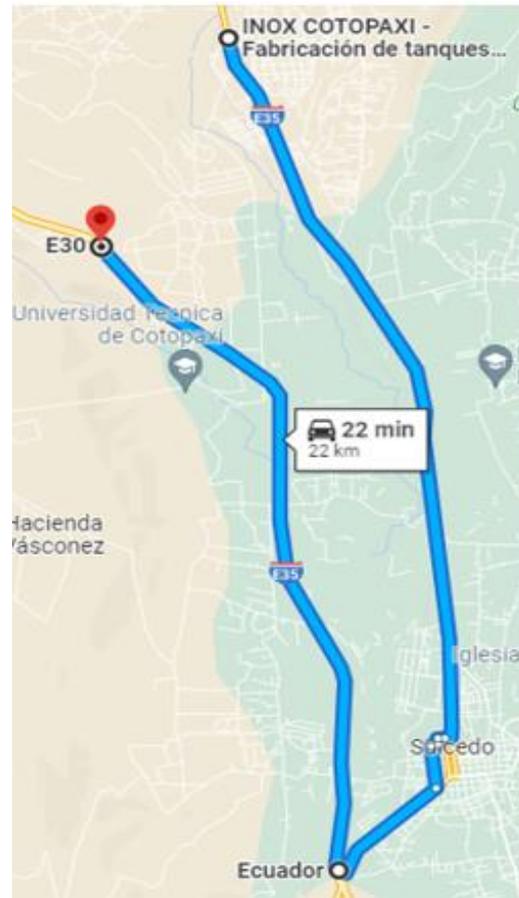
CONSTRUCCIÓN



PRUEBAS



PRUEBA 1-Batería 1 cargada 100%



DISTANCIA 22.2Km

VELOCIDAD PROMEDIO 30.2 km/h

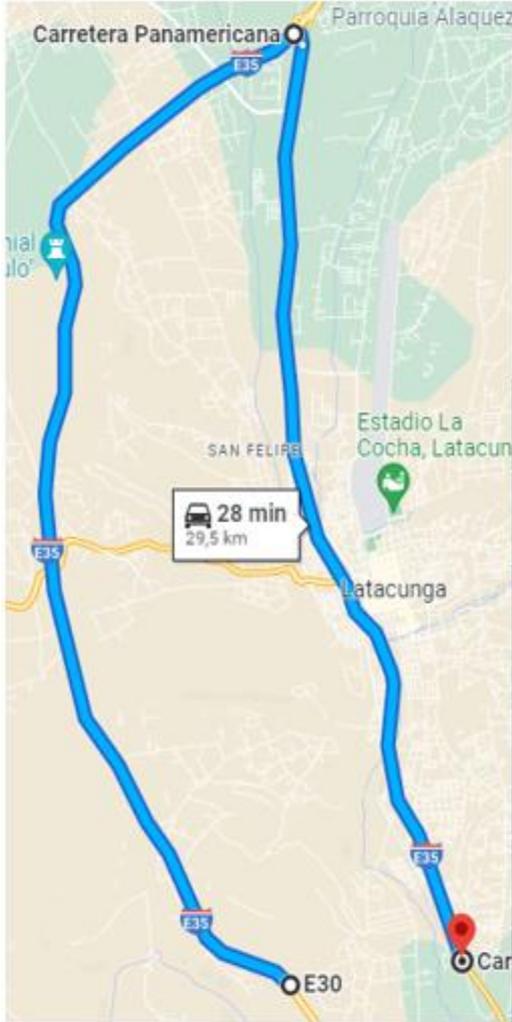
VELOCIDAD MÁXIMA 57.38 km/h

TIEMPO 36'45"



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Prueba 2 – Batería 2 cargada 100%



Hora de inicio	Tiempo actual	Velocidad más alta
00:06:04	17 : 42 : 39	57.24 km /h



Máxima velocidad	La velocidad promedio	Distancia
170	25.87 km /h	30.2 km

DISTANCIA 30.2Km

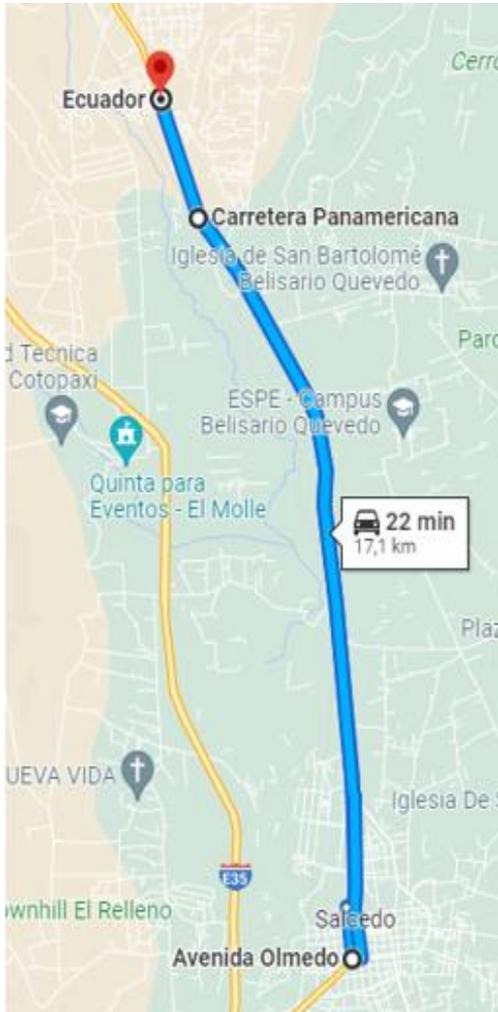
VELOCIDAD PROMEDIO 25.87 km/h

VELOCIDAD MÁXIMA 57.24 km/h

TIEMPO 1h 11'



Prueba 3 – Batería 1 cargada por la planta generadoras



DISTANCIA 16.85Km

VELOCIDAD PROMEDIO 22.87 km/h

VELOCIDAD MÁXIMA 28.38 km/h

TIEMPO 42'29"



CARGA COMPLETA DE LA BATERÍA

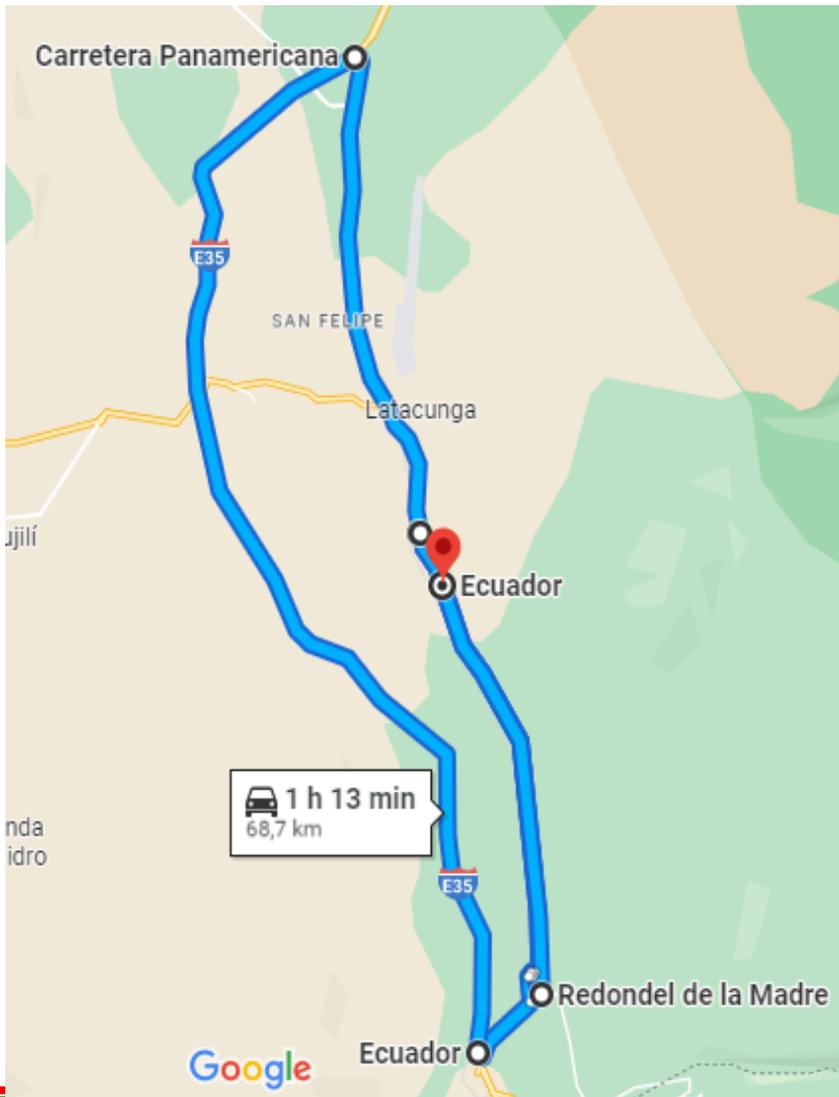
El tiempo de carga de una batería al 100% oscila en 2 h 40' mediante una toma eléctrica de 110 V debido al cargador de carga rápida



ANÁLISIS DE RESULTADOS



Autonomía total del prototipo



$$Autonomia_{TOTAL} = A_{RUTA1} + A_{RUTA2} + A_{RUTA3}$$

$$Autonomia_{TOTAL} = 22.31 \text{ km} + 30.20 \text{ km} + 16.85 \text{ km}$$

$$Autonomia_{TOTAL} = 69.36 \text{ km}$$

Según la aplicación de geo referencia

$$Autonomia_{TOTAL} = 68.7 \text{ km}$$



Resultados obtenidos en ruta

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Autonomía Total (Km)	69	72	68
Velocidad máxima $\left(\frac{\text{Km}}{\text{h}}\right)$	57.38	56.10	57.10
Velocidad Promedio $\left(\frac{\text{Km}}{\text{h}}\right)$	26.123	24.62	27.89
Tiempo de ejecución	149'	160'	145'
Hora de inicio	15H58	08H05	13H15
Hora de finalización	18H29	10H45	15H42
Vía Urbana	Latacunga, Salcedo	Latacunga, Salcedo	Latacunga, Salcedo
Vía Perimetral	Latacunga, Salcedo	Latacunga, Salcedo	Latacunga, Salcedo
Carretera	Paso lateral E35	Paso lateral E35	Paso lateral E35



CONCLUSIONES

- Se fundamentó teóricamente el sistema de tracción de un tricar EREV a través de fuentes bibliográficas confiables, conforme a las características de trabajo y prestaciones necesarias para obtener un prototipo viable en el país.
- Se diseñó el prototipo tricar EREV donde se sustentó a través de la herramienta CAD y las simulaciones del diseño, fundamentalmente la parte mecánica, teniendo como resultados favorables los esfuerzos de deformación, factor de seguridad y desplazamiento. Factores que nos permitieron el uso de materiales adecuados para la construcción
- El análisis estático del prototipo aplicado en las bases que soportan las cargas puntuales del vehículo, con la ayuda del software de diseño, permitió establecer esfuerzos de deformación máximo a 23.48 MPa.



CONCLUSIONES

- El análisis estático al mecanismo de sujeción de unión del tricar donde se aplicó cargas vivas y muertas en los puntos de anclaje dando como resultado un coeficiente de seguridad de superando las condiciones de diseño
- Mediante el software de simulación eléctrica y electrónica para los sistemas de tracción eléctrica y accesorios del prototipo se identificó la función del controlador y diferentes funciones de sus líneas de trabajo realizando las conexiones correctas.
- Se dimensionó mediante la matemática y manuales de fabricación el sistema de propulsión que cumplieron con las velocidades de la normativa NTE INEN 2656 que durante las pruebas superan los $45 \frac{km}{h}$ que asegura la alta fiabilidad y disponibilidad del sistema .



CONCLUSIONES

- Los protocolos de prueba realizadas en el prototipo EREV se tuvo como resultados un autonomía de 52 km con una velocidad máxima de $56 \frac{km}{h}$ producidas por las dos baterías y una autonomía extra generada por el motor generador de 17 km teniendo un recorrido de 69 kilómetros en un tiempo de 2h 30' con 2 ocupantes que suman los 140 kg, que supera la autonomía de una motocicleta eléctrica comercializada el país.
- Las pruebas desarrolladas demuestran que la autonomía generada por el prototipo en un tiempo de 1h 10' da como resultado el aumento de un 60% a la autonomía y teniendo un consumo de combustible de 1.5 litros.



CONCLUSIONES

- Los factores a tomar en cuenta en la autonomía del prototipo son la variación de velocidad, pendientes de la vía, tráfico de vehículos, entre otros, siendo evidente en las pruebas realizadas en las vías urbanas, perimetrales y carretera, que generaron un 25% de diferencia de la batería 1 en relación a la batería 2 que se obtuvo en otras condiciones.



RECOMENDACIONES

- Realizar las instalaciones eléctricas tomando en cuenta el uso de componentes con las características de funcionamiento, según el fabricante, superiores a las que se va trabajar como el alto amperaje y voltaje, evitando un mal funcionamiento del sistema de alimentación y de carga con sobrecalentamientos.
- Tomar en cuenta la potencia del motor eléctrico para la elección de la controladora ya que debe ser igual o de preferencia mayor capacidad con el fin de evitar sobrecalentamiento del circuito eléctrico principalmente de los mosfet.
- Con el fin de obtener el mayor tiempo de trabajo de las baterías, se debe evitar que su voltaje llegue a menor a 70 voltios esto evita que el BMS interrumpa el funcionamiento evitando el paso de corriente de todo el sistema.



RECOMENDACIONES

- Al momento de realizar la limpieza del prototipo se debe evitar el uso de implementos de lavado a presión, el proceso adecuado es un lavado en seco esto se lo realiza con la finalidad de proteger los componentes eléctricos, corrosión de estructura o generar contactos en falso.
- Para futuras investigaciones se recomienda implementar un encendido electrónico al generador de corriente para mejora las condiciones de funcionamiento del prototipo siendo el tiempo exacto de encendido ideal dependiendo de las condiciones de trabajo que se encuentre.
- Al diseñar el sidecar se debe mejorar la zona donde se ubica el copiloto, en esta área el material debe ser de mejores propiedades mecánicas o tener un perfil del bambú de mayor dimensión.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

