



**DISEÑO DEL PROTOCOLO PARA LA CONVERSION DE VEHICULO CON MOTOR  
DE COMBUSTIÓN INTERNA A MOTOR ELÉCTRICO**

**Cristian Camilo Torres Chaparro**

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Tunja Colombia

2022

**DISEÑO DEL PROTOCOLO PARA LA CONVERSION DE VEHICULO CON  
MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A MOTOR ELÉCTRICO**

**Cristian Camilo Torres Chaparro**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Electromecánico**

Directora:

Ingeniera LAURA SOFIA HOYOS GOMEZ

Línea de Investigación:

Diseño mecánico y sistemas eléctricos

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Tunja, Colombia

2022

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

### **DISEÑO DEL PROTOCOLO PARA LA CONVERSION DE VEHICULO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A MOTOR ELÉCTRICO**

Cumple con los requisitos para optar

Al título de **Ingeniero Electromecánico**.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Tunja, 10 de mayo 2022.

*Este trabajo va dedicado mi familia y amigos más cercanos porque siempre estuvieron ahí para mi apoyándome en el transcurso de la carrera y sobre todo en mi vida diaria, en especial a mi papá Cesar por enseñarme el arte en el cual hoy me destaco y amo, y sobre todo a mi Mamá Roció porque siempre estuvo ahí dándome su apoyo para que no me rindiera.*

## **Agradecimientos**

A mi directora de tesis Laura Sofía Hoyos por su virtud, su paciencia y su perseverancia, este trabajo no hubiera sido tan fácil. Se convirtió en una parte importante de esta historia gracias a su contribución de experiencia distintiva. Muchas gracias por las muchas palabras de aliento cuando más las necesitaba; por estar ahí cuando mis horas de trabajo se complicaron.

A mis profesores y tutores de la carrera sus palabras siempre son las más sabias, mi entendimiento se lo debo a ustedes. Donde quiera que vaya, los llevare en mi vida profesional gracias a sus enseñanzas. Gracias por todos sus consejos y sobre todo de compartir todo el conocimiento que tienen.

A mis papás que han sido el sentido y orientación de mis metas y anhelos más deseados, viéndome entre lágrimas luchar día a día lograr cada una de ellas. hoy quisiera dedicarles este logro como una meta más lograda. Siempre me hicieron sentir que estaban orgullosos de mí, y eso para mí vale más que cualquier cosa.

A mis compañeros y amigos, recuerdo cuántos días y horas trabajamos juntos en nuestros proyectos apoyándonos en cada tarea diaria durante esta carrera, las traspasadas en el hotel estudiando para parciales o simplemente una exposición me dejan la plena garantía que además de aprender conocimientos con ustedes aprendimos a valorar la amistad

en que nosotros surgió. No me queda más que agradecerles su apoyo y amistad, espero que la vida nos una en nuestro nuevo ámbito profesional, así como lo hizo en esta gran etapa.

## Resumen

Los vehículos eléctricos son cada vez más importantes en la transición energética en el sector transporte y la reducción de contaminantes. En ese sentido, este proyecto muestra el proceso de transformación a motor eléctrico de un vehículo de motor de combustión interna convencional. El objetivo es facilitar la inserción de este tipo de vehículos al sector de transporte en Colombia, específicamente a la flota de taxis y vehículos de la ciudad de Duitama.

Para alcanzar el objetivo, se realizó la investigación previa de los vehículos más utilizados en la flota de taxis, obteniendo así el vehículo base para el protocolo de conversión que es un Kia Picanto ION, el cual tiene un motor de combustión a gasolina de 1,2 L con transmisión mecánica de 5 velocidades. Posteriormente, se estudian todos sus factores técnicos relacionados al proceso de transformación como el peso, altura, velocidad, autonomía, consumo, partes del vehículo que son útiles en el proceso.

Basados en los datos técnicos iniciales del vehículo con motor de combustión, se hacen los cálculos necesarios para obtener la potencia del motor eléctrico. Con esta información se eligió el kit de conversión, que en este caso fue uno de 72 V DC y 7,5 kW con sus respectivos componentes. Consecutivamente, se calculan los datos necesarios para diseñar la placa, los soportes y acople central que permiten acoplar el motor eléctrico a la transmisión del vehículo. Los resultados de estos cálculos también permiten elegir el tipo de material de las piezas utilizadas en el proceso de conversión.

Se diseñó el diagrama eléctrico general, con la conexión de todos los componentes del kit de conversión, obteniendo los planos eléctricos de instalación, también se determinó

los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo base Kia Picanto, que será usados para la transformación y los que serán retirados de este proceso.

Por último, se realizó el diseño de las piezas que se ven involucradas en el acoplamiento del motor eléctrico a la transmisión del vehículo base. Este diseño se realizó con la finalidad de que se llegue a aplicar este proyecto de producción futura, en vehículos particulares y la flota de taxis en la ciudad.

**Palabras Clave:** vehículos eléctricos, conversión vehicular, motor eléctrico, baterías de Ion-Litio, acoplamiento, controlador electrónico.

## Abstract

Electric vehicles are increasingly crucial in the energy transition in the transport sector and the reduction of pollutants. This project shows the transformation process from a conventional vehicle with an internal combustion engine to one with an electric motor. The objective is to incentivize the insertion of electric vehicles in Duitama city's taxi fleet. To achieve this objective, we conducted a preliminary investigation of the most used vehicles in the taxi fleet, thus obtaining the base vehicle for our conversion protocol, a Kia Picanto ION 1,2-liter gasoline combustion engine with 5-speed mechanical transmission. Subsequently, we study all its technical factors related to the transformation process, such as weight, height, speed, autonomy, consumption, and parts of the vehicle that are useful in the process. We calculate the power of the electric motor based on the technical data information. Once we determined the electric motor power, it was possible to select the conversion kit. It has a voltage of 72 V DC and 7,5 kW.

The following step was calculating the support plate, auxiliary supports, and central coupling that allow the pairing between the motor and the vehicle's transmission. Additionally, we use the information above to choose the type of material used to make the support pieces of the conversion process. The next step was to design the general electrical diagram. This scheme shows the connection of all the conversion kit components. As a result, we obtained the electrical installation plans. Also, we identify the electrical and electronic components of the Kia Picanto base vehicle. This step allowed us to define clearly the parts to be removed from the original vehicle.

With all the gathered information, we designed the parts involved in coupling the electric motor to the transmission of the base vehicle. Finally, we convert the combustion vehicle to an electric one.

**Keywords:** electric vehicles, vehicle conversion, electric motor, Lithium-Ion batteries, coupling, electronic controller.

## Contenido

Resumen.....	vii
Abstract.....	ix
Contenido.....	xi
Lista de Figuras.....	xv
Lista de tablas .....	xviii
Lista de Símbolos y abreviaturas .....	xix
1 Introducción.....	1
2 Objetivos.....	6
2.1 Objetivo general .....	6
2.2 Objetivos específicos.....	6
3 Marco Teórico .....	7
3.1 Componentes de un vehículo eléctrico.....	8
3.1.1 Motor eléctrico.....	9
3.1.2 El Controlador- inversor .....	11
3.1.3 Cargadores .....	11
3.1.4 Baterías .....	12
3.1.5 Sistema de gestión de baterías - BMS ( <i>Battery Management System</i> )	15
3.1.6 Convertidor DC-DC.....	16

3.1.7	Puerto o conector de carga.....	16
3.2	Descripción de materiales del sistema de acoplamiento .....	18
3.2.1	Duraluminio .....	18
3.2.2	Acero 4140.....	18
4	Caracterización .....	20
4.1	Caracterización de tipos de vehículos compartidos (taxis).....	20
4.2	Características mecánicas del vehículo MCI .....	21
4.2.1	Características de Motor 1,2-litros Kappa 1,2L Dual CVVT .....	22
4.2.2	Características de la Transmisión .....	23
5	Diseño y cálculos mecánicos para la conversión del vehículo.....	24
5.1	Características Mecánicas de MEV.....	24
5.2	Cálculos mecánicos del motor eléctrico.....	25
5.2.1	Fuerza por pendientes .....	26
5.2.2	Fuerza por rodamiento .....	26
5.2.3	Fuerza aerodinámica $F_a$ . .....	27
5.2.4	Fuerza por tracción $FT$ .....	29
5.2.5	Potencia para movimiento del vehículo.....	29
5.3	Cálculos de acoplamiento del motor eléctrico. ....	35
5.4	Diseño de placa, acople central de ejes y soportes de motor. ....	41
5.5	Plan de mantenimiento del vehículo de conversión.....	46

5.5.1	Baterías y BMS .....	48
5.5.2	Soportes y acoples.....	48
5.5.3	Sistema de frenos .....	49
5.5.4	Sistemas eléctricos y electrónicos.....	49
6	Diseño del sistema eléctrico del vehículo.....	50
6.1.1	Estudio diagrama eléctrico del vehículo de combustión interna. ....	50
6.1.2	Cálculos de componentes para la conexión del sistema de conversión	51
6.1.3	Dimensionamiento del sistema de conexión eléctrico y accesorios originales del vehículo.....	55
6.1.4	Diagrama eléctrico de potencia y control VEC .....	57
6.1.5	Diseño y cálculo de Baterías.....	61
7	Análisis comparativo .....	66
7.1.1	Características másicas y geométricas .....	66
7.1.2	Características de tracción y dinámicas .....	69
7.1.3	Relación y análisis de potencia-torque .....	71
7.1.4	Relación costos y consumo.....	73
8	Conclusiones y Recomendaciones.....	76
8.1	Conclusiones .....	76
8.2	Recomendaciones.....	77
9	Bibliografía.....	79

10	ANEXOS .....	86
	A. Diseño de placa, acople central y soportes sistema de conversión vehicular Kia Picanto ION en SolidWorks e Inventor.....	86
	B. Diagramas Eléctricos de Potencia y control sistema de conversión vehicular Kia Picanto ION en AutoCAD.....	86
	C. Diseño de pack de Baterías Conexionado y armado sistema de conversión vehicular kia picanto ION en SolidWorks. ....	86

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Clasificación de los Vehículos Eléctricos .....	7
<b>Figura 2</b> Renault ZOE vehículo eléctrico de Batería .....	8
<b>Figura 3</b> Clasificación de Motores Eléctricos .....	9
<b>Figura 4</b> Motor AC inducción y partes .....	10
<b>Figura 5</b> Controlador de motor de inducción de CA .....	11
<b>Figura 6</b> Cargador a Bordo ENPOWER .....	12
<b>Figura 7</b> Clases de Baterías para Vehículos eléctricos .....	14
<b>Figura 8</b> BMS Marca Orión .....	15
<b>Figura 9</b> Convertidor o inversor DC/DC .....	16
<b>Figura 10</b> Tipos de conectores Vehículos Eléctricos .....	17
<b>Figura 11</b> Duraluminio .....	18
<b>Figura 12</b> Acero 4140 .....	19
<b>Figura 13</b> porcentaje de taxis registrados en Colombia por ciudades capitales.....	20
<b>Figura 14</b> Kia Picanto Ion usado para el proceso de conversión .....	21
<b>Figura 15</b> Simulación motor eléctrico Conversión .....	24
<b>Figura 16</b> Fuerza por pendientes .....	26
<b>Figura 17</b> Fuerzas por rodamiento .....	27
<b>Figura 18</b> Líneas oposición del viento .....	28
<b>Figura 19</b> Análisis de potencias vs Velocidad con una pendiente de 0°, 5° y 10°.33	33
<b>Figura 20</b> Análisis de dimensiones de soporte .....	36
<b>Figura 21</b> Toma de medida con plantilla de transmisión manual .....	37

<b>Figura 22</b> Medidas de Cara de transmisión en borrador .....	37
<b>Figura 23</b> Fuerza vs densidad método de Ashby .....	38
<b>Figura 24</b> Diseño placa de acoplamiento .....	41
<b>Figura 25</b> Diseño acople central de ejes lado Motor .....	42
<b>Figura 26</b> Diseño acople central lado Transmisión .....	43
<b>Figura 27</b> Acople central fabricado para Hyundai i10 Kia Picanto .....	43
<b>Figura 28</b> Soportes de motor- transmisión motor de combustión.....	44
<b>Figura 29</b> Puesta de Motor-transmisión en vacío .....	44
<b>Figura 30</b> Diseño e instalación de placa soporte motor eléctrico .....	45
<b>Figura 31</b> Soporte tipo abrazadera Motor Eléctrico Kia picanto .....	46
<b>Figura 32</b> Ubicación de Componentes implicados en la ignición del MCI.....	50
<b>Figura 33</b> Modelamiento controlador 72 V .....	52
<b>Figura 34</b> Modelamiento convertidor o inversor .....	53
<b>Figura 35</b> Modelamiento Cargador de Baterías .....	53
<b>Figura 36</b> Interruptor de corte Trabajo Pesado .....	55
<b>Figura 37</b> Arnés eléctrico interno .....	56
<b>Figura 38</b> Plano Eléctrico General.....	58
<b>Figura 39</b> Planos eléctrico de Potencia .....	59
<b>Figura 40</b> Circuito de conexión eléctrica/electrónica del controlador .....	60
<b>Figura 41</b> Circuito de Control BMS- Baterías .....	60
<b>Figura 42</b> Interfaz de comunicación BMS .....	61
<b>Figura 43</b> Celda o Batería LifePo4 .....	63
<b>Figura 44</b> Diseño final pack de Baterías 72 V .....	65

<b>Figura 45</b> Diseño final Acoplamiento Pack de baterías.....	65
<b>Figura 46</b> Relación Par Motor Potencia RPM motor Kappa CVVT .....	70
<b>Figura 47</b> Curva de consumo específico.....	71
<b>Figura 48</b> Análisis Par- Potencia motor eléctrico y de combustión.....	73

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Venta de vehículos híbridos y eléctricos en países de América Latina .....	3
<b>Tabla 2</b> Vehículos híbridos y eléctricos en Colombia enero 2022 .....	3
<b>Tabla 3</b> Taxis registrados en Colombia 2021-2022 .....	21
<b>Tabla 4</b> Características técnicas motor 1,2L Kia Picanto .....	22
<b>Tabla 5</b> Características básicas de transmisión manual .....	23
<b>Tabla 6</b> Datos Técnicos Motor eléctrico de conversión Vehicular .....	25
<b>Tabla 7</b> Coeficientes de rodamiento.....	27
<b>Tabla 8</b> Coeficiente de penetración aerodinámica .....	28
<b>Tabla 9</b> parámetros técnicos del vehículo .....	30
<b>Tabla 10</b> Mantenimientos mecánicos preventivos y correctivos .....	47
<b>Tabla 11</b> Mantenimientos eléctricos .....	47
<b>Tabla 12</b> Componentes eléctricos y electrónicos del VCI.....	51
<b>Tabla 13</b> Especificaciones técnicas componentes kit de conversión .....	53
<b>Tabla 14</b> Capacidad de corrientes de conductores centelsa .....	54
<b>Tabla 15</b> Componentes y accesorios .....	57
<b>Tabla 16</b> Componentes involucrados sistema eléctrico de potencia y control .....	59
<b>Tabla 17</b> Datos para cálculo de Baterías .....	62
<b>Tabla 18</b> Especificaciones Técnicas Celda de Batería LifePo4 GBS .....	64
<b>Tabla 18</b> Balance de masas vehículo con MCI y Motor eléctrico. ....	67
<b>Tabla 19</b> Parámetros y especificaciones del vehículo eléctrico.....	67
<b>Tabla 20</b> Consumo de combustible VS Electricidad .....	74
<b>Tabla 21</b> Costos del proceso de conversión.....	74

### Lista de Símbolos y abreviaturas

<b>Ecuación 1</b> Fuerza por pendiente .....	26
<b>Ecuación 2</b> Fuerza por rodamiento .....	27
<b>Ecuación 3</b> Fuerza aerodinámica. ....	28
<b>Ecuación 4</b> Fuerza debida a la tracción.....	29
<b>Ecuación 5</b> Potencia para el movimiento del vehículo .....	29
<b>Ecuación 6</b> Fuerza total de tracción con pendiente 0° .....	31
<b>Ecuación 7</b> Potencia total de tracción con pendiente 5° .....	31
<b>Ecuación 8</b> Potencia total de tracción con pendiente 10° .....	32
<b>Ecuación 9</b> Torque o Par motor .....	34
<b>Ecuación 10</b> Resistencia a la flexión.....	38
<b>Ecuación 11</b> Torque máximo de aplicación.....	39
<b>Ecuación 12</b> Eficiencia del vehículo eléctrico .....	62
<b>Ecuación 13</b> Carga eléctrica de batería LiFePO4 .....	63
<b>Ecuación 14</b> Centro de gravedad Longitudinal lateral.....	68
<b>Ecuación 15</b> Centro de gravedad por sumatoria de torques.....	68

## Abreviaturas

Abreviatura	Término
GEI	Gases Efecto Invernadero
VE	Vehículo Eléctrico
VCI	Vehículo Combustión Interna
MCI	Motor combustión Interna
VEC	Vehículo Eléctrico conversión
CC	Corriente Continua
CA	Corriente Alterna
A	Amperes
Km/h	Kilómetros por hora
V	Voltaje
Cm	Centímetro
Mm	Milímetro
kWh/m <sup>2</sup>	Kilo Watt hora por metro cuadrado
km	Kilómetro
CP	Caballos de potencia
kW	Kilowatt
Fr	Fuerza de Fricción
N	Normal
Fa	Fuerza del aire
P	Potencia
RPM	Revoluciones por minuto
Ah	Amperes hora

## 1 Introducción

El aumento del parque vehicular incrementa el consumo, en grandes cantidades, de energéticos primarios y secundarios, generalmente de origen fósil, lo que genera dos problemas fundamentales: el primero, la gran demanda de combustibles fósiles y el segundo, las consecuencias en la salud de los seres vivos y en el mismo planeta producidas por la emisión de material particulado a la atmósfera. Esto ha impulsado la búsqueda de alternativas para reemplazar los combustibles como Diesel y/o gasolina, que tienen bajas eficiencias energéticas, donde solo del 12 al 30 % del combustible es usado para el movimiento del vehículo. El hidrógeno comprimido como energía alternativa tiene un rendimiento de 750 Wh/L; sin embargo, si la producción de hidrógeno se hace a partir de combustibles fósiles, el impacto ambiental persiste, por lo tanto, se hace imperativo emplear otras alternativas mientras se alcanza una mejor infraestructura para la producción de hidrógeno verde [1].

Los vehículos híbridos tienen una mayor eficiencia, ya que entre el 21 % al 40 % de la energía de los combustibles es usado para mover el vehículo [1]. Estos producen ahorros en energéticos primarios, y reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes. Esto permite inferir que al usar en el sistema de propulsión del vehículo una parte eléctrica se mejora la eficiencia del sistema y reducir la emisión de GEI. Esto ha hecho que los Vehículos Eléctricos – VE ganen popularidad.

Los Vehículos eléctricos - VE surgieron en el siglo XIX durante los avances y ensayos en electromagnetismo. En 1834 se construye lo que, al parecer, se reconoce en la historia como el primer vehículo eléctrico del mundo. No obstante, a partir de 1930 la

industria de los vehículos eléctricos permaneció sin grandes cambios. No fue hasta la década de 1960, que la industria de los vehículos eléctricos tuvo un nuevo impulso dado por la Henney Motor Company, con sede en Nueva York, quien propuso convertir el Renault Dauphine en un automóvil eléctrico en 1959 y lo llamó Henney Kilowatt. Otro ejemplo, quizás más conocido, se desarrolla en Michigan por la Electric Fuel Propulsion Corp., que modifica el Renault 10 I, Renault Dauphine y MARS II a MARS con más éxito que Henney Motor Co [2].

Según la ONU, en América Latina son favorables los desarrollos en movilidad eléctrica, cada país ha introducido estrategias nacionales, a fin de que la movilidad eléctrica se desarrolle, algunos países enfocados en el transporte público con la inserción de autobuses y taxis eléctricos. Los países en América Latina se han propuesto metas en la reducción de GEI, dando respuesta al Acuerdo de París, en el que la región representa el 10 % de las emisiones globales de GEI. En este sentido, mediante la movilidad de eléctrica se puede mejorar la calidad del aire, brindar transporte modernizado y reducir de manera significativa las emisiones, dando pie al cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos [3].

En Colombia, la UPME o Unidad de Planeación Minero-Energética, anunció a través de comunicado de prensa en enero de 2020 el Plan Nacional de Energía que permite dar cumplimiento a los ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible. Como objetivos del plan se encuentra el acceso equitativo a la electricidad, desarrollar el país y contribuir en la mitigación del cambio climático y sus efectos, con la reducción de las emisiones contaminantes o de dióxido de carbono. Teniendo en cuenta este último objetivo, se hace necesaria la transformación del sector transporte, que supone el 40 % del consumo total energético del país en la actualidad [4]. Los avances en el transporte sostenible sugieren que

los vehículos eléctricos o a gasolina reducirán la necesidad de combustibles líquidos del país al 20 % para 2050 y en proyecciones, se muestra que los colombianos seguirán necesitando materiales líquidos en actividades diarias como el transporte terrestre y aéreo. Una vez que esto se logre, el país superará el objetivo del Acuerdo de París de la COP 21 de una reducción del 22,5 % en las emisiones de COP (COP 21) [4].

Colombia es uno de los tres líderes en América Latina en la compra y conversión de estos vehículos, según las cifras de la Tabla 1 entregadas por la ANDEMOS - Asociación Nacional de Movilidad Sostenible, los carros con bajas emisiones mostraron un crecimiento de 1,51 veces entre 2021 y 2022 pasando de 653 a 1.639 unidades. En la Tabla 2 se dan a conocer los datos del 2021 y del 2022 [5].

**Tabla 1** Venta de vehículos híbridos y eléctricos en países de América Latina

	Vehículos eléctricos puros		Vehículos híbridos eléctricos enchufables		Vehículos híbridos eléctricos		Totales	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<b>Ventas</b>								
<b>Países</b>								
<b>Argentina</b>	8	9	ND	ND	520	1.482	528	1.491
<b>Brasil</b>	45	57	125	309	5.021	4.582	5.191	4.948
<b>Chile</b>	157	217	79	85	696	850	932	1.152
<b>Colombia</b>	241	333	134	307	667	2.102	1.042	2.742
<b>Costa Rica</b>	177	171	7	ND	214	ND	398	171
<b>Ecuador</b>	18	19	ND	ND	237	723	255	742
<b>México</b>	100	143	697	358	6.494	9.360	7.291	9.861
<b>Perú</b>	3	10	3	1	139	195	145	206
<b>Rep. Dominicana</b>	ND	211	ND	11	ND	197	ND	419
<b>Total</b>	749	1.170	1.045	1.071	13.988	19.491	15.782	21.732

Nota: tomado de RUNT ANDEMOS [5]

**Tabla 2** Vehículos híbridos y eléctricos en Colombia enero 2022

Vehículos híbridos y eléctricos en Colombia enero 2022			
Mes Enero Acumulado			
Tecnología	2021	2022	Veces

<b>1</b>	HEV	553	970	0,75
<b>2</b>	BEV	45	197	3,37
<b>3</b>	PHEV	55	272	3,94
<b>Total</b>		653	1.639	1,51

Contribuyendo en el desarrollo de una movilidad sostenible, Colombia decide incursionar en el mundo de los vehículos eléctricos. En Medellín, Cali, Bogotá y algunas otras ciudades principales del país, en donde se presentan problemas relacionados a los GEI generados por los vehículos de combustión interna, se realiza transformación de vehículos de combustión por eléctricos [6]. El proyecto EOLO, el primero enfocado en la construcción y conversión de un vehículo eléctrico, nació desde el año 2009 en Cali. El vehículo construido cuenta con sistema regenerativo que aprovecha el fluido de aire que se genera al avanzar el vehículo [7]. En ese sentido, el principal objetivo o interés de este proyecto, está en demostrar la viabilidad de los vehículos eléctricos como una alternativa de diversificación del transporte. En consecuencia, se busca incentivar el uso de vehículos eléctricos de uso particular, contribuir a la reducción de gases contaminantes e informar de las posibilidades de conversión de los vehículos convencionales a un eléctrico.

En la actualidad se puede acceder fácilmente a kits de conversión de motor de combustión a uno eléctrico. Los kits vienen equipados con un motor eléctrico AC o DC, un controlador o inversor, cargador de baterías, convertidor DC-DC, y accesorios para conexión. Los kits de conversión vienen con distintas características, con relación al peso, potencia y tensión, las cuales son adecuadas para los diferentes vehículos de combustión interna que se encuentran en las carreteras, cada uno de ellos puede ser adquirido directamente en China, Estados Unidos o a través de organizaciones, su costo varía entre 800 USD y 7000 USD [8]. En América Latina, las organizaciones auto libre o *EnergyEV*,

empresas mexicanas, son líderes en la conversión de vehículos eléctricos. A partir de esta y otras iniciativas empresas y personas empezaron a interesarse más por la compra y conversión de vehículos eléctricos.

Siguiendo la tendencia en la conversión de vehículos de motor de combustión a eléctricos, este proyecto busca entregar un insumo que contenga los requerimientos técnicos y mecánicos necesarios para la conversión de un vehículo de combustión interna - MCI a uno de tipo eléctrico. Para este fin se considerarán los cálculos que permitan dimensionar la capacidad del motor eléctrico para el vehículo a transformar, los componentes a instalar con su respectivo modelamiento de ensamble de motor- transmisión y baterías-carrocería, los planos eléctricos y mecánicos de la instalación, las relaciones de peso-potencia-velocidad, los materiales y herramientas, y los requerimientos legales que exige el ministerio del transporte para realizar esta conversión como la documentación (carta de propiedad, técnico mecánica, impuestos y seguro obligatorio).

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Diseñar un protocolo de conversión de vehículos con motor de combustión interna a motor eléctrico a partir del vehículo de marca KIA Picanto ION.

### 2.2 Objetivos específicos

- Definir los requerimientos técnico-mecánicos estudiando las características del motor de combustión original del vehículo, para seleccionar el motor central y kit de conversión adecuado.
- Diseñar el acoplamiento mecánico del motor eléctrico que se obtiene del kit de conversión, a la transmisión original del vehículo.
- Determinar las características técnicas de los sistemas eléctricos asociados al kit de conversión obtenido para el vehículo.
- Realizar una comparación técnica entre el motor de combustión interna - MCI del vehículo y el nuevo motor eléctrico de conversión.

### 3 Marco Teórico

Cuando se habla de vehículos eléctricos se refiere a una amplia gama de tecnologías con diversos grados de electrificación de la transmisión. Las variaciones van desde híbridos eléctricos suaves en los que el motor de tipo eléctrico no puede impulsar el motor de combustión interna -MCI de un automóvil por sí solo, hasta totalmente eléctricos con solo el motor eléctrico y batería, eso ha derivado en la clasificación mostrada en la Figura 1.

**Figura 1** Clasificación de los Vehículos Eléctricos



Nota: tomado de [9] [10] [11]

En este proyecto se hará la conversión de un vehículo de combustión - MCI a un vehículo eléctrico de baterías, por eso se profundizo un poco más en este tipo.

El vehículo de baterías es totalmente eléctrico porque la energía que utiliza para viajar proviene de la electricidad de su batería. Estos carros suelen tener sistemas de absorción de energía de frenado y desaceleración que acompañados de sistemas electrónicos permiten cargar la batería; sin embargo, la cantidad de energía que se obtiene con estos sistemas suele ser muy bajas, por lo tanto, para cargar completamente la batería, se debe conectar la batería al punto de carga. El vehículo está etiquetado electrónicamente con cero emisiones y tiene muchas ventajas a la hora de entrar en grandes núcleos urbanos, tiene zona de bajas emisiones y otras ventajas como zona exclusiva de aparcamiento Figura 2 [12].

**Figura 2** Renault ZOE vehículo eléctrico de Batería



Nota: tomado de [11]

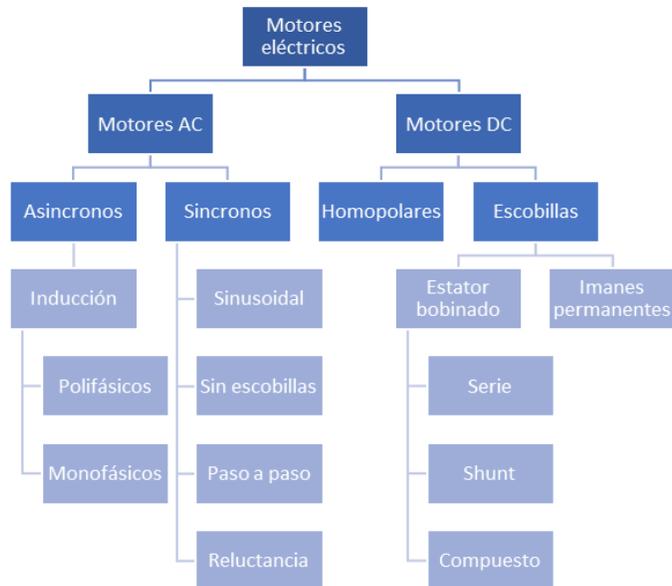
### **3.1 Componentes de un vehículo eléctrico**

Los principales componentes de los vehículos eléctricos - EV son principalmente un enchufe toma corriente AC, cargador de batería, baterías y convertidores de corriente, módulos de control y motores eléctricos. A continuación, se detallan cada uno de ellos.

### 3.1.1 Motor eléctrico

Dentro de las piezas que componen el vehículo eléctrico se encuentra el motor, que es el equipo que entrega la energía eléctrica necesaria para generar movimiento. Consecuentemente, la selección de un motor adecuado determinará la eficiencia y costos de inversión y mantenimiento. Además, se busca que el motor tenga una alta densidad de potencia, un torque de respuesta rápida, alta potencia instantánea, regiones de torque y potencia constantes, bajo costo, y un alto torque a baja velocidad para aceleración inicial y pendientes [13]. Considerando estos aspectos, los motores más usados en vehículos eléctricos e híbridos son motores DC, motores de inducción, motores síncronos de imanes permanentes, los motores DC sin escobillas y de reluctancia conmutada (ver Figura 3) [14].

**Figura 3** Clasificación de Motores Eléctricos

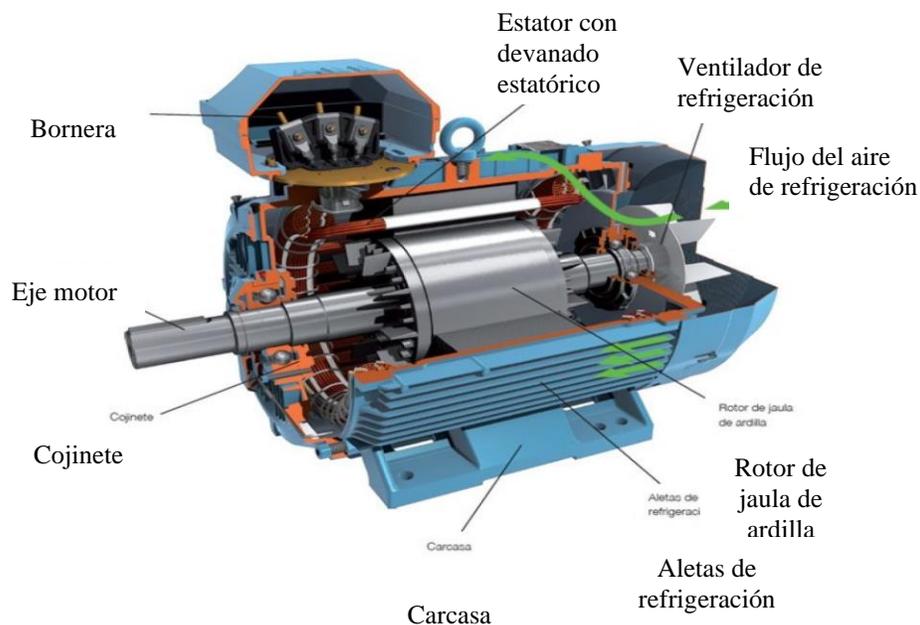


Nota: hecho con información de [13] [15] [16]. Se describen los motores más usados en vehículos eléctricos.

Sin embargo, los motores en AC tienen algunas ventajas sobre los DC debido a una mejor eficiencia, requieren menos mantenimientos, robustez, confiabilidad, mayor densidad de potencia y frenado regenerativo [13]. Este será el tipo de motor utilizado en el proceso de conversión vehicular, por esta razón se profundizó más en esta clase de motores.

En este motor de inducción la corriente eléctrica en el rotor que produce torque es obtenida del campo magnético del estator bobinado por inducción electromagnética. campo magnético del estator genera velocidad siempre mayor a la del rotor, a esto se le conoce como el deslizamiento. La Figura 4 muestra un motor de jaula de ardilla. Este motor produce ruidos muy bajos, su valor es accesible, y también es eficiente. Sin embargo, existe posible riesgo de sobrecarga [17].

**Figura 4** Motor AC inducción y partes



Nota: tomado de [18]

### 3.1.2 El Controlador- inversor

Este componente convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna ver Figura 5, y permite que el motor inicie y esté en funcionamiento. Este dispositivo controla la fuerza y la frecuencia de la energía eléctrica emitida por la batería al motor, variando velocidad de rotación propia del motor y la cantidad de potencia entregada a la carga, cuyas variaciones se basan en la señal tomada del pedal electrónico del vehículo, indicando mayor o menor demanda [19].

**Figura 5** Controlador de motor de inducción de CA



Nota: tomado de [20]

### 3.1.3 Cargadores

El cargador es el elemento que permite la recarga del sistema de almacenamiento. El cargador tiene un inversor incorporado que toma la corriente alterna a partir de la red eléctrica y le rectifica para obtener a la salida corriente continua, que es entregada a las

baterías como se puede ver en la Figura 6. De las características del cargador depende la velocidad de carga de las baterías del vehículo [19].

**Figura 6** Cargador a Bordo ENPOWER



Nota: tomado de [19] [8]

### **3.1.4 Baterías**

Las baterías se encargan de almacenar la energía que se transfiere desde el cargador en forma de corriente continua, estas baterías alimentan el motor eléctrico por medio del controlador y también aportan la energía a la batería principal de accesorios por medio de un inversor. La capacidad de carga de las baterías se determina por la naturaleza de su componente, siendo esta medida en amperios-hora (Ah), lo que se traduce en que la batería suministra un amperio de corriente a lo largo de una hora de forma continua. En tanto mayor es la capacidad de carga, mayor corriente almacena en su interior [21].

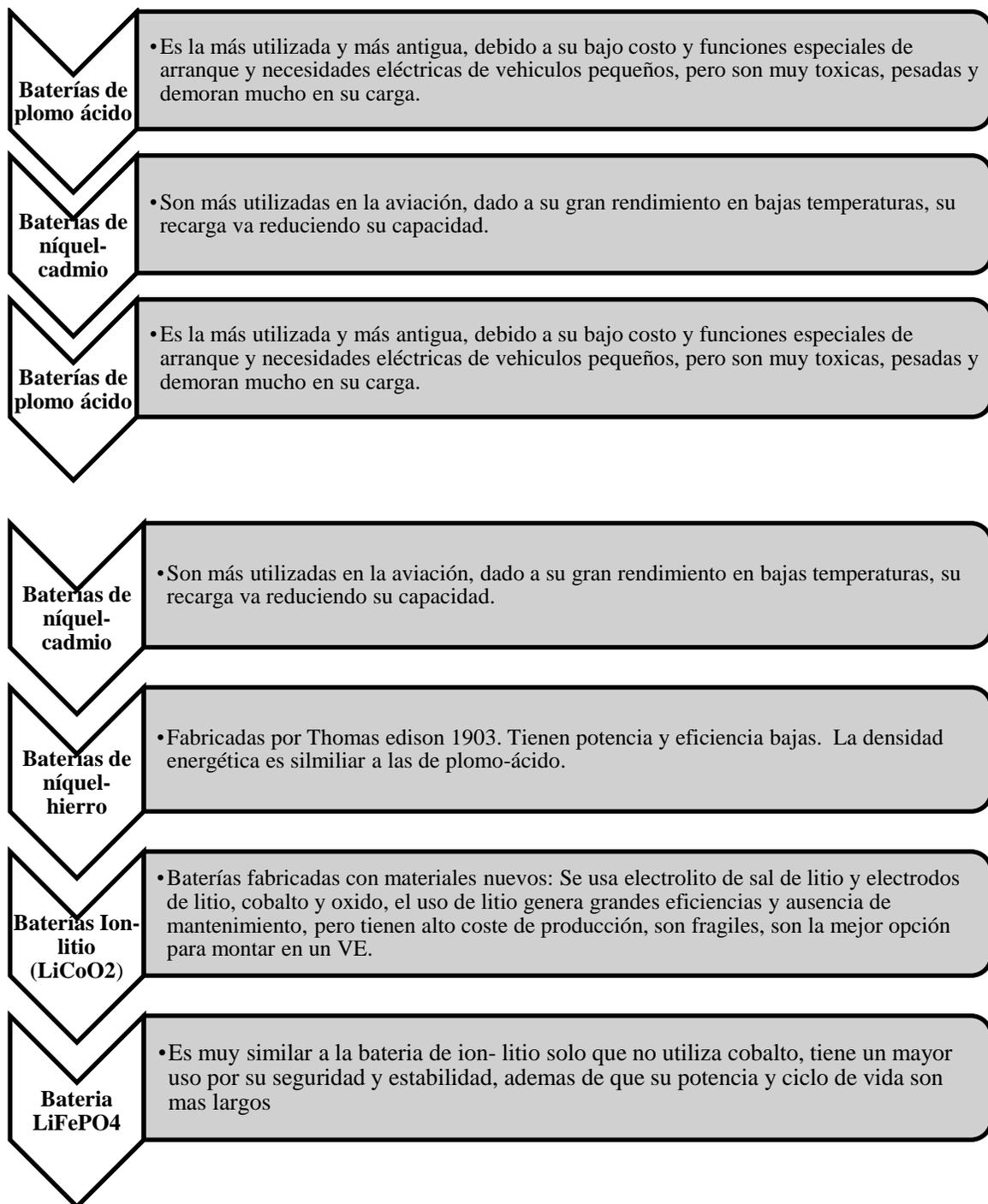
Los principales parámetros que se deben tener en cuenta para determinar baterías de vehículos eléctricos son:

- Densidad energética: es la capacidad de almacenamiento de energía en kWh y el volumen de la batería, usualmente dado en litros.
- Capacidad: es la capacidad máxima de entregar energía durante la descarga. Cuanta más capacidad, mejor será el rendimiento del vehículo de tipo eléctrico.
- Eficiencia: se refiere a la energía que consume o rendimiento de la batería en valor de porcentaje.
- Ciclo de vida: ciclo completo de descarga y carga, respaldado por la batería antes del reemplazo. En tanto más ciclos presente, mayor duración tendrá [21].

En la

Figura 7 se muestran los tipos de baterías para vehículos de tipo eléctrico que se usan actualmente.

**Figura 7** Clases de Baterías para Vehículos eléctricos



Nota: tomado de [22] [23] [21]

### 3.1.5 Sistema de gestión de baterías - BMS (*Battery Management System*)

También llamado sistema de gestión de baterías puede recopilar, procesar y almacenar información importante en tiempo real mientras funciona la batería, ver Figura 8. A su vez, puede intercambiar información con dispositivos externos como controladores. También puede abordar cuestiones clave relacionadas con la seguridad, la disponibilidad y la vida útil de la batería [24].

**Figura 8** BMS Marca Orión



Nota: tomado de [25]

El BMS se utiliza principalmente para baterías de litio, que se basan principalmente en iones de litio y su movimiento entre los electrodos positivo y negativo. Los sistemas de monitoreo que muestra BMS nos permite capturar parámetros operativos como voltaje, amperaje, resistencia, temperatura y niveles electrolíticos, los datos son registrados automáticamente utilizándose principalmente para un diagnóstico predictivo y estimaciones en tiempo real más precisas, utiliza sensores para controlar la temperatura ambiente y de la

batería, lo que proporciona una advertencia cuando la temperatura de la batería está fuera del rango óptimo, de forma temprana.

### 3.1.6 Convertidor DC-DC

La función de los convertidores DC-DC en un automóvil eléctrico es mantener una magnitud de voltaje o corriente constante en la salida, el cual sirve para recargar la batería de accesorios de cualquier vehículo, se selecciona de acuerdo con el voltaje del banco de baterías principal, y éste entregará un voltaje de salida de 13,8 V con esto se mantiene el funcionamiento correcto de los componentes del vehículo, ver Figura 9 [8].

**Figura 9** Convertidor o inversor DC/DC



Nota: tomado de [8]

### 3.1.7 Puerto o conector de carga

La fuente de energía interna (baterías) de los vehículos eléctricos debe ser alimentada por una fuente externa, la energía de red, y transmitirse por un puerto de carga, en donde

existen diferentes tipos de cargadores y es posible que se necesite un conector especial para cada tipo de vehículo en la Figura 10 se pueden encontrar los conectores más comunes que se usan en los autos eléctricos [26].

**Figura 10** Tipos de conectores Vehículos Eléctricos



*Nota.* tomado de [26].

## 3.2 Descripción de materiales del sistema de acoplamiento

### 3.2.1 Duraluminio

Pertenece a la familia de aleaciones ligeras. Sus propiedades son principalmente elevada resistencia mecánica a temperatura ambiente, la alta resistencia a la tracción, alta resistencia a la fatiga, buena dureza con valores de hasta 130 HB, buena resistencia a la corrosión y excelente maquinabilidad. Las principales aplicaciones del Duraluminio en la industria automotriz son los repuestos mecánicos tales como poleas y piñones y nace nueva aplicación del aluminio en los vehículos eléctricos está en las estructuras (cajas) que llevan baterías eléctricas, ver Figura 11 [27].

**Figura 11** Duraluminio



Nota: tomado de [27]

### 3.2.2 Acero 4140

SAE 4140 es un acero de medio carbono templado en aceite con una aleación de cromo molibdeno con buena penetración, resiste hasta 400°C sin revenido por fragilidad, flexible torsión en secciones pequeñas y medianas y apto para esfuerzos de fatiga. Sus

aplicaciones en la industria automotriz son la fabricación de engranajes, bielas, cilindros de motores, ejes, rotores, cigüeñales, etc., ver Figura 12 [28].

**Figura 12** Acero 4140

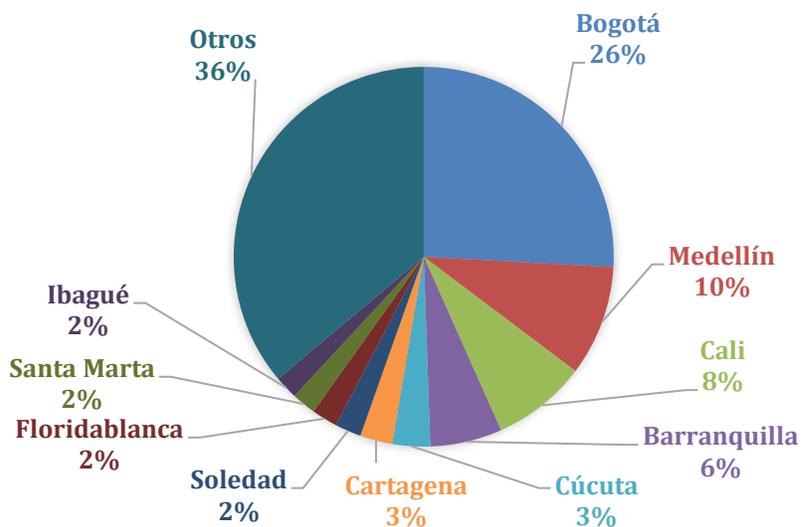


Nota: tomado de [28].

## 4 Caracterización

### 4.1 Caracterización de tipos de vehículos compartidos (taxi)

**Figura 13** porcentaje de taxis registrados en Colombia por ciudades capitales



Nota: tomado de [29].

Entre 211.464 taxis que existen en el territorio nacional (ver Figura 13), Bogotá tiene registrados con 54.695 que trabajan independientes o con empresas establecidas. Medellín le sigue en cifras con 19.899; seguidamente se encuentra está Cali con 17.034; la ciudad de Barranquilla 12.916. Ciudades como Cúcuta, Cartagena, Soledad, Santa Marta e Ibagué, poseen registros de entre 6.000 y 4.000 taxis. Las asociaciones de taxistas manifiestan que el total de estos vehículos es mayor y puede llegar hasta 600.000 unidades en el país incluyendo los incrementos que hubo durante el 2021 y transcurso del 2022 [29].

Según el informe actualizado de marzo de 2022 del sector automotor de la ANDEMOS - Asociación Nacional de Movilidad Sostenible y con cifras actualizadas del

RUNT ver Tabla 3 se presentan las siguientes estadísticas de los taxis que se registraron en el 2021 e inicios del 2022, donde se ve claramente que la marca KIA ha sido una de las marcas más vendidas y preferidas por el gremio de taxistas para el transporte actual. [5]

**Tabla 3** Taxis registrados en Colombia 2021-2022

TAXIS REGISTRADOS EN COLOMBIA			ACUMULADO POR AÑO		
Ranking 2022	Ranking 2021	Marca	2021	2022	Variación porcentual
1	1	KIA	371	567	52,8 %
2	3	CHEVROLET	214	427	99,5 %
3	4	RENAULT	58	100	72,4%
4	2	HYUNDAI	252	85	-66,3%
5	7	CITROEN	12	32	166,7%
		OTROS	88	11	100%
TOTAL			995	1.222	22,8%

Nota: tomado de [5]

#### 4.2 Características mecánicas del vehículo MCI

El vehículo base implicado es un Kia picanto ION modelo 2016, con motor 1,2 Lt, el cual cuenta con transmisión mecánica con 5 velocidades, identificado en la Figura 14.

**Figura 14** Kia Picanto Ion usado para el proceso de conversión



Nota: Taxi de la ciudad de Duitama fuente: Autor.

El desempeño de este vehículo se analizó en los datos tomados mediante una prueba de ruta realizada por los diferentes sitios de la ciudad, calles inclinadas y autopistas, se determina que es un carro con bajo consumo de combustible ya que tiene un rendimiento de 4,8 litros/100 km [30]. Según las pruebas que se realizan en EuroCAP que son las pruebas de protección que ofrece cualquier vehículo a sus ocupantes, el Kia Picanto sacó un margen de tres estrellas ya que este no contaba con sistema de control de estabilidad [31].

#### 4.2.1 Características de Motor 1,2-litros Kappa 1,2L Dual CVVT

Este vehículo tiene un motor de gasolina Kappa dual CVVT (Continuously Variable Valve Timing), que Hyundai desarrollo e instaló en modelos pequeños como Hyundai i10, i20 y el Kia Picanto. La fabricación de este motor tuvo como objetivos reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, reducir el consumo de combustible, obtener un par motor generoso, un peso ligero, el ruido mínimo, sin muchos costos y eficiente obteniendo las características técnicas de este motor que se pueden ver en la Tabla 4.

**Tabla 4** Características técnicas motor 1,2L Kia Picanto

<b>Características técnicas motor 1,2L Kia Picanto</b>	
<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Tipo / capacidad	Kappa (4 en línea), DOHC, cuatro cilindros, con doble CVVT / 1248 CC.
Energía / torque 86 hp	(63 kW) 6000 rpm/120 Nm (12.2 kgm) 4000 rpm
Emisiones	Desde 105 g/km CO <sub>2</sub>
Potencia máxima	85 CV / 62,6 kW
Revoluciones potencia máxima	6.000 rpm
Par máximo	122 Nm
Revoluciones por máximo	4.000 rpm
Disposición de los cilindros	En línea
Material del bloque y culata	Aluminio
Peso seco	71,4 kg

Nota: tomado de [32]

#### 4.2.2 Características de la Transmisión

También se toma en cuenta los datos técnicos de la transmisión mecánica, para este vehículo ya que nos servirá a la hora de tomar los cálculos correspondientes en este proyecto estos datos están en la Tabla 5.

**Tabla 5** Características básicas de transmisión manual

<b>Características básicas de transmisión manual</b>	
Característica	Descripción
Tracción	Delantera
Caja de cambios	Manual
Ubicación	Transversal
Número de velocidades	5
Relación transmisión	4,587
Peso	24,5

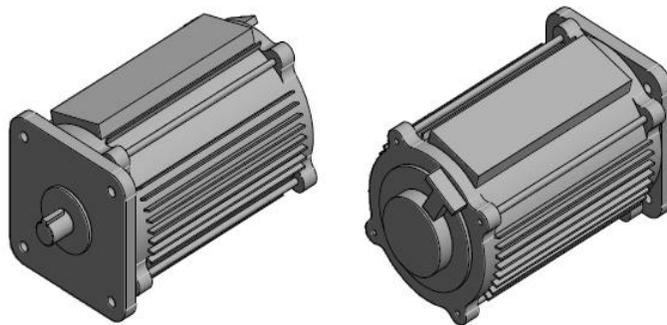
Nota: tomado de [32] [33].

## 5 Diseño y cálculos mecánicos para la conversión del vehículo

### 5.1 Características Mecánicas de MEV

El nuevo motor eléctrico vehicular (MEV) a instalar debe tener ciertas condiciones para que el vehículo funcione de manera óptima, para ello se deben tener en cuenta ciertos parámetros que serán la base para este proyecto. El principal criterio de selección del motor eléctrico fue la capacidad de los kits de conversión de vehículo disponibles comercialmente. Posteriormente, se analizó la capacidad de esos kits, con el fin de seleccionar uno capaz de mover el peso del vehículo base usado en este proyecto que es aproximadamente de 900 kg. En ese sentido, el kit de 72 V es capaz de mover entre 800 y 1.200 kg por eso es el que se usa en este proyecto. La Tabla 6 muestra las características del motor eléctrico con el cual viene el kit de conversión y la Figura 15 de muestra el esquema del motor eléctrico de conversión.

**Figura 15** Simulación motor eléctrico Conversión



*Nota:* Planos anexos.

**Tabla 6** Datos Técnicos Motor eléctrico de conversión Vehicular

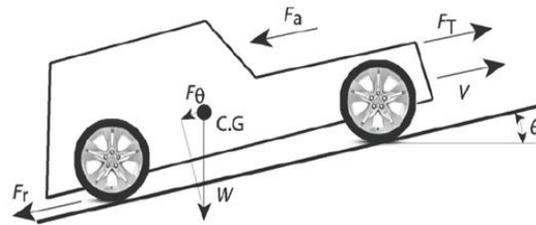
<b>Ficha técnica motor eléctrico AC inducción</b>	
Marca	Changzhou Yangs Motor Co. Ltd o SHINEGLE
Modelo	YSQ- 7.5- 72- 18 Q7.5YB-72
Potencia nominal(kW)	7,5 kW
Pico de Potencia	16 kW
Torque (N.m)	23.9
Voltaje (VDC)	51- 72
Tipo	Trifásico asincrónico
Revoluciones (Rpm)	3.000
Corriente (A)	118
Peso (Kg)	39 kg
Peso del vehículo con máxima carga (Ton)	1,2
Máxima velocidad (km/h)	75
Corriente de salida con máxima velocidad (A)	115
Velocidad normal (km/h)	55
Corriente de salida con velocidad normal (A)	60
Capacidad de inclinación (%)	25
Aceleración de 0~50km/h (s)	9

*Nota:* tomado de Changzhou Yangs Motor Co. Ltd o SHINEGLE

## 5.2 Cálculos mecánicos del motor eléctrico

Una vez definido el motor que tendrá el vehículo es necesario conocer las fuerzas que experimentará éste para determinar si tiene la capacidad suficiente para soportarlas; para ello, es necesario estudiar las cargas que influyen en el desempeño del motor. Hay varias maneras de hacer el análisis de la dinámica de vehículos, en este caso se usa el método del proyecto de investigación de la UTP llamado “*Diseño y construcción de un vehículo solar híbrido*”, el cual fue aprobado y financiado por Colciencias [34]. En este método se analizan las fuerzas resistivas del vehículo en movimiento ya que estas son indispensables para obtener la potencia total, para el análisis de tienen en cuenta la  $F_{\theta}$  o Fuerza por pendiente,  $F_r$  o Fuerza de rodamiento,  $F_a$  o Fuerza aerodinámica y  $F_T$  o Fuerza por tracción

**Figura 16** Fuerza por pendientes



Nota: tomado de [34].

### 5.2.1 Fuerza por pendientes

La fuerza por pendientes se calcula con la Ecuación 1.

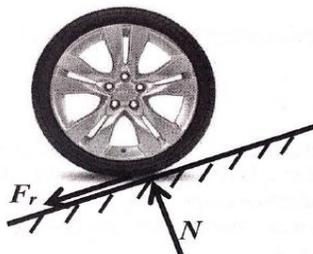
**Ecuación 1** Fuerza por pendiente

$$F_\theta = W \text{sen}\theta$$

Donde  $F_\theta$ : Fuerza por pendientes,  $W$ : peso del vehículo y  $\text{sen}\theta$  el seno del ángulo de inclinación.

### 5.2.2 Fuerza por rodamiento

Se relaciona con el efecto que tienen las llantas sobre una superficie, para poder hallar esta fuerza se tiene la Ecuación 2.

**Figura 17** Fuerzas por rodamiento

Nota: tomado de [34].

**Ecuación 2** Fuerza por rodamiento

$$F_r = C_r * N = C_r * W \cos \theta$$

Donde  $C_r$  es el coeficiente de rodadura, ver Tabla 7

**Tabla 7** Coeficientes de rodamiento

Coeficientes $C_r$	Superficies de contacto
0,0002 a 0,0010	Ruedas de ferrocarril sobre rieles de acero
0,0010 a 0,0154	llantas sobre hormigón
0,020	Llantas sobre losas de piedra
0,030 a 0,035	llantas sobre alquitrán o asfalto
0,055 a 0,065	Llantas sobre hierba, barro y arena

Nota: tomado de [34]

### 5.2.3 Fuerza aerodinámica $F_a$ .

En esta fuerza el viento impide que el vehículo avance, ver Figura 18, que dependen de la forma del vehículo la velocidad con la que corre el viento y la densidad de éste [34].

**Figura 18** Líneas oposición del viento

*Nota:* tomado de [35]

**Ecuación 3** Fuerza aerodinámica.

$$F_a = \frac{1}{2} \rho S K_a V^2$$

Donde el factor de penetración aerodinámica es  $K_a$  y  $S$  el área transversal del objeto.

La Tabla 8 registra algunos de los valores de  $K_a$ .

**Tabla 8** Coeficiente de penetración aerodinámica

Forma		Ka		Forma	Ka
Esfera		0.47		Cilindro largo	0.82
Media esfera		0.42		Cilindro corto	1.15
Cono		0.50		Alabe	0.04
cubo		1.05		Media Alabe	0.09

*Nota:* tomado de [35]

### 5.2.4 Fuerza por tracción $F_T$

Para obtener el movimiento del vehículo se necesita de una fuerza externa proveniente del motor que depende del radio de la rueda  $R_T$  y el par motor  $T_T$ .

$$F_t = \frac{T_T}{R_T}$$

Se relacionan las fuerzas externas utilizando la segunda ley de newton:

$$\Sigma F = m * a$$

$$F_T - F_\theta - F_r - F_a = m * a$$

La fuerza externa de tracción se determina mediante la Ecuación 4:

**Ecuación 4** *Fuerza debida a la tracción*

$$F_T = W \operatorname{sen} \theta + C_r W \operatorname{cos} \theta + \frac{1}{2} \rho S K_a V^2 + ma$$

### 5.2.5 Potencia para movimiento del vehículo

El movimiento del vehículo genera fuerzas que se le oponen cuya magnitud será directamente proporcional a la velocidad. Para vencer esa oposición y generar movimiento del vehículo se necesita que el motor entregue una potencia que permita romper esas fuerzas que se oponen, este valor se determina con la Ecuación 5.

**Ecuación 5** *Potencia para el movimiento del vehículo*

$$W = (\dot{w} \operatorname{sen} \theta + \dot{w} C_r \operatorname{cos} \theta + \frac{1}{2} \rho S K_a V^2 + ma) * V$$

Como se ha seleccionado un vehículo KIA picanto ION para realizar el diseño de conversión, se tiene en cuenta las características básicas técnicas que están en la Tabla 9.

**Tabla 9** parámetros técnicos del vehículo

<b>Valores asumidos para el cálculo de potencia</b>			
<b>Coefficiente de rodadura</b>	Cr	0,03	Adimensional
<b>Área frontal del vehículo</b>	S	2,4244	m <sup>2</sup>
<b>Peso del vehículo</b>	Ma	845	kg
<b>Peso de carga</b>		350	kg
<b>Peso del vehículo total (vehículo +carga)</b>	Ga	1.195	kg
<b>Gravedad</b>	G	9,81	m/s <sup>2</sup>
<b>Densidad del aire</b>	P	1,2	kg/m <sup>3</sup>
<b>Coefficiente de penetración aerodinámico</b>	Ka	0,05	Adimensional
<b>Aceleración</b>	A	0	m/s <sup>2</sup>
<b>Velocidad máxima</b>	Vmax	40	km/h
<b>Diámetro de la llanta</b>		0,3556	m

Se analiza la dinámica de tracción basados en la Ecuación 5 para establecer la potencia, en función de los parámetros [34].

$$F_t = (w \sin \theta + C_r w \cos \theta + \frac{1}{2} \rho S K_a V^2 + ma)$$

Donde:

w es la masa por la gravedad:

$$w = m * g = 1.195 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 11.722,95 \text{ N}$$

Se supondrá pendientes entre  $0^\circ$ ,  $5^\circ$  y  $10^\circ$

$$Ft = (w \text{sen} \theta + C_r w \text{cos} \theta + \frac{1}{2} \rho S K_a V^2 + ma)$$

pendiente  $0^\circ$

$$Ft = [(11.722,95 \text{ N} * \text{sen } 0) + (0,03 * 11.722,95 \text{ N} \text{cos } 0) + \frac{1}{2} 1,2 \text{ kg/m}^3 * 2,4244 \text{ m}^2 \\ * 0,05 * (40 \text{ m/s})^2 + (1.195 \text{ kg} * 0 \text{ m/s}^2)]$$

**Ecuación 6** Fuerza total de tracción con pendiente  $0^\circ$

$$Ft = \left( 468,05 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

pendiente de  $5^\circ$

$$Ft = [(11.722,95 \text{ N} * \text{sen } 5) + (0,03 * 11.722,95 \text{ N} \text{cos } 5) + \frac{1}{2} 1,2 \text{ kg/m}^3 * 2,4244 \text{ m}^2 \\ * 0,05 * (40 \text{ m/s})^2 + (1.195 \text{ kg} * 0 \text{ m/s}^2)]$$

**Ecuación 7** Potencia total de tracción con pendiente  $5^\circ$

$$Ft = \left( 1.488,44 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

pendiente  $10^\circ$

$$F_t = [(11.722,95N * \text{sen } 10) + (0,03 * 11.722,95N \cos 10) + \frac{1}{2} 1,2kg/m^3 \\ * 2,4244m^2 * 0,05 * (40m/s)^2 + (1.195 kg * 0 m/s^2)]$$

**Ecuación 8** Potencia total de tracción con pendiente 10°

$$F_t = (2.498,38 \text{ kgm/s}^2)$$

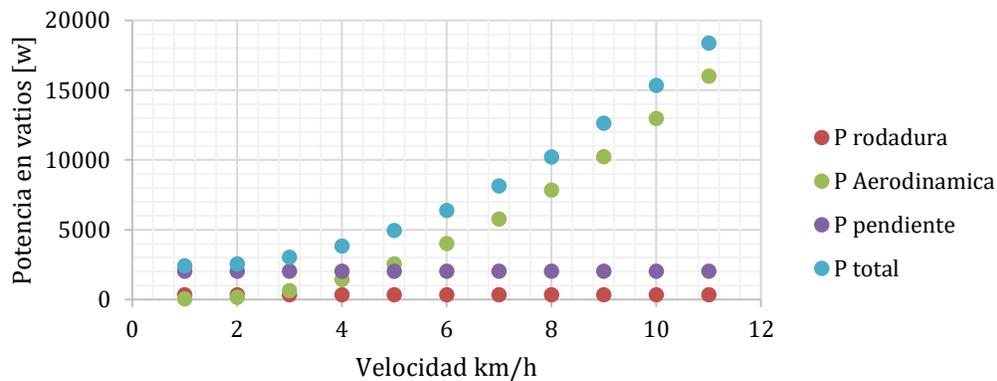
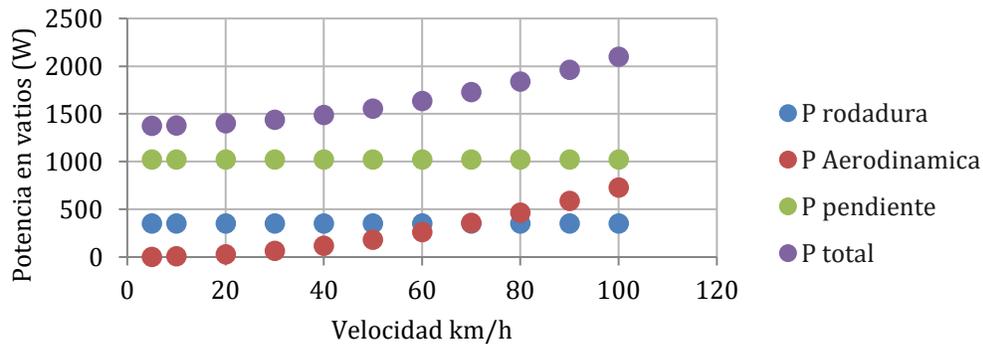
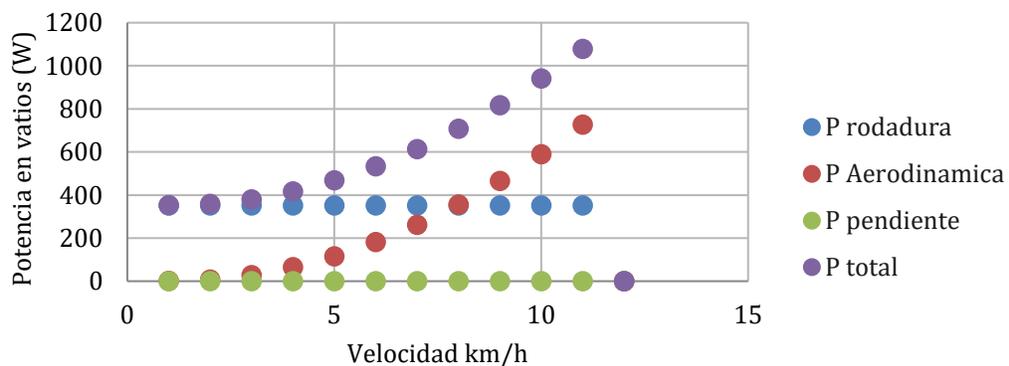
Potencia requerida para la pendiente de 10°:

$$W = \left( 2.498,38 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \right) * 40 \text{ m/s}$$

$$W = 9993,52 \text{ W}$$

A través de una hoja de calculo en excel se comparan los efectos de la variacion de inclinacion en la potencia, teniendo en cuenta los calculos anteriores y la velocidad permitida en pendientes de 40 km/h, de esta manera se aprecia en la Figura 19 que con pendiente de 10° y velocidad de 40 km/h la potencia de tracción alcanza 2.498,38 W adoptando perdidas mecánicas de un 25% es aproximadamente de 3,13 kW, en 0° de inclinación la potencia aerodinámica sobresale, con 116,37 W, y una potencia total requerida de 1,8 kW se comprueban los resultados obtenidos en las gráficas Figura 19.

**Figura 19** Análisis de potencias vs Velocidad con una pendiente de 0°, 5° y 10°.



Nota: fuente del autor.

Por medio de las gráficas de la Figura 19 se muestra el comportamiento de cada una de las fuerzas resistivas al movimiento y el de la fuerza o potencia total de tracción con una aceleración de cero y unas pendientes de  $0^\circ$ ,  $5^\circ$  y  $10^\circ$ . Las gráficas hechas en hoja de cálculo de Excel interpretan los valores de potencia aerodinámica, de rodadura y de pendiente en función de la velocidad variando su punto de inclinación y velocidad para este caso se toma la referencia base como 30 km/h. La mayor ventaja que tienen los motores eléctricos es que sus curvas de potencia y torque aparecen desde velocidades cero, haciendo más efectiva de la entrega de energía del motor además de aprovecha la potencia que esta entrega.

El motor que se selecciona es un motor Changzhou Yangs Motor Co. Ltd. o SHINEGLE de kit de conversión vehicular ya implementado en otros vehículos de estas mismas características el cual se describe en la Tabla 6 donde se describe que es un motor de 72 V con 7,5 kW de potencia nominal y pico de potencia de 16 kW además un torque de 23,9 N\*m a 3.000 revoluciones por minuto y ya que la potencia máxima total según los resultados de los cálculos es de 10 kW aproximadamente, se determina que es motor adecuado para realizar la conversión vehicular.

Se determina el par motriz o torque del motor requerida por medio de la ecuación.

**Ecuación 9** *Torque o Par motor*

$$T_M = \frac{R_T}{\eta * G} Ft$$

Donde  $R_T$ : radio de la rueda de tracción

$\eta$ : eficiencia de la transmisión

G: relación de transmisión total

Ft: fuerza de tracción

Tomando los datos de la Tabla 5 se tienen los siguientes parámetros:

<b>Relación transmisión</b>	4,6
<b>Eficiencia de transmisión</b>	0,92
<b>Diámetro de la rueda</b>	14in o 0,3356m

En este caso el radio es tomado del diámetro tal como  $D/2 = 0,1678 = r$

Reemplazando los datos en la Ecuación 9, se obtiene:

$$T_M = \frac{0,1678 \text{ m}}{0,92 * 4,6} 2498,38 \text{ kgm/s}^2$$

$$T_M = 99,06 \text{ N} * \text{m}$$

### 5.3 Cálculos de acoplamiento del motor eléctrico.

Para poder acoplar el motor eléctrico al vehículo se debe tener en cuenta varios aspectos relacionados con la estructura y ensamble original del vehículo de combustión interna, tomando de referencia puntos de apoyo, o soportes de motor, ensamble del motor de combustión a la transmisión del vehículo. Para tomar estos datos, se necesita tomar las medidas de los puntos de apoyo y las dimensiones de la caja motor, es decir las medidas que tiene el chasis del vehículo y con base a eso se diseña el acoplamiento del motor eléctrico como resultado se obtiene el modelamiento en Inventor como base guía a su correspondiente instalación.

Se realiza la toma de mediciones correspondiente de la altura en la que se encuentra situada la transmisión mecánica del vehículo Figura 20, para no modificar esta altura y no afectar la posición de los ejes, posteriormente se ubican y se toman mediciones de los soportes del motor, determinando si estos son adecuados para el nuevo motor del vehículo, para luego formar una plantilla base el cual será fabricada para obtener un nuevo sistema de soportes. Así como lo realizo el Ing. Carlos Arturo Casallas en la empresa EVCO dedicada proceso de conversión vehicular.

**Figura 20** *Análisis de dimensiones de soporte.*



Nota: tomado [36]

Para el cálculo de la placa se hace una plantilla en cartón o papel, tomando medidas de centro de eje, agujeros y roscas como se muestra en la Figura 21, tomada a la caja de cambios de kia picanto.



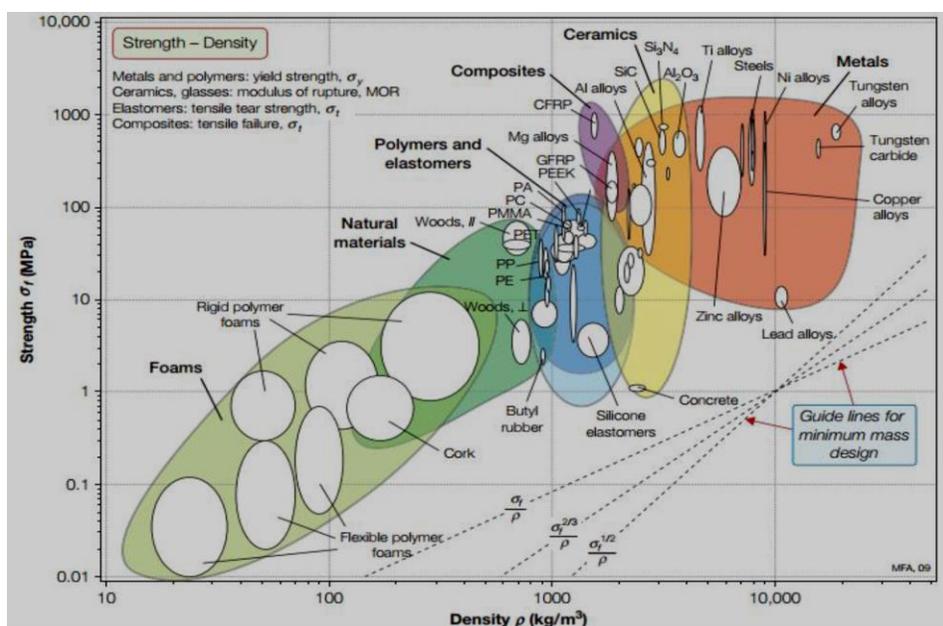
Para seleccionar el material primero se calcula la resistencia a la flexión o esfuerzo que debe soportar la placa  $\sigma_f$ , para ello se considera la carga aplicada  $F$ , la longitud  $L$ , grosor  $d$  y ancho de la placa  $b$ . La resistencia es calculada con la Ecuación 10.

**Ecuación 10** Resistencia a la flexión.

$$\sigma_f = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Una vez se determina la fuerza que debe soportar la placa, la selección de material se hace con base en la Figura 23.

**Figura 23** Fuerza vs densidad método de Ashby



Nota: tomada de [37]

Datos para escogencia tipo de material de la placa central		
Carga aplicada o soportada	Peso de la transmisión	24,5 kg
	Peso del motor eléctrico	39kg
Longitud	299 mm	
Grosor	19mm	
Ancho	315 mm	

Se reemplazan los valores determinados para calcular la resistencia a flexión que debe soportar la placa con la

$$\sigma_f = \frac{3 * 69,3kg * 0,299 m}{2 * 0,315 * 0,019m^2} = 27.3329,1 Pa$$

Según este valor de la resistencia a la flexión calculada, analizamos con base a la Figura 23 que las aleaciones de aluminio y aleaciones de magnesio son los indicados para la fabricación de la placa.

Para transmitir el par nominal y la velocidad de rotación del motor eléctrico a la transmisión se diseña un acople mecánico central, teniendo en cuenta el tipo y tamaño de acople, para calcular el tipo de acople se obtiene la Ecuación 11 usada por fabricantes de acoples mecánicos rígidos y flexibles.

**Ecuación 11** Torque máximo de aplicación

$$\tau_{vmax} = \frac{9735 * P}{\eta} * Fs$$

Donde P es la potencia en kW,  $\eta$  es la velocidad nominal en rpm y Fs. es el factor de servicio. El factor de servicio se escoge de acuerdo a la maquina accionada por el acople en este caso será la transmisión o caja de cambios, según las características de fabricantes de acoples como Vulkan Drive tech, el factor de servicio en este caso será de 1,5 [38]. La potencia del motor eléctrico es 7,5 kW, con una velocidad de 3000 rpm según la Tabla 6 en características mecánicas de MEV.

$$\tau_{vmax} = \frac{9735 * 7,5 \text{ kW}}{3000 \text{ rpm}} * 1,5 = 36,50 \text{ N.m}$$

La recomendación para este tipo de transmisión de potencia es escoger un acople rígido tipo brida de acero 4140 según las características del fabricante. [38]

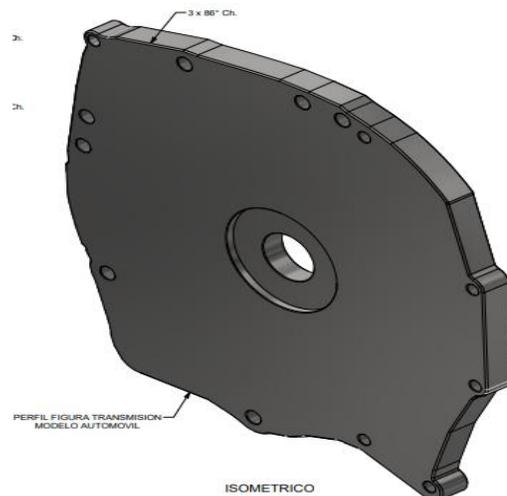
Se procede a tomar las medidas del acoplamiento posicionando el motor eléctrico frente a la cara de la transmisión y se mide la distancia que se tiene entre ejes, y con base al espacio que se deja para la placa central se determina que la distancia entre ejes es de 20 mm, se determina el diámetro de los ejes y el número de dientes que tiene el eje de la transmisión mecánica.

La placa y el acople central son las piezas encargadas de unir y transmitir potencia del motor a la transmisión respectivamente. Por lo tanto, estas van a estar sometidas a situaciones de esfuerzo mecánico y resistencia, como torque, corrosión, temperaturas elevadas, y vibraciones. En ese sentido el material elegido debe ser capaz de soportar altas temperaturas, fuerzas de torsión en caso de los tornillos que unirán la placa y debe ser liviano con el objetivo de reducir el peso del VE e incrementar la eficiencia y autonomía de éste. Adicionalmente, el material usado debe estar en fase de comercialización con el propósito de hacer asequible los materiales para la conversión de vehículos de combustión a eléctricos. En ese sentido, los materiales compuestos de aluminio son una opción viable ya que este material es abundante en la naturaleza y tiene alta resistencia a la corrosión y baja densidad.

#### 5.4 Diseño de placa, acople central de ejes y soportes de motor.

Luego de esto se procede a diseñar la placa base para permitir la union del motor electrico a la trasmisión del vehiculo en el programa de diseño Inventor obteniendo como resultado la muestra de la Figura 24.

**Figura 24** *Diseño placa de acoplamiento*



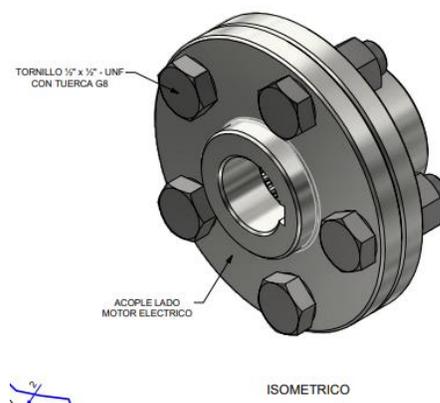
Nota: fuente del autor Las medidas y planos están referenciados en los anexos de este documento.

La placa diseñada se dejó con un espesor de 19mm para que sea consistente a la hora de unir nuestras piezas, evitar desgastes y vibraciones, los detalles de los orificios de acople para los pernos se tienen en medida 3/8 de pulgada al igual que se tiene en el motor original ya que en esta medida de tornillos se unían el motor a la transmisión, se dejan las mismas roscas de tornillos para evitar modificaciones que puedan afectar la duración de la transmisión y entorpecer la instalación de la placa a la transmisión y para la unión de placa

al motor se utiliza medida de Tronillo milimétrico de 10 por 12 mm grado 2 pasantes con tuerca de seguridad, esto para evitar deterioro y desgaste de los tornillos.

Para el diseño del acople central se tienen en cuenta aspectos de medición entre ejes y el espacio que se tenía entre los mismos, para hacer el diseño interno de los dientes se cuenta el número de dientes del eje de la transmisión, el paso diametral del mismo y el diámetro primitivo para que sea posible tener una condición de engrane con 22 dientes en la parte interna del acople de la parte de la transmisión ver Figura 25.

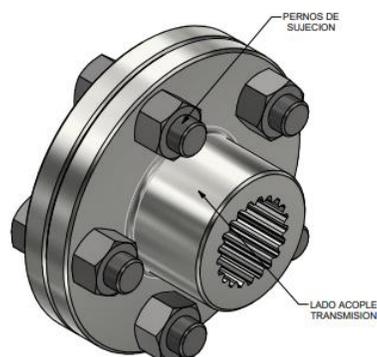
**Figura 25** *Diseño acople central de ejes lado Motor*



Nota: fuente del autor

Para el acople a unir al motor se diseñó con la cuña que este motor lleva en su eje para permitir la transmisión de potencia del eje del motor al acople ver Figura 26. Para la fabricación de estas partes se requieren los servicios de talleres especializado en Torno y CNC mecanizado y obteniendo las piezas con los mejores acabados para su instalación, en la Figura 27 se puede ver un acople de ejes ya fabricado y maquinado, en la empresa de conversión vehicular ECO Vehículos [36].

**Figura 26** *Diseño acople central lado Transmisión*



**Figura 27** *Acople central fabricado para Hyundai i10 Kia Picanto*

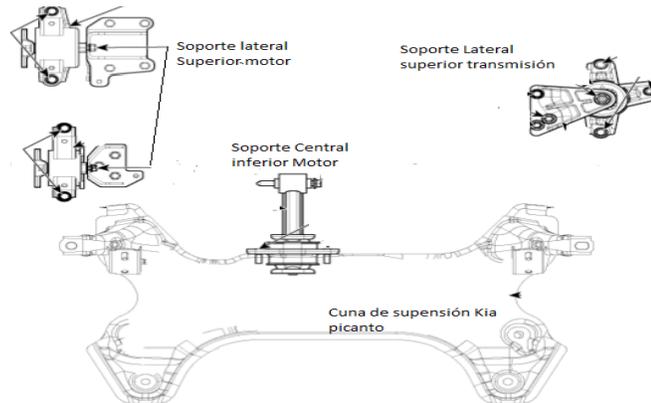


Nota: La fotografía se tomó en una visita realizada a la empresa de conversión vehicular ECO Vehículos.

Para el diseño de los soportes se tiene en cuenta la ubicación de soportes originales del vehículo Figura 28, además de la ubicación de los puntos de chasis compacto, en la mayoría de los casos estos soportes sirven como base para los nuevos soportes al motor eléctrico así que ya ensamblado el motor eléctrico a la transmisión, se instala en vacío en el vehículo para tomar las medidas de las plantillas y reutilizar los soportes originales como

ejemplo Figura 29 se tiene la instalación de kit de conversión a un Renault Logan en la empresa Eco Vehículos en Bogotá, usando estas técnicas de instalación.

**Figura 28** Soportes de motor- transmisión motor de combustión



Nota: tomado de [33]

**Figura 29** Puesta de Motor-transmisión en vacío

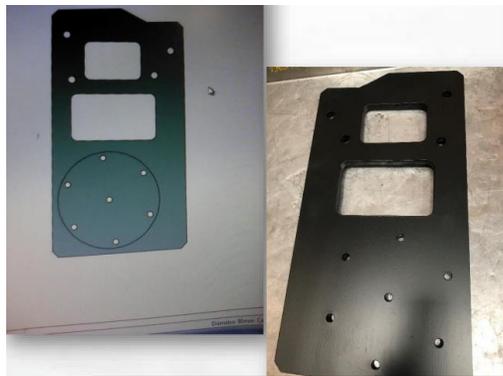


Nota: tomado de [36]

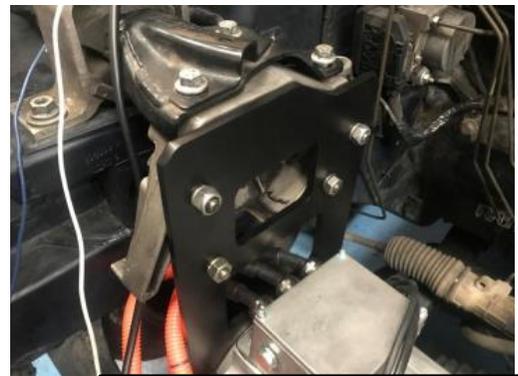
Ya tomadas las medidas del soporte, se diseña la plantilla base del vehículo por medio de un programa de diseño como SolidWorks o Inventor, de igual manera que la placa

central y el acople del eje se requiere la intervención de un taller de mecanizado y torno para la fabricación de las placas del soporte. Ya fabricadas las placas, se acoplan a los soportes originales de este Renault eléctrico de conversión, dejando espacio para la instalación de los cables de potencia y control del motor eléctrico Figura 30 [36].

**Figura 30** *Diseño e instalación de placa soporte motor eléctrico*



Diseño de placa soporte motor eléctrico



Instalación de placa soporte de motor eléctrico

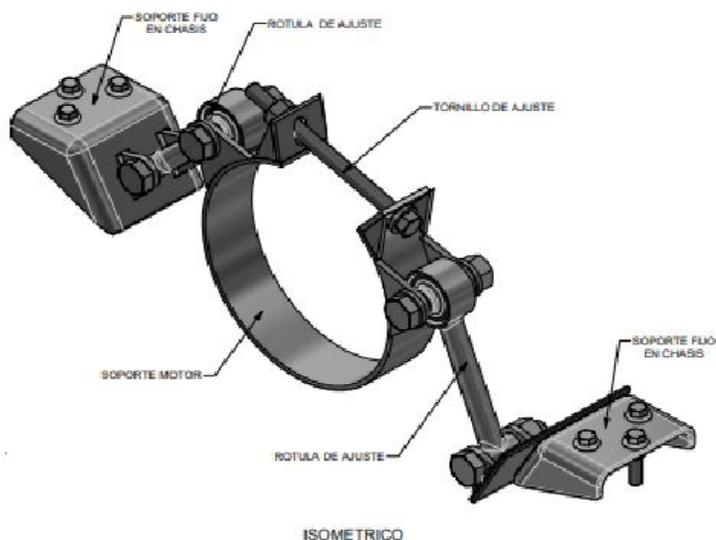
Nota: tomado de [36]

Pero en el caso del vehículo Kia picanto se diseña un soporte que nos permite tener un poco más de espacio para la instalación de los demás accesorios del vehículo base Kia Picanto ION, con el siguiente proceso.

- Se toma como base los datos técnicos del motor eléctrico el diámetro externo del mismo y se diseña un sistema de soporte tipo abrazadera.
- Tomando como base para la abrazadera el chasis del tren delantero con soportes fijos y rotulas de ajuste.

- Y ya tomadas las respectivas medidas se diseña el soporte de motor en programa de diseño Inventor Figura 31.

**Figura 31** Soporte tipo abrazadera Motor Eléctrico Kia picanto



En la Figura 31 Soporte tipo abrazadera Motor Eléctrico Kia picantose puede ver el modelamiento del soporte que se diseñó para el motor eléctrico a instalar, el diseño completo de este soporte se encuentra en el anexo A de este documento, para verificar sus medidas correspondientes. El soporte de la caja de velocidades o transmisión, se deja el original ya que este no necesita ser retirado. Esto beneficia que el sistema de ejes siga en la misma posición y no afecte la suspensión del vehículo.

## 5.5 Plan de mantenimiento del vehículo de conversión

La ventaja más relevante de un vehículo tipo eléctrico está en la reducción del costo de mantenimiento y operación, comparado con los vehículos con motor de combustión interna MCI. Con menos piezas móviles, los vehículos de tipo eléctrico logran reducir

frecuencia y complejidad de mantenimiento. De esta manera, se determina que existen elementos en común entre los vehículos eléctricos y convencionales y otros que no, los cuales se describen a continuación.

Para realizar el mantenimiento regular del nuevo vehículo de conversión se deben tener varios aspectos con tal de asegurar un buen rendimiento y autonomía del motor, duración de las baterías y componentes instalados, además de seguir el plan de mantenimiento regular Tabla 10, que requería el vehículo cuando era de motor de combustión, relacionados al tema de suspensión, neumáticos y en algunos de los casos aire acondicionado.

**Tabla 10** Mantenimientos mecánicos preventivos y correctivos

<b>Mantenimientos mecánicos de operación del vehículo de conversión</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Revisión</b>	<b>Cambio</b>
Suspensión	X	
Pastillas de freno	X	
Puerto de recarga	X	
Ejes de transmisión	X	
Rotula de dirección	x	
Neumáticos	x	x
Soportes y acoples	x	

Para realizar un mantenimiento a vehículos eléctricos, se deben utilizar equipos y herramientas especiales para seguridad y manejo de los componentes electrónicos, de acuerdo con los mantenimientos que el nuevo vehículo de conversión va a requerir.

**Tabla 11** Mantenimientos eléctricos

<b>Mantenimientos eléctricos de operación del vehículo de conversión</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Revisión</b>	<b>Cambio</b>
-Batería, motor, cargador, inversor, bomba de vacío.	Inspección visual de conexiones del circuito de potencia.	Depende del ciclo de vida que es de aproximadamente 10 años

---

-BMS, controlador, puerto de carga	Inspección visual de conexiones del circuito de control.
------------------------------------	--

---

### 5.5.1 Baterías y BMS

Lo más importante en el cuidado y mantenimiento de un vehículo eléctrico (EV) es la batería. Hay que tener cuidado de no dejar que se caliente o enfría demasiado. Para ello, se ha instalado un sistema de gestión BMS en donde se toman mediciones de la carga de cada celda de batería y su respectiva temperatura. Actualmente, los fabricantes ofrecen una garantía de unos 8 años a 10 años o unos 160.000 km, eso no significa que no se pueda cambiar o hacer mantenimiento a las celdas de baterías. Lo más costoso para un vehículo eléctrico sería el cambio de Batería. Algunos consejos para cuidar las baterías son:

- Evitar estacionar el vehículo en lugares de altas temperaturas.
- No dejar que la descarga profunda de la batería sea menor al 20 %
- Recomendación a cargar las baterías, en carga lenta aumenta el ciclo en vida a comparación de la carga rápida

### 5.5.2 Soportes y acoples

El mantenimiento de estas piezas se debe realizar en el taller o sitio de instalación ya que se debe verificar que no existan agrietamientos o desgastes por tornillos o pernos de ajuste que se encuentren sueltos o en mal estado, ya que los materiales de estas piezas se implementan por sus características especiales para este uso.

### **5.5.3 Sistema de frenos**

En los vehículos eléctricos buena parte del frenado es regenerativo, recuperan energía mientras frena el vehículo mediante el motor eléctrico, lo que el cambio de pastillas de freno no será constante, dependiendo del uso del freno regenerativo en comparación con los vehículos convencionales.

### **5.5.4 Sistemas eléctricos y electrónicos**

La inspección visual realizada a los componentes y conexiones se debe hacer con regularidad, sin tocar ninguna conexión, en caso de detectar alguna anomalía presente como, desgaste de los conductores, mal aislamiento, ajuste de terminales, o cambio de baterías, llevar a taller autorizado para su operación.

## 6 Diseño del sistema eléctrico del vehículo

### 6.1.1 Estudio diagrama eléctrico del vehículo de combustión interna.

En este apartado se identifican y estudian las conexiones eléctricas implicadas en el sistema de ignición y de arranque del vehículo base Kia picanto, para ello se utilizó un programa llamado Mitchell OnDemand 5 y CARMÍN STD de Android, donde se puede obtener información sobre reparación y mantenimiento de distintas clases de vehículos, planos eléctricos y mecánicos; se pueden descargar versiones gratis o si es algún taller autorizado, se puede descargar directamente, en este plano se pueden identificar los módulos y componentes de control implicados en el sistema de ignición y encendido para el vehículo para esto se enumera con unas referencias la ubicación de estos elementos ver Figura 32, la mayoría de módulos y sistemas son independientes con los otros sistemas eléctricos como ABS o AIRBAG.

**Figura 32** Ubicación de Componentes implicados en la ignición del MCI

Nota: tomado de [33]

En la Tabla 12 se nombran cada uno de los elementos que no serán de utilidad en el proceso de conversión vehicular, para esto, se debe consultar el manual de taller o ir a un taller especializado, en donde se puedan retirar con precaución dichos elementos descritos.

**Tabla 12** Componentes eléctricos y electrónicos del VCI

<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>
EKG-K	ECM (Modulo de control de Encendido)	EKG 35	Bobinas de encendido N° 1-2-3-4
EKG 03	Sensor de batería	EKG 40	Módulo de control de estabilidad (ESP)
EKG 05-1	Válvula de control de aceite #1 (IN)	EKG 41	Módulo de control de ABS
EKG 05-2	Válvula de Control de Aceite #2 (EX)	EKG 42	Motor ventilador de refrigeración
EKG 06-2	Alternador (Con AMS)	EKG 45	Sensor de nivel de líquido de frenos
EKG 08	Interruptor de bloqueo de encendido	EKG 59	Sensor de presión de vacío del servofreno
EKG 11	Sensor de temperatura del refrigerante del motor	EKG 72	Sensor de velocidad
EKG 13-1	CMP Sensor de posición del árbol de levas n.º 1	EKG 101	Sensor de temperatura ambiente
EKG 13-2	CMP Sensor de posición del árbol de levas #2	GKG	Tierra
EKG 14	CKP Sensor de posición del cigüeñal	EKG 25	Sensor MAP (sensor de presión absoluta del múltiple)
EKG 15	Sensor de presión del aceite	EKG 16-2	Sensor de oxígeno (ARRIBA) banco 2
EKG 16-1	Sensor de oxígeno (ARRIBA) banco 1	EKG 21	Válvula solenoide de control de purga
EKG 21	Válvula solenoide de control de cuerpo de aceleración	EKG 29	Transductor de presión de aire acondicionado
EKG22	electrónico y sensor de posición del acelerador	EKG 28	Compresor de aire acondicionado A/C
EKG 23	Sensor de detonación		

Nota: tomado de [33]

### 6.1.2 Cálculos de componentes para la conexión del sistema de conversión

Para poder realizar los cálculos correspondientes al sistema eléctrico se necesitan varios datos técnicos eléctricos de los elementos a instalar, como motor, controlador, inversor, cargador así se pueden hallar valores que nos lleven a obtener el calibre y tipo de conductores, protecciones principales y secundarias según corresponda, para ello se analizan factores como la potencia, corriente y voltaje.

Para los parámetros de motor eléctrico, la Tabla 6 muestra algunos datos eléctricos del motor, en ella se ve que tiene una corriente de 60 A en velocidad normal o de 115 a máxima velocidad con potencia de salida de 7,5 kW y tensión de 72 V. Los datos eléctricos del controlador, inversor, cargador del kit de conversión 72 V, se analizan con base en las fichas técnicas de estos componentes, en la Tabla 13 se detallan los datos eléctricos necesarios para el cálculo de calibre de conductores. Las protecciones eléctricas de este controlador o fusibles ya vienen instaladas para su operación.

**Figura 33** Modelamiento controlador 72 V



Nota: fuente del Autor diseño en planos anexos.

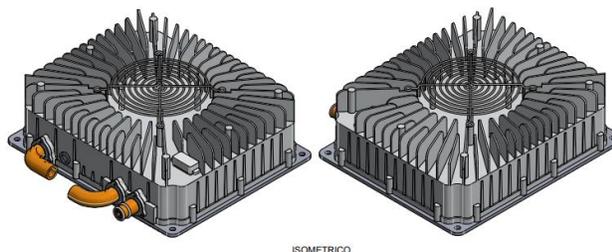
Para el inversor DC/DC de Figura 34, también se analiza en base a las fichas técnicas de cada kit de conversión, analizando así que este inversor maneja diferentes voltajes de entrada especial para los requerimientos de los diferentes vehículos, los datos eléctricos del inversor están en la Tabla 13.

**Figura 34** Modelamiento convertidor o inversor



Nota: fuente del Autor Diseño en planos incluidos en los anexos.

**Figura 35** Modelamiento Cargador de Baterías



Nota: fuente del Autor Diseño en planos incluidos en los anexos.

**Tabla 13** Especificaciones técnicas componentes kit de conversión

	<b>Cargador</b>	<b>Inversor</b>	<b>Controlador</b>
<b>Voltaje de entrada</b>	220/110 V AC 50/60 HZ	36V 48V 60V 72V 144V 220V	72 V DC
<b>Rango de voltaje de salida</b>	50- 265V AC	12V DC	60~90 DC
<b>Voltaje nominal de salida</b>	85 V DC	12~ 14V DC	
<b>Máximo voltaje de salida</b>	180 V DC	14 V DC	
<b>Corriente de Salida</b>	15 A	50 A	150 A
<b>Máxima corriente de salida</b>			500 A
<b>Temperatura de operación</b>	-25°C~55°C	-20°C – 50°C	-30°C~55°C

### 6.1.2.1 Calibre de conductores

Para poder hallar el tipo y calibre de conductores se necesita el consumo de corriente y los picos de corriente. Basados en los datos de las tablas anteriores, se tiene una corriente

pico de hasta los 500 A y corrientes nominales entre 60 y 150 A, según las características obtenidas en la Tabla 13. Estos valores determinan el calibre del conductor para la sección de potencia que corresponden a la conexión entre: Controlador-Motor y Banco de Baterías-Controlador.

basados en el catálogo proporcionado por Centelsa, una marca de conductores reconocida a nivel nacional, los calibres que son adecuados para el sistema eléctrico de potencia fueron obtenidos por las capacidades de corriente de estos conductores, ver Tabla 14, el nivel de aislamiento más recomendable es el conductor THHN/THWN, aislamiento de Nylon y PVC, con operación entre 60 y 90°C. Resistente a sitios contaminados con diferentes sustancias.

**Tabla 14** Capacidad de corrientes de conductores centelsa

Calibre kcmil o AWG	Capacidad de corriente (A)		
	TW 60° C	THW 75° C	THHN /THWN 90° C
6	55	65	75
2/0	145	175	195

Nota: fuente [37]

Ya que la corriente de salida máxima de los componentes de potencia del kit de conversión es de 150 A según la Tabla 13 , a esto le aplica un factor de seguridad de 1,25 dando como resultado una corriente de 187,5 A adecuado para el calibre de conductor AWG 2/0 en THHN/THWN a 90° que maneja corrientes de 195 Amperios. Y para la conexión de Puerto de Carga- Cargador, Cargador- convertidor DC/DC y Convertidor DC/DC- Batería Principal del vehículo se toman las corrientes establecidas en los datos de Tabla 13 con corrientes máximas entre 10 a 50 amperios, aplicando el factor de seguridad de 1,25

obteniendo corriente máxima de 62,5 A, adecuado para un calibre de conductor AWG N° 6 con aislamiento THHN/THWN a 90° ya que este maneja corrientes hasta de 75 A.

Las protecciones de estos componentes ya están incluidas por fabrica, el único elemento por instalar al vehículo es un interruptor de corte de trabajo pesado MASTER con accionamiento manual o eléctrico de 1.000 A, ver Figura 36.

**Figura 36** Interruptor de corte Trabajo Pesado



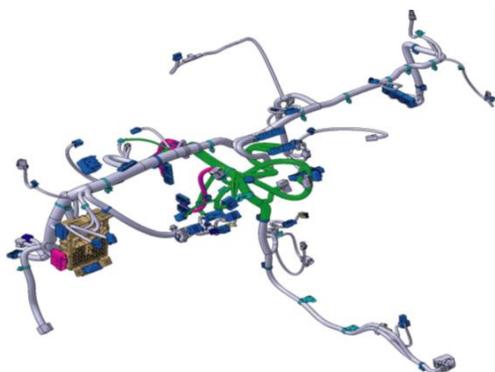
Nota: tomado de [36]

### **6.1.3 Dimensionamiento del sistema de conexión eléctrico y accesorios originales del vehículo**

Cuando ya se retiran los componentes eléctricos y electrónicos del sistema de ignición, incluyendo arnés eléctrico correspondiente, se analizan los demás circuitos y componentes eléctricos y/o electrónicos que queda en vehículo. Tomando en cuenta las partes que se retiran del arnés eléctrico de ignición según la Tabla 12 se establece que los demás componentes como los arneses eléctricos internos se dejan dentro del

vehículo sin quitar ningún accesorio. Para esto se divide el arnés interno en 2 partes, la parte del tablero de instrumentos, fusibles principales de accesorios y la otra parte que sería el arnés eléctrico del piso ver Figura 37. Estos dos diagramas son la conexión a los distintos componentes y accesorios eléctricos que seguirán trabajando en el vehículo de conversión estos son nombrados en la Tabla 15.

**Figura 37** Arnés eléctrico interno



Arnés eléctrico instrumentos y fusibles



Arnés eléctrico de piso

Nota: tomado de [33]

**Tabla 15** Componentes y accesorios

<b>Componentes y accesorios Kia Picanto ION</b>		
<b>Indicadores, accesorios y luces</b>	<b>Módulos y componentes</b>	<b>Sistema de sonido y confort</b>
Tablero de instrumentos	BCM (body control module) o (módulo de control de carrocería)	Radio
Reloj digital	Sensor airbag volante	Parlantes
Interruptor multifunción de luces y direccionales	Módulo de control de a/c	Encendedor de cigarrillos
interruptor de limpiabrisas	Modulo inmovilizador	Vidrios eléctricos
Mandos de timón	Motor de calefacción	Espejos eléctricos
Interruptor calefacción	Modulo control SRS (supplemental restraint system) AIRBAG	Conexión salida puerto AUX y USB
Interruptor de estacionarias	Módulo de control de estabilidad ESP	Alarma
Conmutadores elevavidrios	Módulo de control dirección electro asistida	Bloqueo central
Luces traseras	Sensor de freno de mano	Parlantes traseros
Luz de matricula	Pistolas de bloqueo central	Luces interiores de cortesía
Faros delanteros	Motor de limpiabrisas	Exploradoras
Claxon	Motor de agua limpiabrisas	Sensor de temperatura externa
	Sensores ABS ruedas	Tarro líquido de frenos

Nota: tomado de [33]

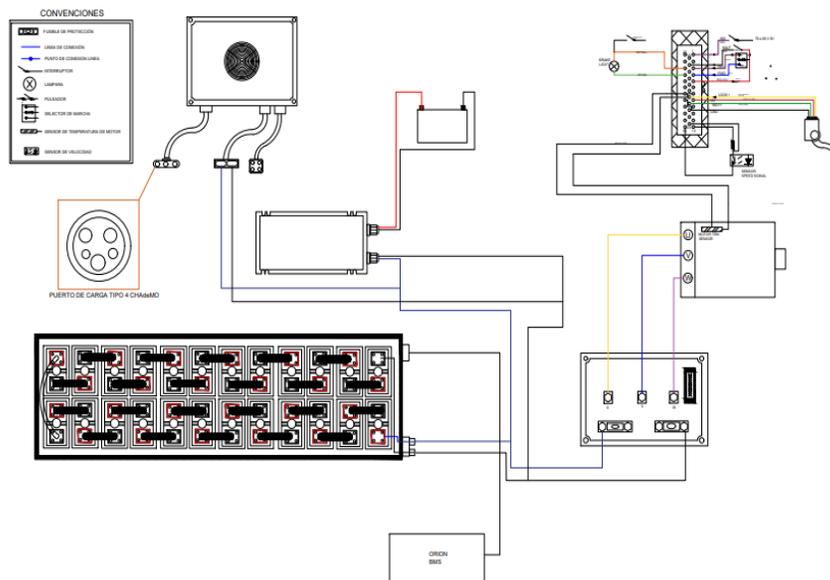
#### **6.1.4 Diagrama eléctrico de potencia y control VEC**

Para poder realizar las conexiones eléctricas pertinentes en el sistema de conversión se hizo un modelado de los circuitos basado en la funcionalidad y lógica de las operaciones que de ellos se espera para esto se realiza el diseño en AutoCAD Figura 38. Un esquema cableado con algunos detalles electrónicos, para que sea posible la comprensión de estos

diagramas se debe estudiar un poco la simbología que allí se presenta y así hacer posible llevar a la práctica la conexión real de este sistema, mediante estos diagramas.

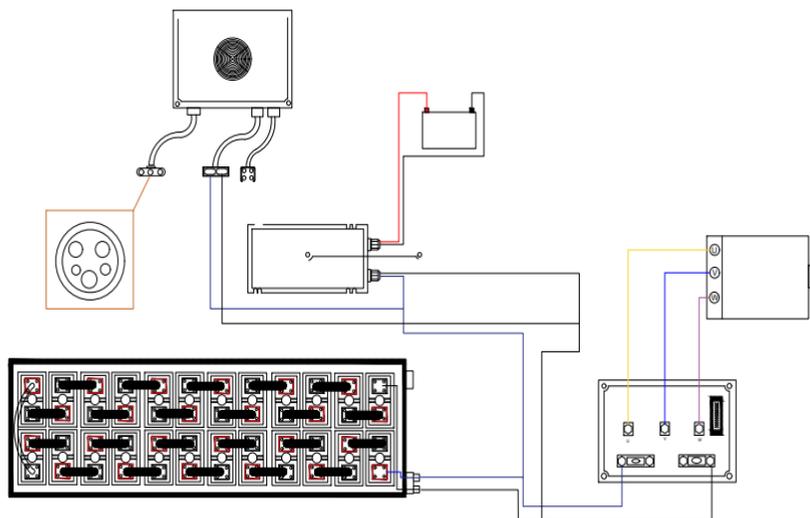
En el anexo B de este documento se van a encontrar 2 diagramas con diferente funcionamiento, pero la misma finalidad, la compresión del sistema de conversión, y son, circuito de potencia o fuerza ver Figura 39 y circuito de mando o control. En el esquema general se encuentran los dos circuitos, pero se diferenciarán uno del otro.

**Figura 38** Plano Eléctrico General



Nota: fuente del Autor. Planos detallados en los anexos.

**Figura 39** Planos eléctrico de Potencia



Nota: fuente del Autor. Planos incluidos en los anexos.

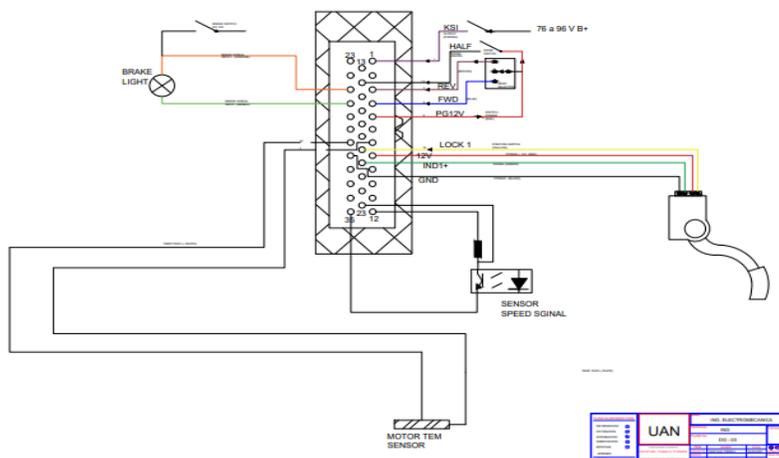
Para el circuito de potencia y control se tienen los siguientes elementos del kit de conversión involucrados ver Tabla 16.

**Tabla 16** Componentes involucrados sistema eléctrico de potencia y control

<b>Circuito de potencia</b>	<b>Circuito de control</b>
Pack de Baterías LiFePO4 72 V	Conexión electrónica Controlador
Cargador de Baterías	Pedal electrónico
Controlador	Interfaz de conexión con el Usuario
Inversor DC/DC	Sensor de Velocidad Motor eléctrico AC inducción 72V
Motor eléctrico AC inducción 72V	Sensor de temperatura Motor eléctrico AC inducción 72V
	BMS

**Figura 40** Circuito de conexión eléctrica/electrónica del controlador

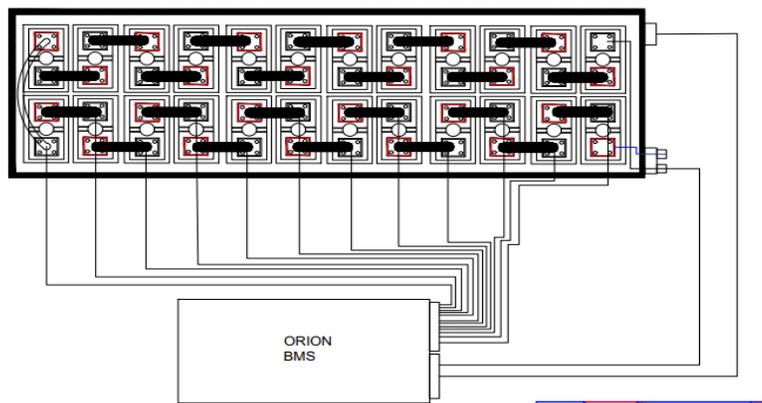
### Conexión eléctrica/ electrónica Controlador



Nota: fuente del Autor. Planos incluidos en los anexos.

**Figura 41** Circuito de Control BMS- Baterías

### Conexión electrónica BMS



Nota: fuente del Autor. Planos incluidos en los anexos.

Para el conexionado de los accesorios y componentes originales del vehículo se deja en claro que el inversor DC/DC tiene como función alimentar y cargar la batería principal

original del vehículo, de esta manera serán alimentados dichos accesorios y componentes, en el diagrama de potencia se muestra la conexión de esta batería.

### 6.1.5 Diseño y cálculo de Baterías

En este apartado se dimensiona el cálculo respectivo para obtener la carga total de baterías respecto a voltaje y amperaje requeridos por el sistema de conversión eléctrico a instalar al vehículo. También se muestra el diseño de conexión de baterías y BMS (Battery management system) o sistema de gestión de las baterías Figura 41 para que se pueda interactuar directamente sobre el vehículo y ver datos en tiempo real del estado y carga de las baterías ver Figura 42.

**Figura 42** Interfaz de comunicación BMS



Nota: tomado de [36]

Como se tiene un kit de conversión de 72 V en este caso el banco de baterías será de ese voltaje respectivamente, para obtener el total de las baterías se debe elegir antes el tipo de batería que se va a utilizar basados en la

Figura 7, de acuerdo con esto se determina que la más acorde a las necesidades del kit de conversión son las celdas de baterías de litio-ion (LiFePO4). Se toma en cuenta el voltaje de la celda de batería la cual es de 3,2 V de 160 Ah, se determina que el total del pack completo es 24 baterías en serie para un total de 76,8 voltios DC.

Para calcular la corriente necesaria (Ah) del banco de baterías del sistema de conversión se tiene en cuenta varios aspectos que se describen en la Tabla 17 se debe calcular la energía empleada o eficiencia del vehículo para eso se determinó la Ecuación 12, teniendo en cuenta el voltaje y capacidad de baterías y una autonomía entre 80 y 100 km.

**Ecuación 12** Eficiencia del vehículo eléctrico

$$Eficiencia\ del\ vehiculo = \frac{Voltaje\ de\ baterias * Capacidad\ de\ baterias}{Autonomia}$$

$$Eficiencia\ del\ vehiculo = \frac{72\ V * 160\ Ah}{90\ km} = 128\ Wh/km$$

**Tabla 17** Datos para cálculo de Baterías

<b>Datos para cálculos banco de baterías</b>	
<b>Autonomía proyectada</b>	80 km
<b>Voltaje total de baterías</b>	76,8 V DC
<b>Eficiencia del vehículo</b>	128 Wh/km
<b>Voltaje celda de batería LiFePO4</b>	3,2 V
<b>Factor límite de descarga para baterías LiFePO4</b>	1.1
<b>Perdidas eléctricas</b>	10% = 1.1

Nota: tomado de Curso de conversión realizado [36]

Para esto determino la siguiente ecuación:

**Ecuación 13** Carga eléctrica de batería LiFePO4

$$\frac{E \text{ empleada} * \text{Autonomia} * \text{factor de descarga} * \text{perdidas electricas}}{\text{voltaje total de baterias}}$$

Reemplazando los datos se obtiene:

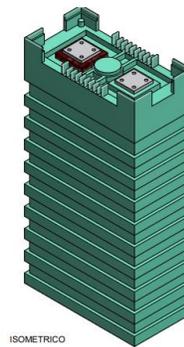
$$\frac{128 \frac{Wh}{km} * 80 Km * 1,1 * 1,1}{76,8 V}$$

$$161,33 Ah$$

Se concluye que la capacidad de corriente necesaria del banco de baterías debe ser de aproximadamente 164 Ah, debido a esto obtiene que las celdas adecuadas para suplir las necesidades del vehículo en base a la autonomía, son las baterías de referencia GBS-LFP160AH-A.

A continuación, se da a conocer con más detalle las características de cada celda que se incorpora para obtener el banco de baterías, ver Tabla 18

**Figura 43** Celda o Batería LifePo4



Nota: fuente del Autor. Planos incluidos en los anexos.

**Tabla 18** Especificaciones Técnicas Celda de Batería LifePo4 GBS

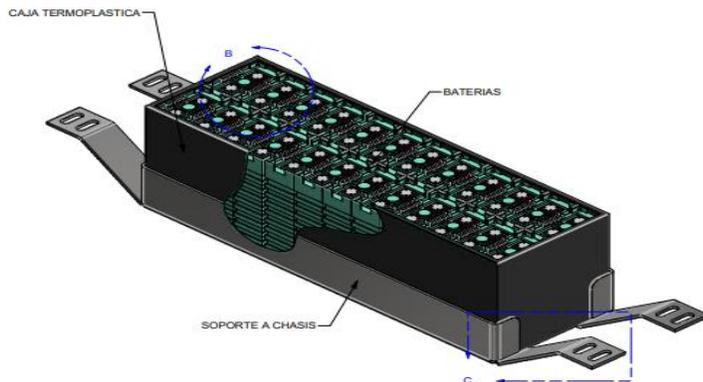
<b>Características técnicas celda de batería LiFePO4 GBS</b>	
<b>N.º de artículo</b>	GBS-LFP160AH-A
<b>Peso del producto</b>	2.9±0.1KGS
<b>Dimensión del esquema</b>	126*65*243±1mm
<b>Capacidad nominal</b>	160 Ah
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	2,5-3,65 V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20~65°C
<b>Voltaje Nominal</b>	3,2 V
<b>Impedancia interna</b>	≤0,4 mΩ
<b>Cargo estándar</b>	0.25C
<b>Carga rápida</b>	1C
<b>Descarga estándar</b>	0,5 C
<b>Descarga Máxima</b>	3C
<b>Tasa de descarga instantánea</b>	10C (10 S)

#### **6.1.5.1 Características celdas de Batería GBS**

La capacidad de descarga no es inferior al 90% de la capacidad nominal cuando se descarga con 1C a -20°C; no menos del 70% de la capacidad nominal con 0,33C, buen rendimiento. Tiene Bajo costo y su carga rápida hasta el 80 % en 0,5 horas y cargarse por completo en 1 hora [22].

El diseño correspondiente se puede ver Figura 44, este fue realizado en Autodesk Inventor, los planos con medidas se encuentran en el anexo C de este documento. Junto con los planos del diseño final del acoplamiento de las baterías ver Figura 45.

**Figura 44** Diseño final pack de Baterías 72 V



Nota: fuente del Autor, Diseño en planos incluidos en los anexos.

**Figura 45** Diseño final Acoplamiento Pack de baterías



Nota: fuente del Autor Diseño en planos incluidos en los anexos.

## 7 Análisis comparativo

### 7.1.1 Características másicas y geométricas

En esta actividad se analizó la ubicación del centro de gravedad en el vehículo eléctrico basados en el artículo (*Effect of mass distribution on cornering dynamics of retrofitted EV*) documento anexo, calculando paso a paso los datos. El Centro de Gravedad o CG es el punto de equilibrio de las fuerzas gravitacionales que actúan en el vehículo. La posición de este CG juega es determinante en la mejora del rendimiento del vehículo en términos de manejo seguro y estabilidad.

Determinar el centro de gravedad es un procedimiento difícil porque la masa (y el peso) pueden distribuirse de manera desigual en todo el objeto. La distribución masiva fue eliminando el motor de combustión y los accesorios de ignición, reemplazándolos con un motor eléctrico y un paquete de baterías. La distribución del peso afecta directamente varias características de rendimiento, incluido el manejo, la aceleración y la tracción, así como la durabilidad de los componentes. por esta razón se analiza la comparación de la masa del vehículo con MCI y la conversión a eléctrico, tomando los pesos de los componentes que se retiraron y los que se instalaron al vehículo mostrados en Tabla 19.

**Tabla 19** Balance de masas vehículo con MCI y Motor eléctrico.

<b>Sistema Kit de conversión 72 V</b>		<b>Sistema de MCI</b>	
<b>Componente</b>	<b>Masa (Kg)</b>	<b>Componente</b>	<b>Masa (Kg)</b>
Motor eléctrico	40	Motor de combustión	71,4
Pack de Baterías LiFePO4	63	Tanque de Combustible	30
Controlador	5	Radiador	7
Cargador	4	Tubos de escape	7
Convertidor DC/DC	1	Tubería, filtros y componentes eléctricos	10
<b>Total</b>	<b>113</b>		<b>125</b>

**Tabla 20** Parámetros y especificaciones del vehículo eléctrico

<b>Parámetros y especificaciones del vehículo</b>			
<b>Peso inicial MCI</b>	855 kg		
<b>Peso sin MCI y componentes</b>	730 kg		
<b>Peso con Kit de conversión</b>	843 kg		
<b>Distancia entre ejes</b>	2400 mm		
<b>Longitud de la pista</b>	1400 mm		
<b>Distancia al piso</b>	156 mm		
<b>Altura del vehículo</b>	1485 mm		
<b>Ancho del vehículo</b>	1590 mm		
<b>Componente</b>	<b>Distancia desde el centro hasta el componente</b>	<b>Distancia desde el suelo hasta el componente</b>	<b>Masa (kg)</b>
<b>Controlador</b>	1250 mm	750 mm	5
<b>Motor eléctrico</b>	1270 mm	550 mm	40
<b>Pack de baterías</b>	1270 mm	750 mm	63
<b>Cargador</b>	1230 mm	750 mm	4
<b>Convertidor</b>	1250 mm	650 mm	1

Nota: tomado de [38]

Es importante tener en cuenta la distribución de los componentes del VE y los accesorios dentro del tren motriz, ya que este cambia la posición del CG y la estabilidad del vehículo, por eso es de vital importancia mantener la carrocería tal y como está, sin ninguna modificación a partir de los parámetros del vehículo enumerados en la

Tabla 20, el pack de baterías es el elemento con mayor peso involucrado aparte del motor eléctrico por eso tiene un gran impacto en la distribución de estas, según el artículo “*Effect of*

*mass distribution on cornering dynamics of retrofitted EV*” los automóviles de conversión tienen una relación de distribución de masa el 60% de su peso ubicado en el eje transversal que une las llantas delanteras y el 40 % en el eje de las llantas traseras, cuando se sitúan los elementos en la parte delantera del vehículo para poder hallar el centro de gravedad en esta condición se ha calculado en dirección longitudinal(x) y vertical (z) utilizando la Ecuación 14 y Ecuación 15. [41]

**Ecuación 14** Centro de gravedad Longitudinal lateral.

$$X = \frac{\sum_1^n (m_n x_n)}{M}$$

**Ecuación 15** Centro de gravedad por sumatoria de torques.

$$Z = \frac{\sum_1^n (m_n z_n)}{M}$$

Donde

$n=N^\circ$  de componente

$Z$ =distancia del CG desde el suelo.

$X$ =distancia del CG desde el eje delantero.

$M$ = peso del vehículo convertido.

$X_n$  = distancia del CG hasta el componente

$Z_n$  = distancia del CG del componente desde el suelo.

Según los datos de la Tabla 20 se obtiene centro de gravedad para el centro de gravedad longitudinal  $X$  de la siguiente manera

$$X = \frac{(5 + 40 + 63 + 4 + 1)kg * (1250 + 1270 + 1230 + 1250 + 1250)mm}{843 kg}$$

$$X = 837,78 mm$$

Y para el centro de gravedad desde el suelo Z se obtiene:

$$Z = \frac{(5 + 40 + 63 + 4 + 1)kg * (750 + 550 + 750 + 750 + 650)mm}{843 kg}$$

$$Z = 462.5 mm$$

Se define que el centro de gravedad con respecto al eje delantero se encuentra en la dirección  $X = 837,78 mm$  en dirección  $Z = 462,5 mm$  y para la ubicación del centro de gravedad en dirección  $Y$  en la carga lateral se ubica con una relación 50:50 del ancho del vehículo en este caso será de  $Y = 795 mm$  respecto al borde lateral. [41]

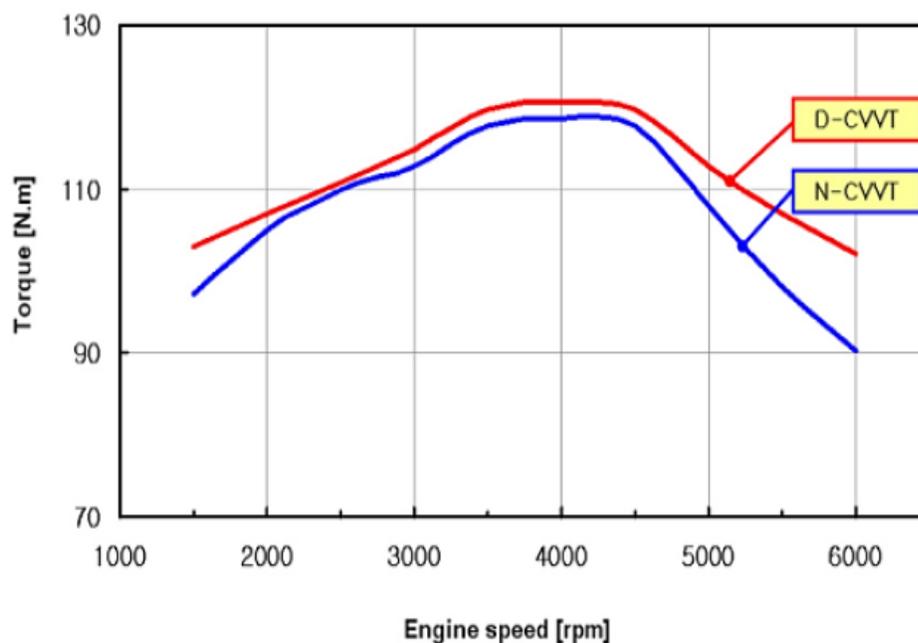
### 7.1.2 Características de tracción y dinámicas

En este segmento de proyecto se analiza la variación de par motor vs flujo de combustible de un vehículo con motor de combustión interna – MCI del motor Kappa CVVT 1,2 L. El par motor de un vehículo se conoce como la fuerza variable que produce un motor para generar la potencia necesaria al arrancar. Siendo el máximo momento que se genera la combustión de la mezcla y su expansión en el cilindro, en esta fase el rendimiento no es el mismo dependiendo del régimen o las revoluciones del motor, a bajas revoluciones, no es óptimo ya que el llenado y vaciado de combustible no se completa. Lo mismo pasa cuando se trabaja a altas revoluciones no se llenan por completo los cilindros y es por el poco tiempo

que dispone el gas para llenar la cámara. La Figura 46 muestra el comportamiento del par con respecto a la velocidad en el motor del vehículo base usado en este proyecto.

La Figura 48 indica comparación dos los motores kappa 1,2L versión CVVT y CVVT dual este último fue mejorado en un 2~6% a velocidades bajas y medias, y por 5~13% velocidad alta, analizando la Figura 48 se obtiene que los motores kappa usados en el vehículo kia picanto ofrece una potencia iniciando los 1.500 rpm ofreciendo un torque máximo de 100 N\*m y alcanzando su torque máximo en aproximadamente 4000 rpm entregando un troque máximo de 125 N\*m.

**Figura 46** Relación Par Motor Potencia RPM motor Kappa CVVT



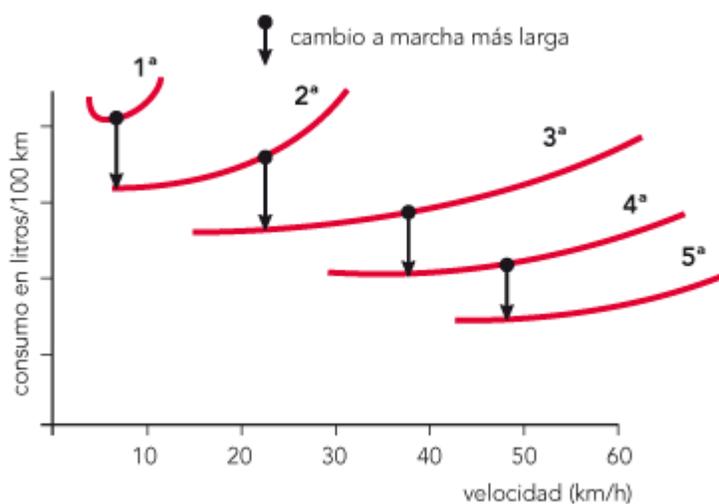
Nota: tomado de [39] [40]

Como se puede ver en la Figura 45, la curva par motor en los motores de combustión empieza siendo ascendente hasta llegar al par máximo que es el diseño óptimo para cada

motor, de ahí empieza a disminuir. El consumo de combustible de un vehículo es el caudal que necesita el motor por la potencia que genera, cuanto menos es su consumo específico más es su rendimiento, indicando la proporción de energía útil generada para mover el vehículo. [39]

La curva de consumo específico de un Motor de combustión interna – MCI suele seguir un comportamiento diferente al par motor, cuando se tiene un par máximo se consigue un consumo específico mínimo tal como se muestra en la Figura 47

**Figura 47** Curva de consumo específico



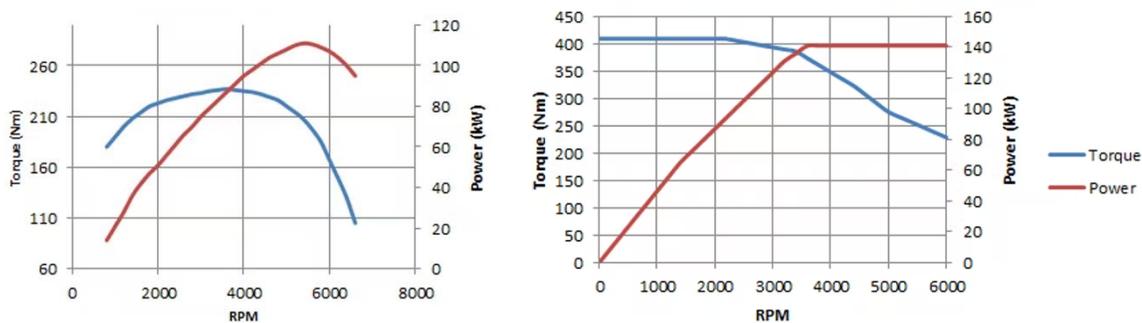
Nota: tomado de [41]

### 7.1.3 Relación y análisis de potencia-torque

En esta actividad se analizó mediante gráficos las diferencias de los motores eléctricos y de combustión interna de acuerdo con su par y potencia. La diferencia entre estas dos máquinas es debido a que en el motor de combustión interna se necesitan un alto

número de revoluciones para alcanzar la máxima eficiencia, esto se logra a través de una caja de cambios que trata de que la máquina gire a una velocidad cercana a su máxima eficiencia. Esta complejidad hace que las pérdidas sean mayores debido a calentamiento y fricción, principalmente. Por otro lado, los motores eléctricos son bastante simples y se constituyen de un rotor y un estator, además, pueden trabajar en dos sentidos para generar electricidad o consumir ésta, esta ventaja permite en determinados momentos cargar las baterías de los vehículos eléctricos, con el frenado regenerativo. Adicionalmente, el motor eléctrico reacciona inmediatamente cuando el acelerador es presionado al tener pocas partes en movimiento las pérdidas se reducen la confiabilidad del motor aumenta y el mantenimiento se reduce. El torque o el par del motor es la medida de cuanta fuerza rotacional puede ser producida, la potencia es la medida de que tan fuerte la máquina puede trabajar para producir esa fuerza rotacional. La **Figura 48** muestra las curvas de torque y potencia un motor eléctrico y de un motor de combustión, en el lado izquierdo está el análisis del motor de combustión en este caso es posible observar que, aunque la máquina esté en su máxima potencia el torque no está en su máximo, Asimismo es posible ver que el torque máximo se alcanza con una alta velocidad de rotación. En el lado derecho de la gráfica se muestran las curvas de potencia y torque de una máquina eléctrica, es posible ver que está entrega un máximo torque desde velocidades de rotación bajas, además hay una relación lineal entre el crecimiento de la velocidad de rotación y la potencia requerida para alcanzarla, esta característica hace que el vehículo tenga una aceleración elevada [42] [43].

**Figura 48** Análisis Par- Potencia motor eléctrico y de combustión



Nota: tomado de [42]

## 7.1.4 Relación costos y consumo

### 7.1.4.1 Costos de consumos

Se analizó el costo promedio de consumo de fuentes de energía para los dos motores, en el cual se tomó el consumo de combustible para el vehículo de combustión interna y la electricidad domestica para el vehículo de conversión. Tomando como referencia el consumo de galones por kilómetro del vehículo base con motor de combustión que en este caso es de 33 km por galón, teniendo en cuenta que el recorrido es por ciudad, para aproximadamente 100 km de recorrido se necesitarán 3,1 galones de combustible.

En la Tabla 21 es posible apreciar la relación de costos de combustible contra el consumo de electricidad dos vehículos con distinto motor de propulsión, el primero con motor de combustión y el segundo de conversión con motor eléctrico y el ahorro que este genera.

**Tabla 21** Consumo de combustible VS Electricidad

<b>Consumo de combustible de MCI vs electricidad motor eléctrico</b>		
Para los 100 kms de recorrido	Valor pesos colombianos	Valor en USD (4.093,65 Peso colombiano)
<b>Electricidad (vivienda de estrato 3)</b>	\$ 15.000	USD 3,67
<b>Combustible</b>	\$ 35.000	USD 8,55
Para los 15.00 kms de recorrido anual		
<b>Electricidad (vivienda de estrato 3)</b>	\$2.340.000	USD 571,87
<b>Combustible</b>	6.300.000	USD 1.538,97
<b>Ahorro Anual</b>	3.960.000	USD 967,35

#### 7.1.4.2 Costos de conversión del vehículo

Cualquier conversión vehicular depende mucho de la clase del vehículo y sus especificaciones como el tamaño y el peso, la autonomía que se quiere obtener, estos aspectos son muy importantes a la hora de escoger el kit de conversión adecuado para el vehículo, además de escoger muy bien la clase de baterías que se quiere instalar ya que como se sabe algunas de ellas son mucho más costosas que otras.

**Tabla 22** Costos del proceso de conversión

<b>Costos del proceso de conversión</b>		
<b>Descripción</b>	Valor pesos colombianos	Valor en USD (4.093,65 Peso colombiano)
<b>Kit de conversión de 72 V 30 kW</b>	\$ 9.321.000	USD 2.330,25
<b>Kit de conversión de 72 V con pack de baterías</b>	\$ 27.700.000	USD 6.925
<b>Pack de baterías de 72 v 10 kW</b>	\$ 19.800.000	USD 4.950
<b>BMS</b>	\$ 1.200.000	USD 300
<b>Conector y puerto de carga</b>	\$ 750.000	USD 187,5
<b>Materiales de acoplamiento</b>	\$ 2.000.000	USD 571,87
<b>Tornillería</b>	\$ 500.000	USD 1.538,97
<b>Mecanizado, Torno y soldadura</b>	\$ 2.000.000	USD 967,35
<b>Cableado, protecciones y terminales</b>	\$ 900.000	USD 225
<b>Mano de obra</b>	\$5.000.000	USD 1.250
<b>Valor aproximado de la conversión</b>	37.000.000	USD 9.250

Nota: tomado de [36] [44]

En la Tabla 22 se determinan los costos del proceso de transformación del vehículo kia picanto ION, en base a las necesidades y cálculos en este documento, para ello se tiene en cuenta que el sistema de conversión vehicular es un kit de 72 V de 30 kW.

## 8 Conclusiones y Recomendaciones.

### 8.1 Conclusiones

Se ha diseñado un protocolo de conversión de vehículos de motor convencional de combustión interna a motor eléctrico. Este desarrollo permitió determinar que es posible realizar procedimientos de conversión a diferentes vehículos. En este caso, se mostró que este proceso de conversión podría contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero ya que la éste se realizó en un vehículo de frecuente uso en la flota de taxis de ciudad, en este caso el kia picanto ion.

Por otra parte, los análisis de potencia realizados en diferentes condiciones permitieron comprobar que la elección del kit de conversión elegido fue adecuada. En este caso el kit fue determinado por el peso del vehículo base, dando como resultado que se debía utilizar un kit de conversión con un motor eléctrico AC de inducción de 72V.

En el proceso de diseño de acople central y placa se encontró que los materiales fabricados en aluminio son frecuentemente utilizados en este tipo de elementos ya que sus propiedades ofrecen los requerimientos necesarios para el acoplamiento de este sistema de conversión.

Se ha determinado que el centro de gravedad analizado en forma tridimensional no vario las características de estabilidad del vehículo.

Es posible comprender que transformar un vehículo de conversión puede ser muy beneficioso, al hacer un ahorro significativo en los costos de mantenimiento y consumo que se genera al tener un vehículo eléctrico. Por otra parte, se evidencia que un motor eléctrico

puede entregar al vehículo un torque elevado a muy bajas revoluciones a diferencia de un vehículo convencional de motor de combustión interna.

Se evidencio procesos de transformación vehicular en empresas especialistas en este campo de acción, los conocimientos allí adquiridos sirvieron para la realización de este proyecto.

## **8.2 Recomendaciones**

Es recomendable como primera opción escoger un vehículo compacto que no utilice aire acondicionado o dirección hidráulica así los costos de conversión serán más económicos. Eso no significa que cualquier otro tipo de auto no se puede convertir, pero entre más accesorios o mayor peso, mayor es el costo de conversión.

Este trabajo está destinado a dar conocer una nueva alternativa para el tema de energía renovable en los vehículos de combustión dando la facilidad a muchas personas el poder transformar su vehículo en algo más avanzado y amigable con el medio ambiente aplicado también para las empresas de transporte que este optando por esta opción

### **8.2.1.1 Para futuros trabajos:**

El estudio con diversos materiales alternativos no metálicos para incursionar más al mundo del cuidado del medio ambiente

La integración de un sistema de generación eléctrica para la carga de baterías sin el uso de una fuente externa de alimentación crea una nueva alternativa e innova el proceso de

transformación eléctrica vehicular. La posibilidad de estudio en los componentes de conversión vehicular más alternativas para el uso de aire acondicionado y calefacción.

## 9 Bibliografía

- [1] Environmental Protect Agency EPA, «Where the Energy Goes: Hybrids,» [En línea]. Available: <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv-hev.shtml>.
- [2] D. Murias, «Motor Pasión,» 12 marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos>. [Último acceso: 26 Mayo 2022].
- [3] C. Arbeláez, X. Barrera y R. Castaño, «Convención Marco de Naciones Unidas Para el Cambio Climático CMNUCC Colombia hacia la COP 21,» 2015. [En línea]. Available: [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia\\_hacia\\_la\\_COP21/ABC\\_de\\_los\\_Compromisos\\_de\\_Colombia\\_para\\_la\\_COP21\\_VF.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/ABC_de_los_Compromisos_de_Colombia_para_la_COP21_VF.pdf).
- [4] UPME, «En 2050, la energía eléctrica y el gas natural,» 2020. [En línea]. Available: [https://www1.upme.gov.co/SalaPrensa/ComunicadosPrensa/Comunicado\\_01\\_2020.pdf](https://www1.upme.gov.co/SalaPrensa/ComunicadosPrensa/Comunicado_01_2020.pdf).
- [5] ANDEMOS, «Asociacion nacional de movilidad sostenible,» 30 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.andemos.org/index.php/cifras-y-estadisticas-version-2/>.
- [6] N. Ortuya, «Autofact,» 10 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.autofact.com.co/blog/electromovilidad/mercado/transformar-auto-a-electrico>. [Último acceso: 26 Mayo 2022].
- [7] UNIMINUTO, «El minuto de Dios construye el primer carro eléctrico en Colombia,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.uniminuto.edu/?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fportal->

desa.uniminuto.edu%2Fweb%2Fguest%2Fhistorias%3Fp\_p\_id%3D101\_INSTAN  
CE\_nlsjUBKksA0M%26p\_p\_lifecycle%3D0%26p\_p\_state%3Dnormal%26p\_p\_  
mode%3Dview%26p\_p\_col\_id%3Dcolumn-3%26p\_p\_col\_co.

- [8] Energyev, «Partes y refracciones para vehiculos electricos,» 01 01 2022. [En línea]. Available: <http://energyev.com/tienda/kits-de-motores-ac/paquete-motor-controlador-hpevs-ac35-%201239-8501/>.
- [9] J. Espinosa, «memolira,» 26 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://memolira.com/analisis/hidrogeno-autos-toyota-hyundai-porsche/>.
- [10] E. Aragon, «Movilidad Electrica,» 31 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://movilidadelectrica.com/el-bmw-i8-consigue-premio-internacional/>.
- [11] G. Moreno, «El Colombiano,» 12 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.elcolombiano.com/tendencias/electricos-una-opcion-cada-vez-mas-alcanzable-CL15876730>.
- [12] Gesthispania, «Gesthispania,» 13 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://gesthispania.com/los-tipos-de-vehiculos-electricos-toda-la-informacion/>.
- [13] Y. Merve, P. Mehmet y K. Hasan, «A SURVEY ON COMPARISON OF ELECTRIC MOTOR TYPES AND DRIVES USED FOR ELECTRIC VEHICLES,» 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, Antalya, Turkey, 2014.
- [14] T. Antalya, «A SURVEY ON COMPARISON OF ELECTRIC MOTOR TYPES AND DRIVES USED FOR ELECTRIC VEHICLES,» 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, Turkey, 2014.
- [15] H. Nasser y A. Behzad, «Comparative Study of Using Different Electric Motors in the Electric Vehicles,» Proceedings of the 2008 International Conference on Electrical Machines, University of Tehran, 2008.

- [16] z. Cao, A. Mahmoudi, S. Kahourzade y W. L. Soong, «An Overview of Electric Motors for Electric Vehicles,» Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC), Australia, 2021.
- [17] CanalMotor, «Motor mapre,» 3 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/motor-asincrono/>.
- [18] Ingenieria, Wordpress, «Maquinas electricas,» Junio 2018. [En línea]. Available: <https://maquinaselectricasblog.wordpress.com/motor-de-induccion/>.
- [19] D. Murias, «Motor Pasión,» 7 Mayo 2010. [En línea]. Available: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos>.
- [20] CURTIS INSTRUMENTS, INC, [En línea].
- [21] D. O. Álvarez, «conceptoBatería,» Editorial Etecé, argentina, 2021.
- [22] GBSsystem, «celdas de Batería,» 2020. [En línea]. Available: <https://gbsystem.com/products/single-battery-cell/gbs-lfp100ah-c-details/>.
- [23] Tecnologia y materiales sustentables, «TMS mexico,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.tmsmx.com/bateria-solar-6v-330-ah-crown-cr-330/>.
- [24] Cambio energetico , «cambioenergetico especialistas en ahorro energético y renovables,» 01 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.cambioenergetico.com/blog/sistema-gestion-bateria-bms/>. [Último acceso: 3 Mayo 2022].
- [25] Orion BMS, «sistemas de gestión de Baterías BMS,» 1 Enero 2022. [En línea]. Available: <http://www.orionbms.com/?gclid=CjwKCAjwkMeUBhBuEiwA4hpqEO3tdh2Qsn>

5AjQdphCTXaO7H3cYS4rS6-BFcDphGtiTBqMXB7ppdaRoCYKQQA vD\_BwE.  
[Último acceso: 28 mayo 2022].

- [26] Lovesharing, «Tipos de cargadores para coches electricos,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.lovesharing.com/tipos-de-cargadores-para-coches-electricos/>.
- [27] Sumiparts, «Sumiparts.sas,» enero 2013. [En línea]. Available: <https://sumiparts.com/servicios-de/duraluminio/>.
- [28] CIA general de aceros , «acero AISI/SAE4140,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.alsimet.es/es/noticias/usos-del-aluminio-en-la-industria>.
- [29] Sanchez y A. Maria, «La republica,» 13 enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/economia/hay-mas-de-211000-taxis-y-bogota-cuenta-con-cerca-de-49000-propietarios-2951335>.
- [30] A. Prada, «Autos en colombia,» 3 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://andrespradagarcia.blogspot.com/>.
- [31] Euro Ncap, «<https://www.euroncap.com/>,» 01 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.euroncap.com/es/results/kia/picanto/27762>. [Último acceso: 27 05 2022].
- [32] KM77, «revista KM77,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.km77.com/coches/kia/picanto/2011/5-puertas/emotion/picanto-5p-12-emotion/datos/equipamiento>.
- [33] KIA MOTORS, Manual de taller kia picanto, pdf, 2012-2016.
- [34] E. Salazar, J. Arroyave y A. Vázquez, Diseño y construcción de un vehículo solar híbrido, Pereira: Colección de Trabajos de Investigación Facultad de tecnología, 2016.

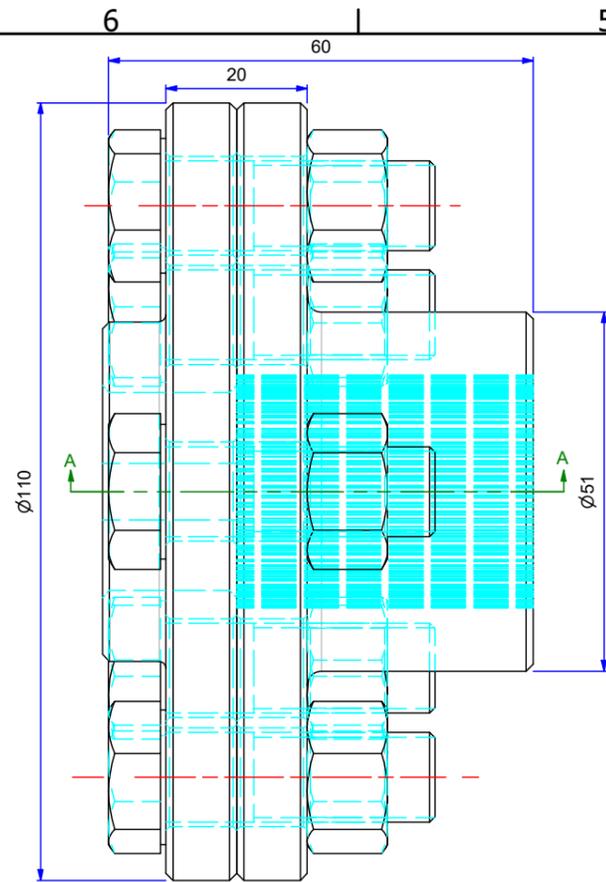
- [35] R. Segura, «MemoLira.com,» Aerodinámica automotriz: principios básicos, 26 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://memolira.com/noticias/aerodinamica-automotriz-principios-basicos/>. [Último acceso: 28 Mayo 2022].
- [36] C. Casallas, «ecovehiculos colombia,» marzo 2018. [En línea]. Available: <https://ecovehiculos.co/landing/ecovehiculos/>.
- [37] centelsa s.a, «centelsa.com,» 12 marzo 2020. [En línea]. Available: [https://www.centelsa.com/thhn\\_thwn\\_2/cables-thhn-thwn-2/](https://www.centelsa.com/thhn_thwn_2/cables-thhn-thwn-2/). [Último acceso: 10 Mayo 2022].
- [38] Kia motors, 2020. [En línea]. Available: <https://www.kia.com.co/nuestros-vehiculos/carro-picanto>.
- [39] M. Galán, «Actualidad motor,» tecnicas especiales , 05 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.actualidadmotor.com/par-motor-que-es/>. [Último acceso: 30 Mayo 2022].
- [40] L. V. Bautista Guaranda, «Análisis Técnico del Arranque en Frío de Motores Kappa 1200cc con Problemas de Encendido Para el Desarrollo de una Mejora del Software en la UCE,» Universidad Internacional de ecuador , Guayaquil, 2021.
- [41] B. Rodriguez, «Foroscocheselectricos,» 2 Noviembre 2011. [En línea]. Available: <https://foroscocheselectricos.com/2011/11/motor-electrico-versus-motor-de.html>.
- [42] V. Barreto, «Power and torque characteristics of a typical internal combustion engine,» The Conversation, 2019. [En línea]. Available: <https://theconversation.com/heres-why-electric-cars-have-plenty-of-grunt-oomph-and-torque-115356>. [Último acceso: 2022].
- [43] P. Corbo, F. Migliardini y O. Veneri, Hydrogen Fuel Cells for Road Vehicles, Springer, 2011.

- [44] EVCO electric vehicles conversion, «EVCO,» 01 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.evco.com.co/product-page/kit-b%C3%A1sico-72v>. [Último acceso: 20 Mayo 2022].
- [45] J. Toro, «Colombia fue líder en la región en venta de carros eléctricos durante primer trimestre,» Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-fue-lider-en-la-region-en-venta-de-carros-electricos-durante-primer-trimestre-3184261> .
- [46] D. Pastor, «foro coches eléctricos,» 6 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://forococheselectricos.com/2018/11/un-poco-de-historia-mars-ii-un-renault-10-electrico-made-in-usa.html>.
- [47] Webedia brand services, «Motor Pasión,» 3 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius-i-evolucion-del-diseno>.
- [48] Carlos, «Nergiza,» 30 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://nergiza.com/que-es-un-coche-electrico-de-autonomia-extendida/>.
- [49] G. García, «El 93% de los coches eléctricos vendidos en 2018 montaron motores eléctricos de imanes permanentes,» ADAMAS INTELLIGENCE, 2019.
- [50] C. Sanchez, «Motores de flujo axial: más potentes, compactos y ligeros,» 7 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://movilidadelectrica.com/motores-de-flujo-axial-mas-potentes-compactos-y-ligeros/>.
- [51] M. A. S. Gabaldón, «universidad politica de valencia,» 07 abril 2017. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/79697>.
- [52] Tu tienda energetica , 2020. [En línea]. Available: <https://www.tutiendaenergetica.es/bateria-de-plomo-trojan-j-185h-ac-12v-249ah>.

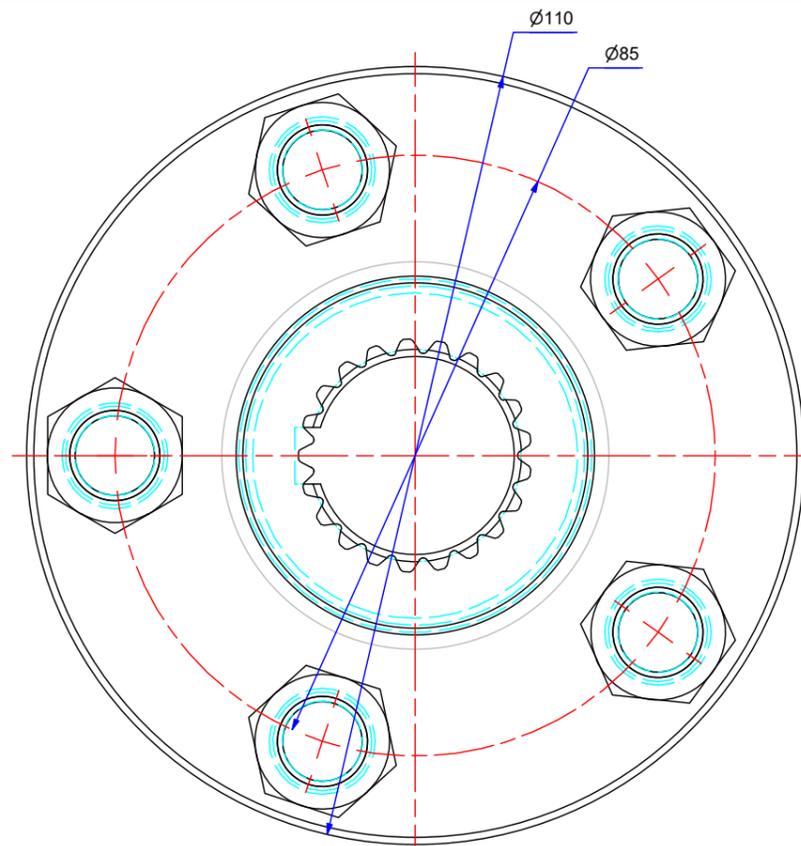
- [53] J. Conde, «Medidas y Maletero del kia picanto,» 30 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.carwow.es/blog/kia-picanto-medidas-y-maletero#gref>.
- [54] jensysolar, «battery deep-cycle-battery,» 2020. [En línea]. Available: <http://www.jensyssolar.com/battery/deep-cycle-battery/12v-150ah-agm-deep-cycle-battery.html>.
- [55] HISOUR, 2 mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.hisour.com/es/electric-vehicle-conversion-42657/>.
- [56] F. coehlo, «computer hoy,» 10 02 2018. [En línea]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/life/historia-del-coche-electrico-75355>.

## 10 ANEXOS

- A. Diseño de placa, acople central y soportes sistema de conversión vehicular Kia Picanto ION en SolidWorks e Inventor.**
  
- B. Diagramas Eléctricos de Potencia y control sistema de conversión vehicular Kia Picanto ION en AutoCAD.**
  
- C. Diseño de pack de Baterías Conexionado y armado sistema de conversión vehicular kia picanto ION en SolidWorks.**
  
- D. Diseño general Vehículo de conversión vehicular Kia Picanto ION con sus respectivos componentes.**



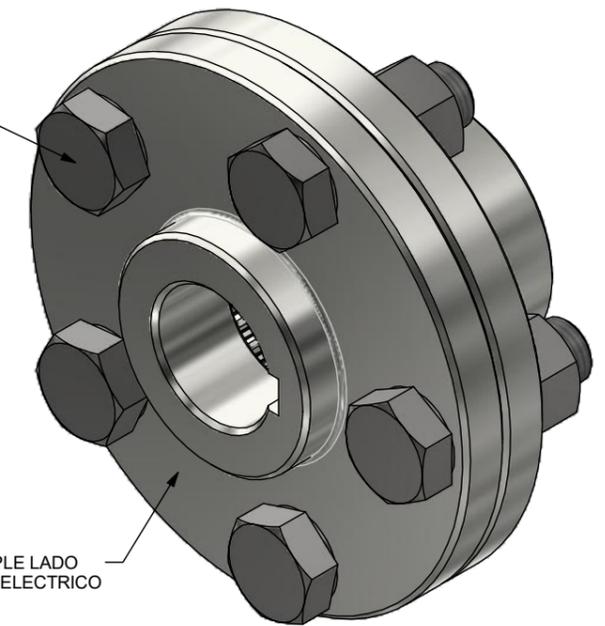
VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 1



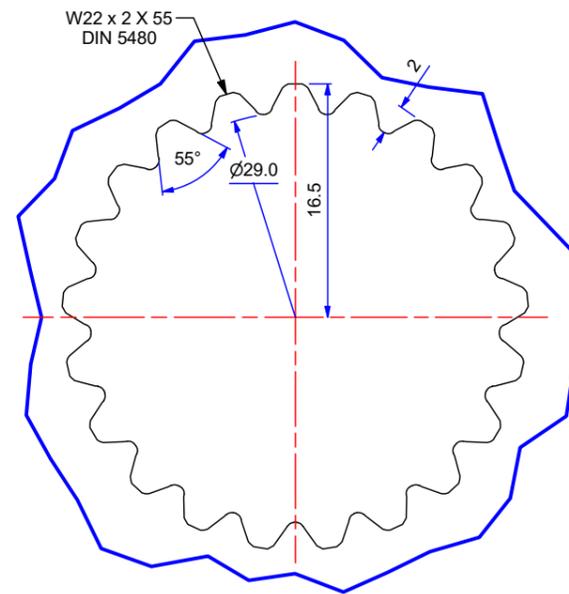
VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 1

TORNILLO 1/2" x 1/2" - UNF  
CON TUERCA G8

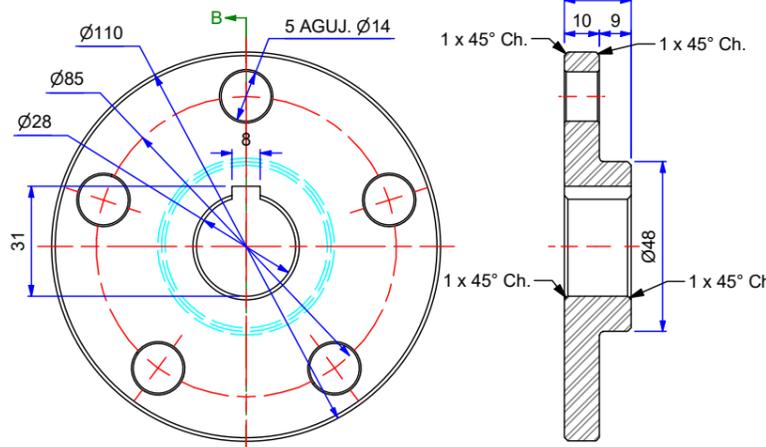
ACOPLE LADO  
MOTOR ELECTRICO



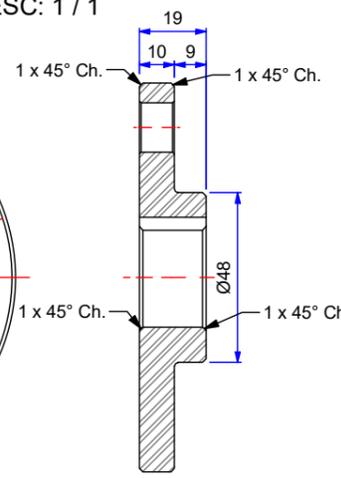
ISOMETRICO



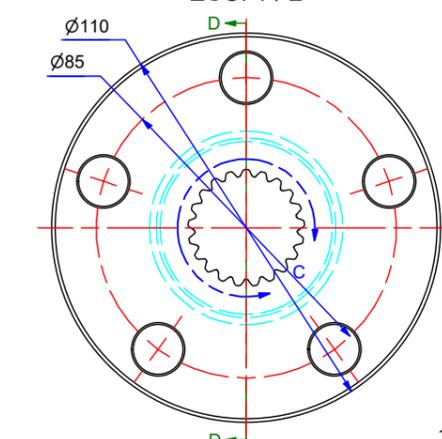
DETALLE C  
ESC: 2 / 1



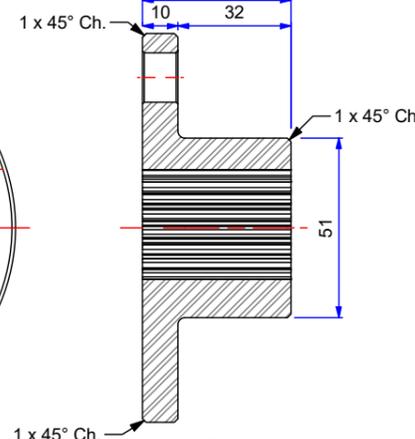
ACOPLE MOTOR ELECTRICO  
ESC: 1 / 2



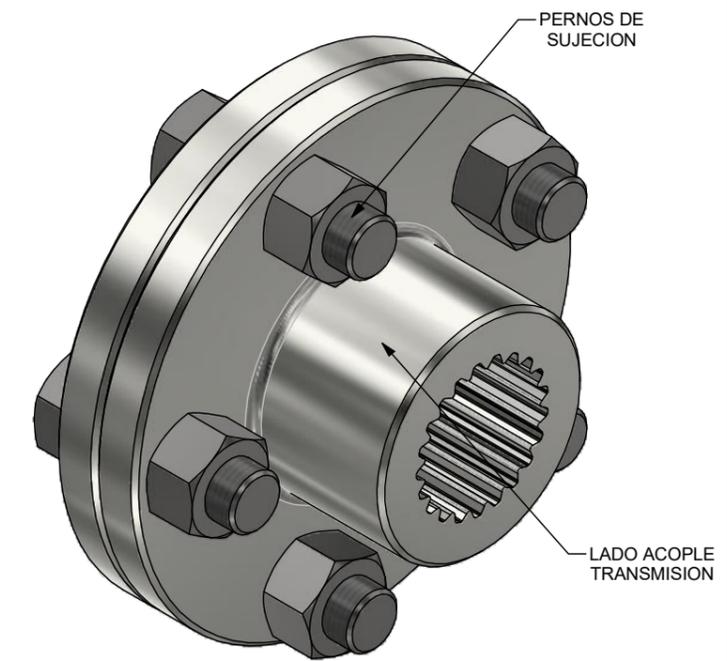
SECCION B-B  
ESC: 1 / 2



ACOPLE A TRANSMISION  
ESC: 1 / 2

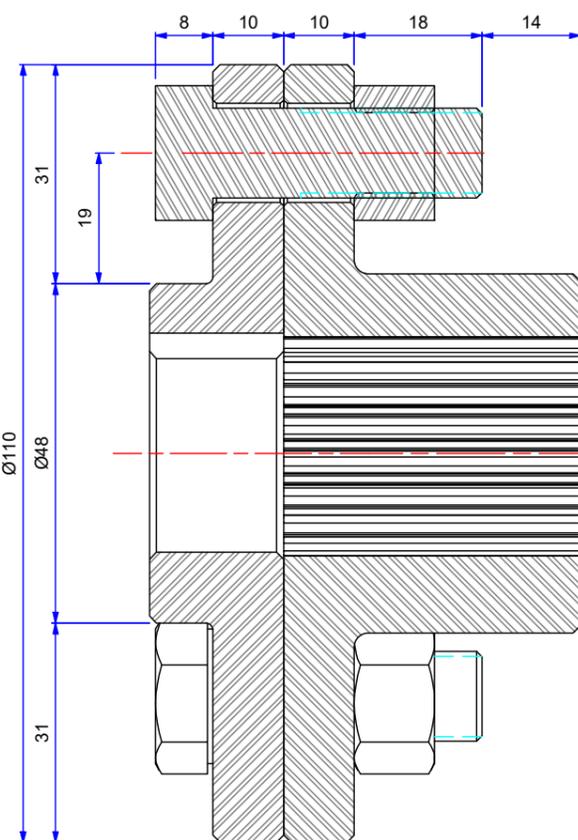


SECCION D-D  
ESC: 1 / 2



PERNOS DE  
SUJECION

LADO ACOPLE  
TRANSMISION

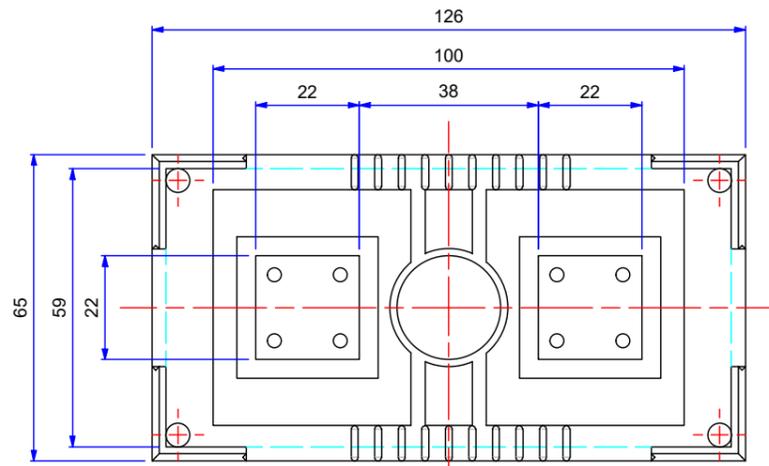


SECCION A-A  
ESC: 1 / 1

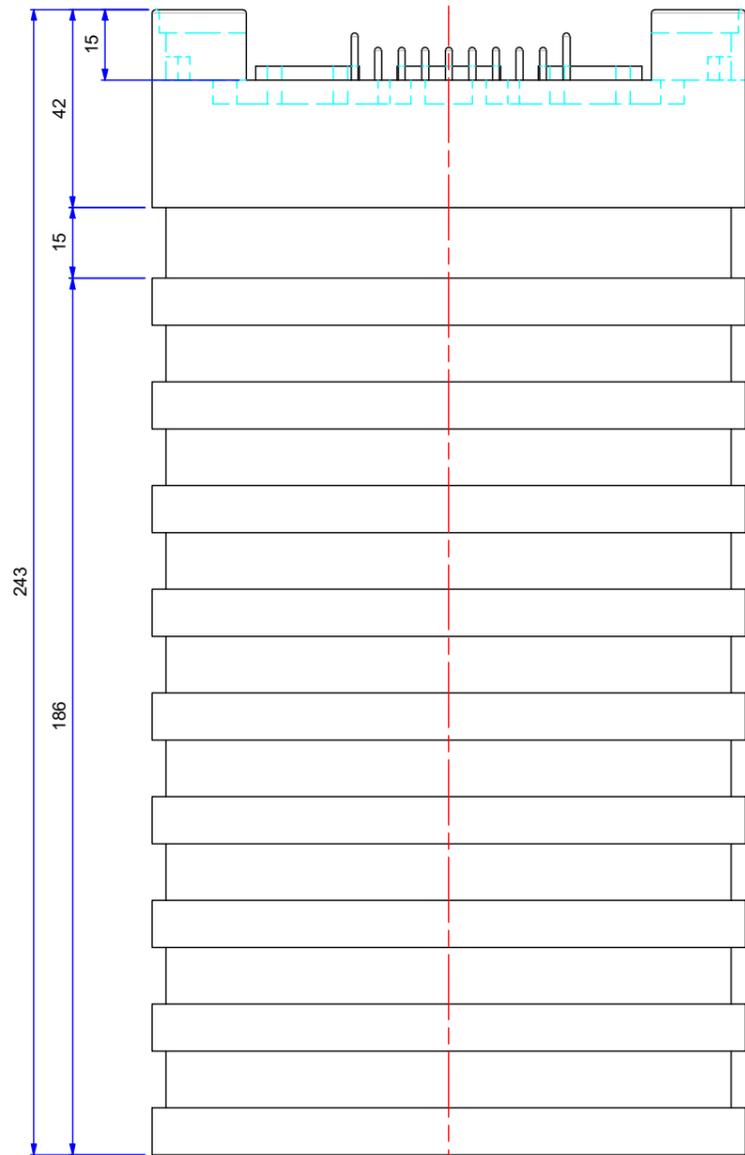
PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECHANICA	SEDE: TUNJA
INFORMACION		MATERIAL: ACERO AISI 1045	CONTIENE: ACOPLE MOTOR ELECTRICO Y TRANSMISION
COTIZACION		PLANO No. Acople General	
APROBACION		ITEM	NOMBRE
FABRICACION		FECHA	FECHA
MONTAJE		PROYECTO:	FECHA DE IMPRESION:
APROBO:		AUDITO:	REVISO:
FECHA:		APROBO:	ARCHIVO: Acople General.idw
		FORMATO: A3	ESCALA: IND.
		DIMENSIONES: MILIMETROS	
		CANTIDAD: 1	REVISION: 0



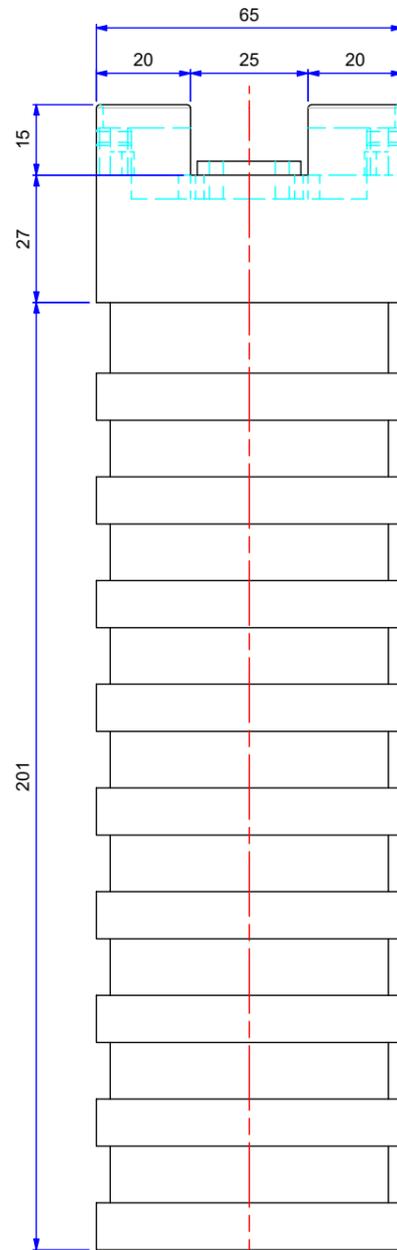




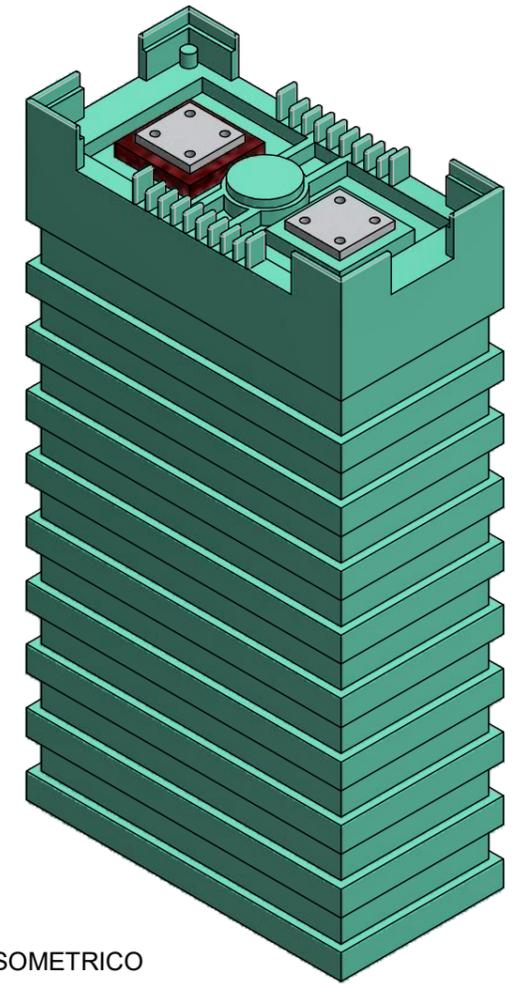
VISTA PLANTA  
ESC: 1 / 1.5



VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 1.5



VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 1.5

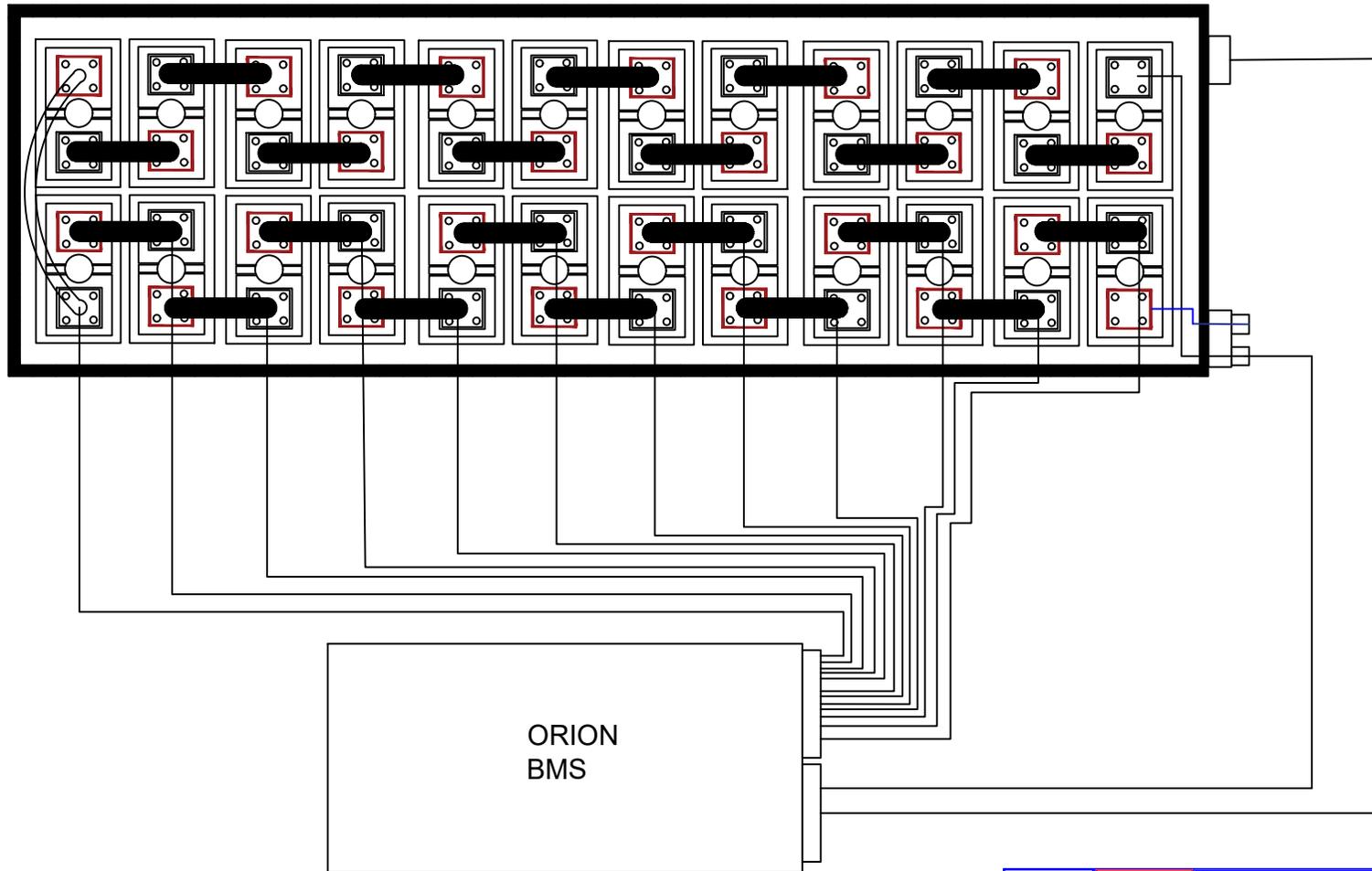


ISOMETRICO

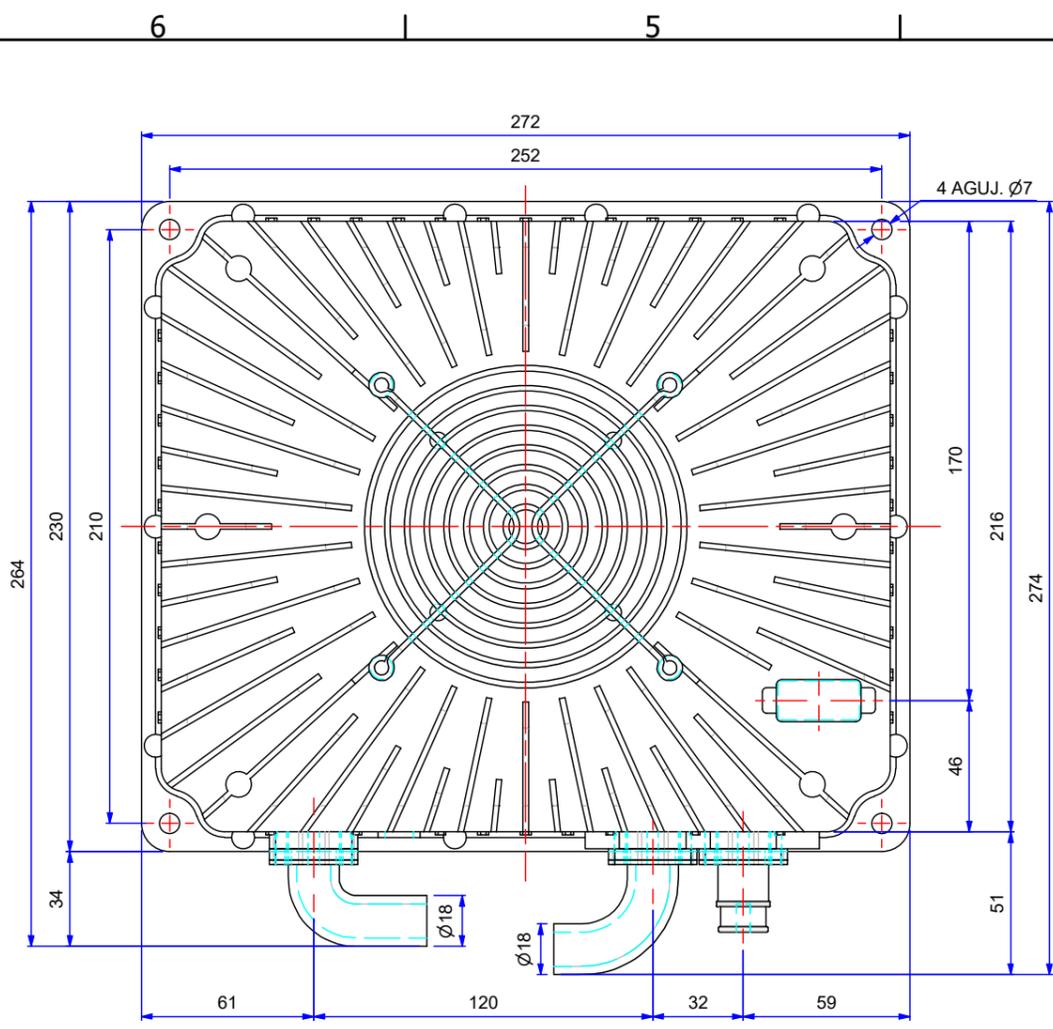
N° de artículo	GBS-LFP100AH-C
Peso del Producto	2,3 ±0,1 KGS
Dimensiones del contorno	126 x 46 x 233 ±1mm
Capacidad nominal	100 AH
Voltaje de funcionamiento	2,5 - 3,65 V
Temperatura de funcionamiento	- 20 ~ 65 °C
Voltaje nominal	3,2V
Impedancia interna	≤0,4 mΩ
Carga estandar	0,25C
Carga rapida	1C
Descarga estandar	0,5C
Descarga maxima	3C
Tasa de descarga instantanea	10C (10S)

PLANO ELABORADO PARA INFORMACION <input checked="" type="checkbox"/> COTIZACION <input type="checkbox"/> APROBACION <input type="checkbox"/> FABRICACION <input type="checkbox"/> MONTAJE <input type="checkbox"/> APROBO: _____ FECHA: _____			AREA: ING. ELECTROMECANICA SEDE: TUNJA	CONTIENE: <b>BATERIA DE LITIO</b>	
MATERIAL: IND. PLANO No. Bateria			FORMATO: A3 ESCALA: IND. DIMENSIONES: MILIMETROS	CANTIDAD: 1 REVISION: 0	

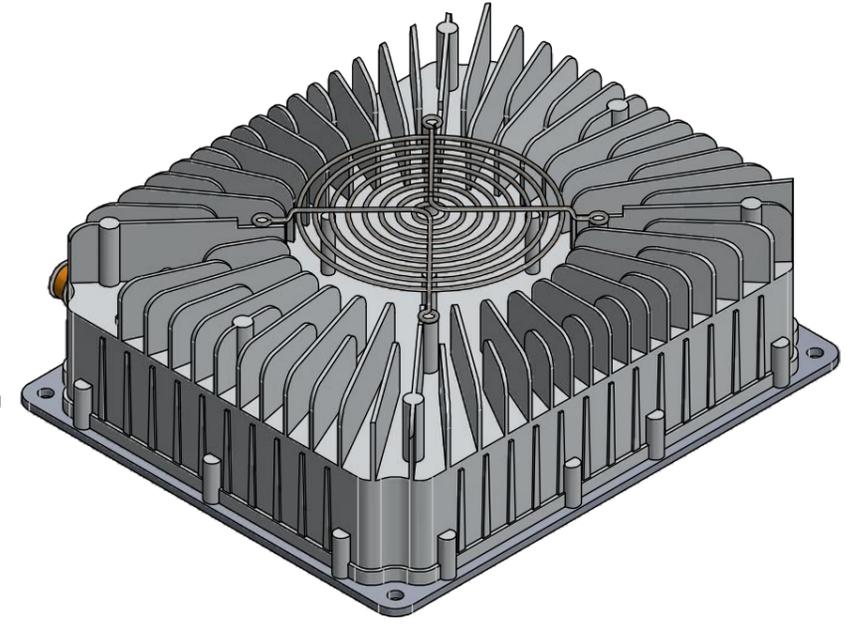
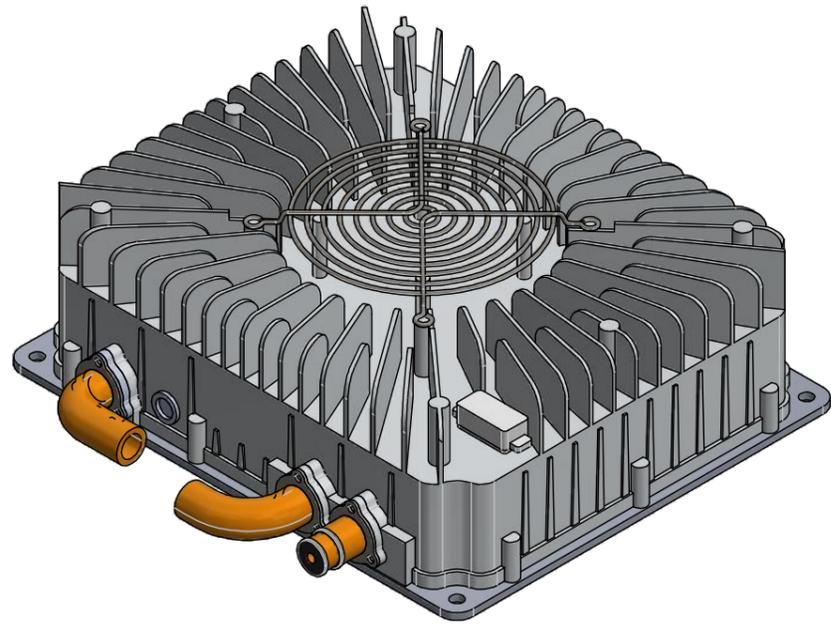
# Conexión electrónica BMS



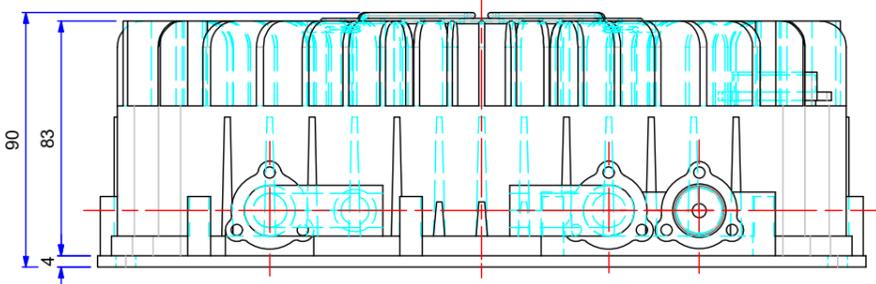
PLANO ELABORADO PARA:		AREA: ING. ELECTROMECANICA		DEBE: TUNJA	
INFORMACION	<input type="checkbox"/>	MATERIAL: IND.		CONTIENE: CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA	
COTIZACION	<input type="checkbox"/>	PLANO No. DG - 03		CONVERSION VEHICULAR	
APROBACION	<input type="checkbox"/>	ITEM:	USUARIO:	FECHA:	ESCALA:
FABRICACION	<input type="checkbox"/>	CRISTIAN CAMILO TORRES	CRISTIAN TORRES	28/05/2022	1/8N
MONTAJE	<input type="checkbox"/>	AUDIT:	FECHA DE REVISION:	02/09/2022	REVISION:
APROBO:	<input type="checkbox"/>	REVISOR:	LAURA SOFIA HOYOS	04/05/2022	1
FECHA:	<input type="checkbox"/>	APROBADO:	DG-03.dwg		0



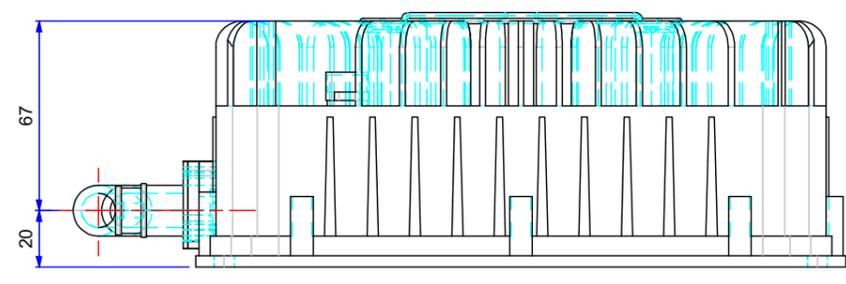
VISTA PLANTA  
ESC: 1 / 2.5



ISOMETRICO



VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 2.5



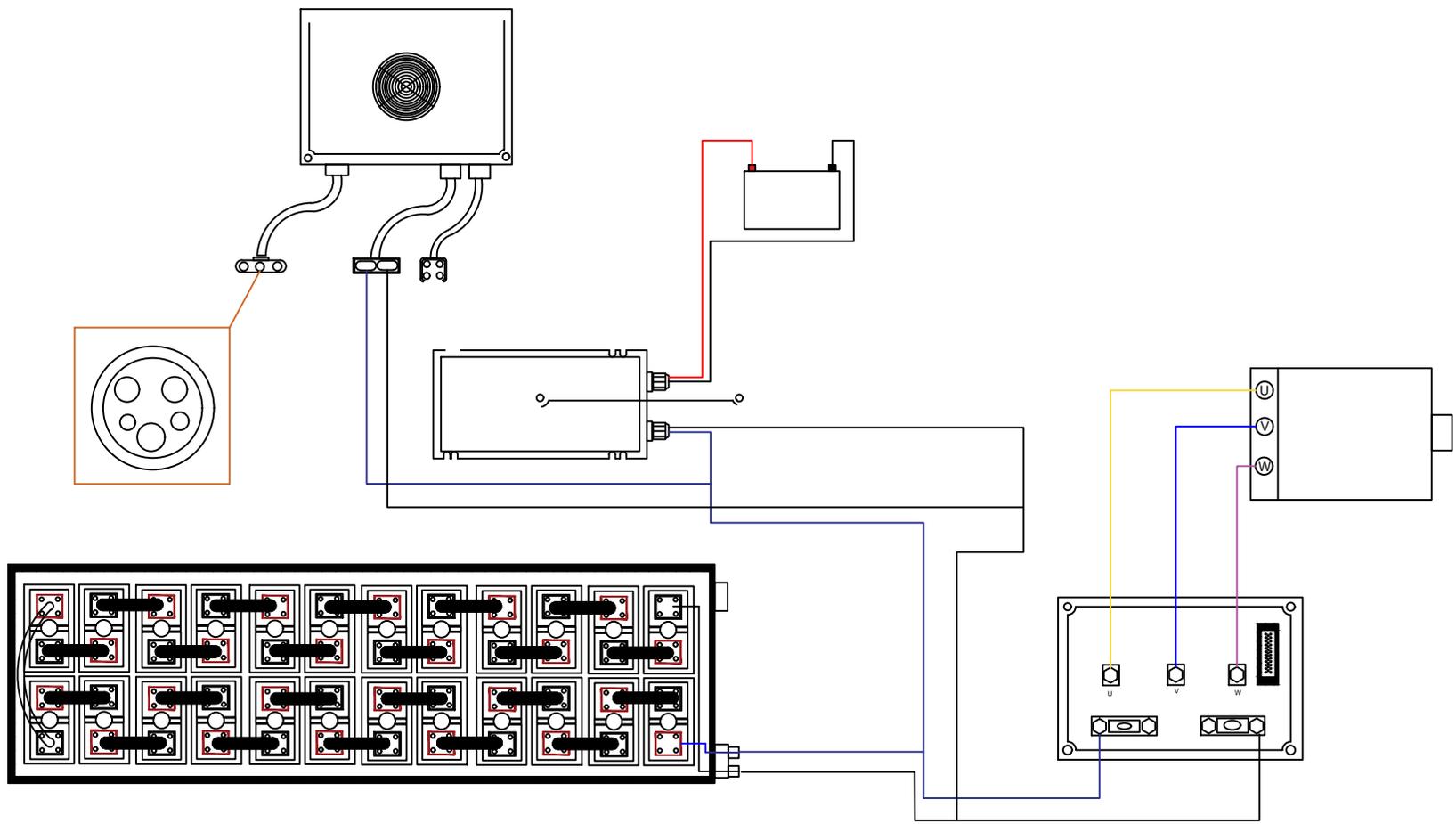
VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 2.5

Technical Parameter				
Specifications		MC3336-7250	MC3336-9650	MC3336-A850
Electrical performance	Input volt range (DV/V)	60 ~ 90	80 ~ 120	110V (for lithium battery) 80 ~ 125
	Max. Output current (AC/A)	500	500	500
	Rated output current (AC/A)	120	120	120
	Controller starting volt (DC/V)	50	50	55
	Max. Output power (KW)	36	50	55
Operating temperature		-30 °C ----- 50 °C		
Protection Grade		IP65		
INS. Class		Between Input Circuit or Output Circuit and Main Case: DC 1000V, Leakage Current: 0,05mA, Insulation Resistance: 20MΩ		
Ambient Temperature		- 40 °C ----- 70°C		

- PLANO ELABORADO PARA
- INFORMACION
  - COTIZACION
  - APROBACION
  - FABRICACION
  - MONTAJE
  - APROBO: \_\_\_\_\_
  - FECHA: \_\_\_\_\_



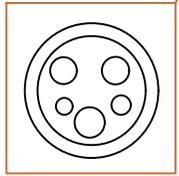
AREA: ING. ELECTROMECHANICA		SEDE: TUNJA	
MATERIAL: IND.		CONTIENE: Cargador CH4100 - 9625C	
PLANO No: Cargador CH4100 - 9625C		CARGADOR CH4100 - 9625C	
ITEM	NOMBRE	FECHA	FORMATO: A3
PROYECTO:			ESCALA: IND.
AUDITO:			FECHA DE IMPRESION:
REVISO:			DIMENSIONES: MILIMETROS
APROBO:			CANTIDAD: 1
ARCHIVO: Cargador CH4100 - 9625C.idw			REVISION: 0



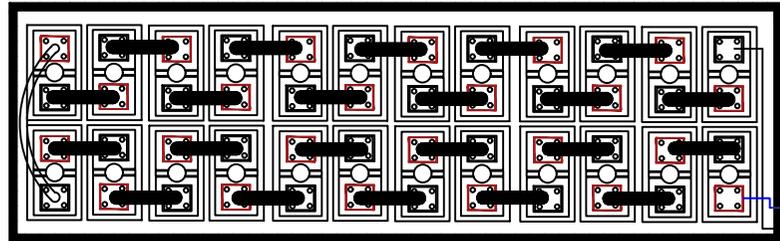
PLANO ELABORADO PARA:		MECA: ING. ELECTROMECHANICA		MODE: TUNJA	
INFORMACION	<input type="checkbox"/>	IND.		CONTENIDO: CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA CONVERSION VEHICULAR	
COTIZACION	<input type="checkbox"/>	PLANO No. DG - 03			
APROBACION FABRICACION	<input type="checkbox"/>	ITEM	NOMBRE	FECHA	ESCALA: SIN
MONTAJE	<input type="checkbox"/>	PROYECTO	CRISTIAN TORRES	06/05/2022	FORMATO: A2
APROBADO	<input type="checkbox"/>	REVISOR	LAURA SOFIA HOYOS	08/05/2022	REVISIONES: SIN
FECHA:		REVISOR			CANTIDAD: 1
		PROBADO			PLANO: 0

CONVENCIONES

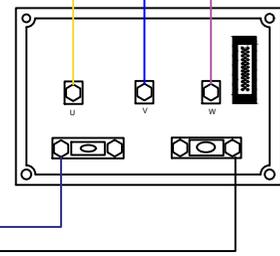
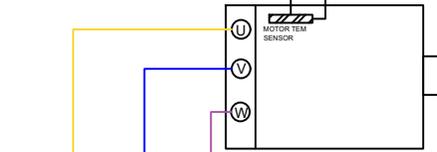
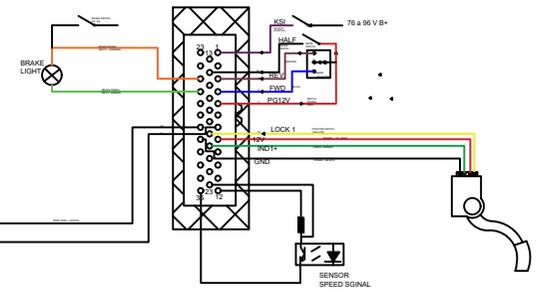
	FUSIBLE DE PROTECCIÓN
	LÍNEA DE CONEXIÓN
	PUNTO DE CONEXIÓN LÍNEA
	INTERRUPTOR
	LÁMPARA
	PULSADOR
	SELECTOR DE MARCHA
	SENSOR DE TEMPERATURA DE MOTOR
	SENSOR DE VELOCIDAD



PUERTO DE CARGA TIPO 4 CHAdeMO

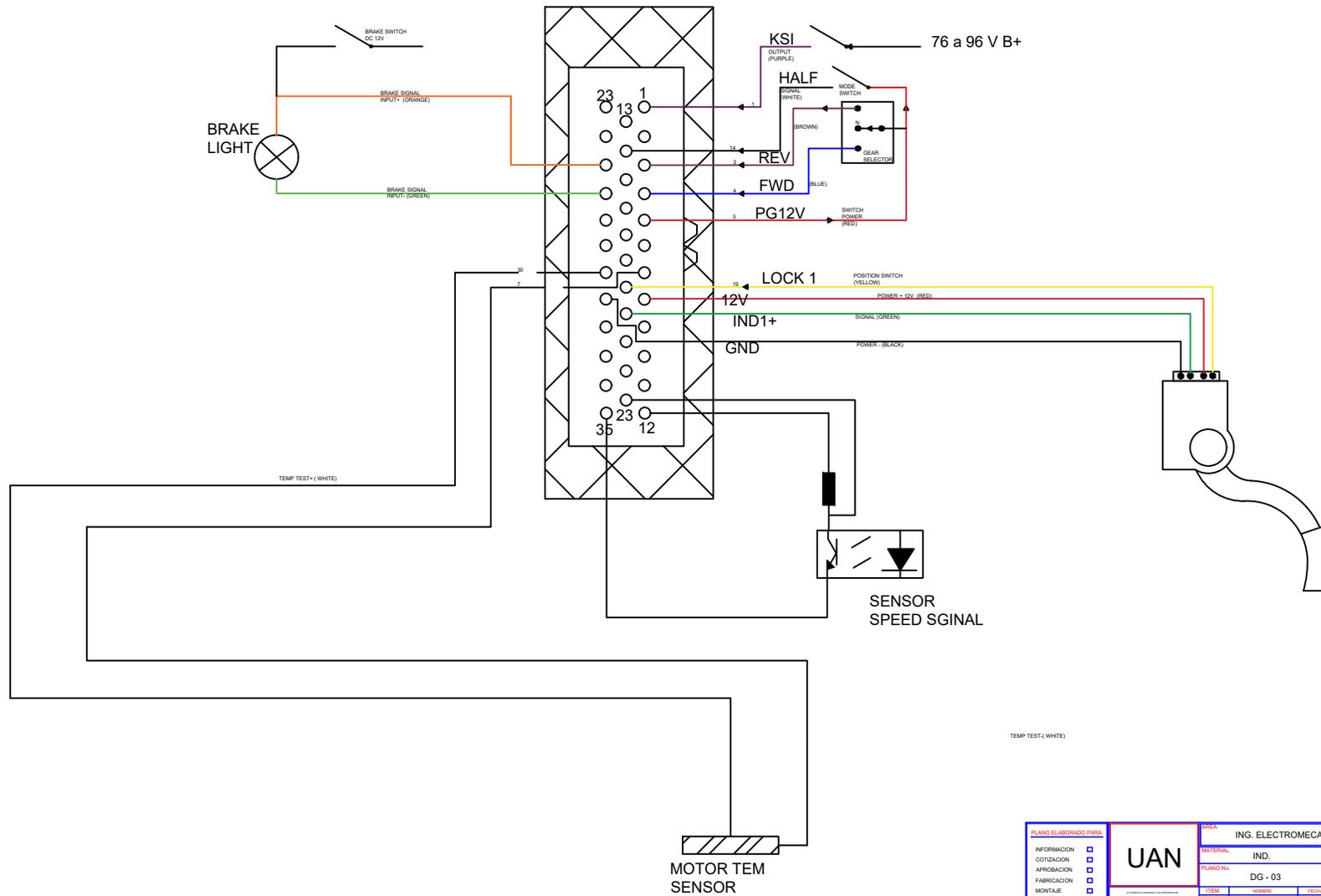


ORION  
BMS

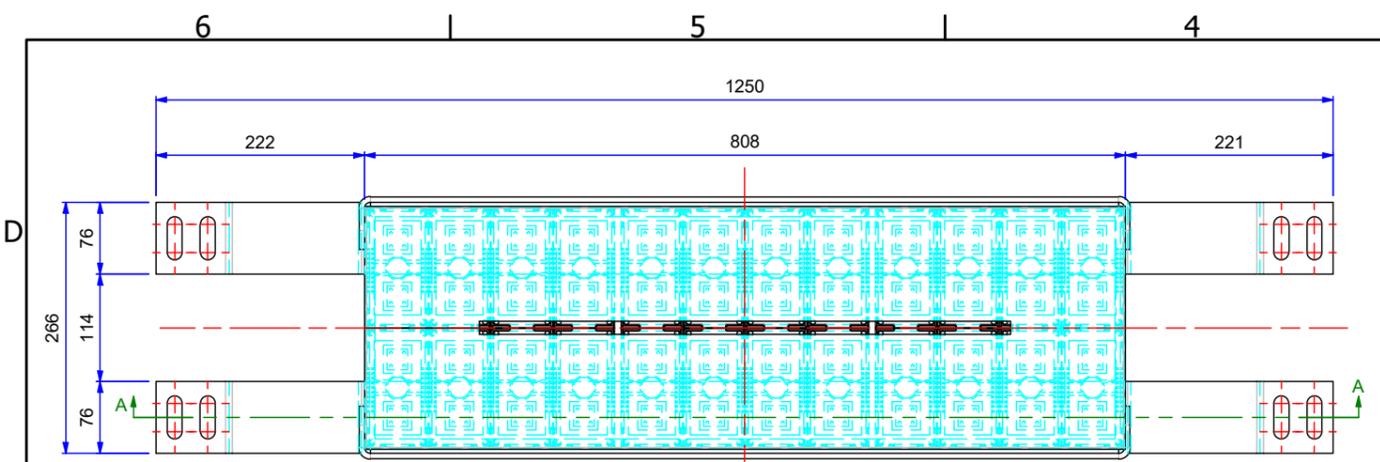


PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECANICA	SEDE: TUNJA				
INFORMACION		MATERIAL: IND.	OBJETO: CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA CONVERSION VEHICULAR				
COTIZACION		PLANO No: DG - 03					
APROBACION		ITEM	NOMBRE	FECHA	ESTADO	FECHA	DESIGNACION
FABRICACION		01	CRISTIAN TORRES	05/05/2022	A2	05/05/2022	SN
MONTAJE		02	LAURA SOFIA ROVOS	05/05/2022		05/05/2022	SN
APROBADO:	CRISTIAN CAMILO TORRES	03					
FECHA:		04					
		05					
		06					
		07					
		08					
		09					
		10					
		11					
		12					
		13					
		14					
		15					
		16					
		17					
		18					
		19					
		20					
		21					
		22					
		23					
		24					
		25					
		26					
		27					
		28					
		29					
		30					
		31					
		32					
		33					
		34					
		35					
		36					
		37					
		38					
		39					
		40					
		41					
		42					
		43					
		44					
		45					
		46					
		47					
		48					
		49					
		50					
		51					
		52					
		53					
		54					
		55					
		56					
		57					
		58					
		59					
		60					
		61					
		62					
		63					
		64					
		65					
		66					
		67					
		68					
		69					
		70					
		71					
		72					
		73					
		74					
		75					
		76					
		77					
		78					
		79					
		80					
		81					
		82					
		83					
		84					
		85					
		86					
		87					
		88					
		89					
		90					
		91					
		92					
		93					
		94					
		95					
		96					
		97					
		98					
		99					
		100					

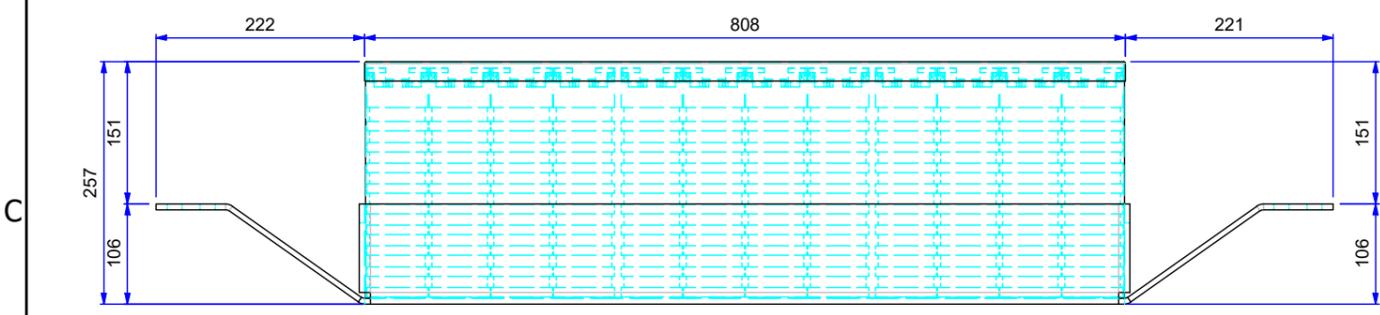
# Conexión eléctrica/ electrónica Controlador



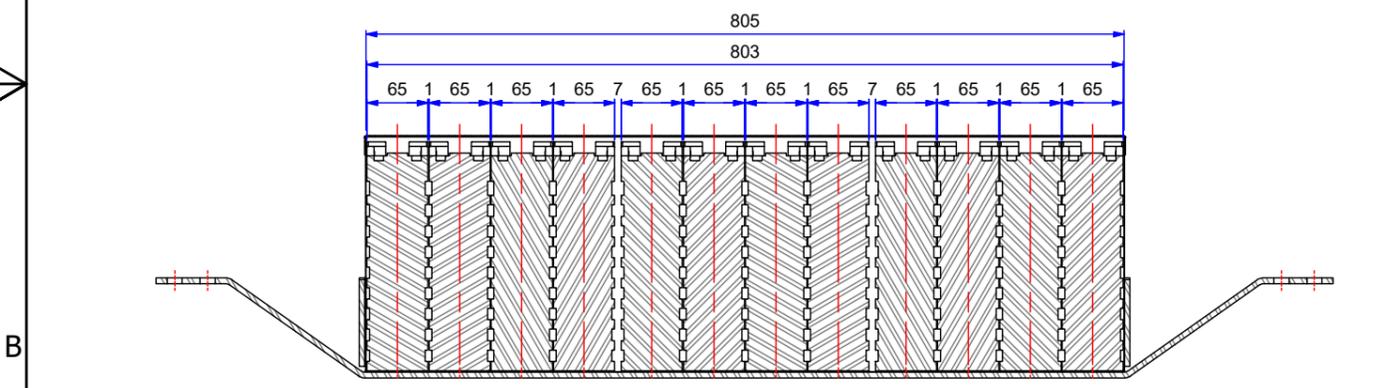
PLANO ELABORADO PARA:	AREA:	ING. ELECTROMECANICA	SEDE:	TUNJA
INFORMACION	COTIZACION	APROBACION:	FABRICACION:	MONTAJE:
UAN		MATERIAL:	IND. CIRCUITO ELECTRONICO DE CONTROLADOR DE CONVERSION VEHICULAR	
PLANO No:		DG - 03		
APROBADO:	CRISTIAN CAMILO TORRES	FECHA:	08/05/2022	FORMATO:
FECHA:		REVISADO:	LAURA SOPHIA HOYOS	08/05/2022
		REVISOR:	RECIBIDO:	08/05/2022
		DC-03.dwg		1
				0



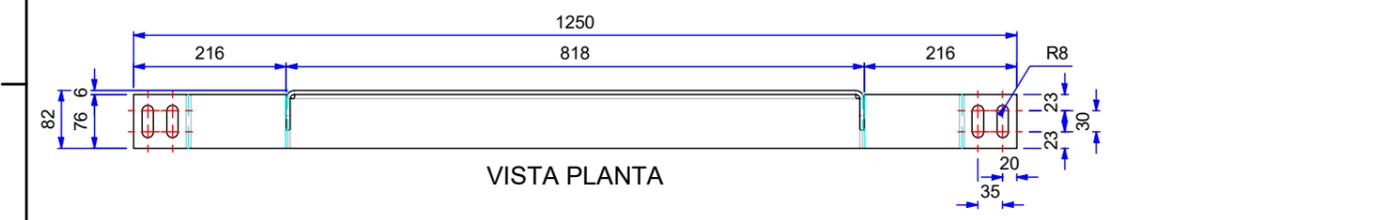
VISTA PLANTA  
ESC: 1 / 7.5



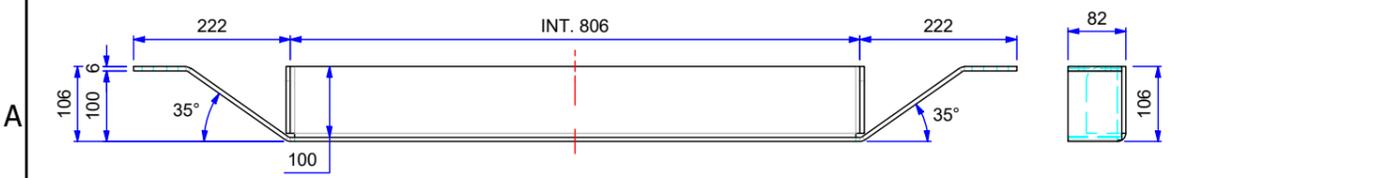
VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 7.5



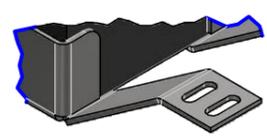
SECCION A-A  
ESC: 1 / 7.5



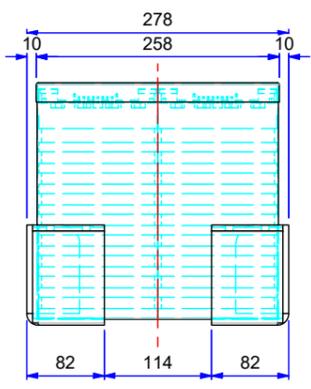
VISTA PLANTA



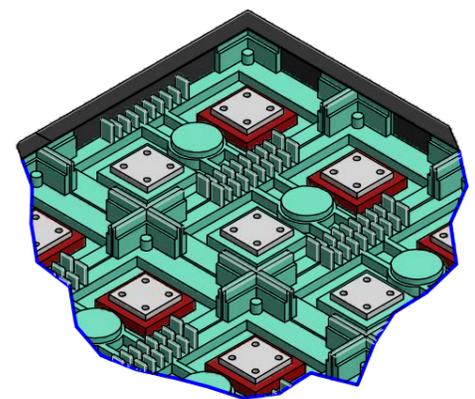
SOPORTE CAJA BATERIAS  
ESC: 1 / 10



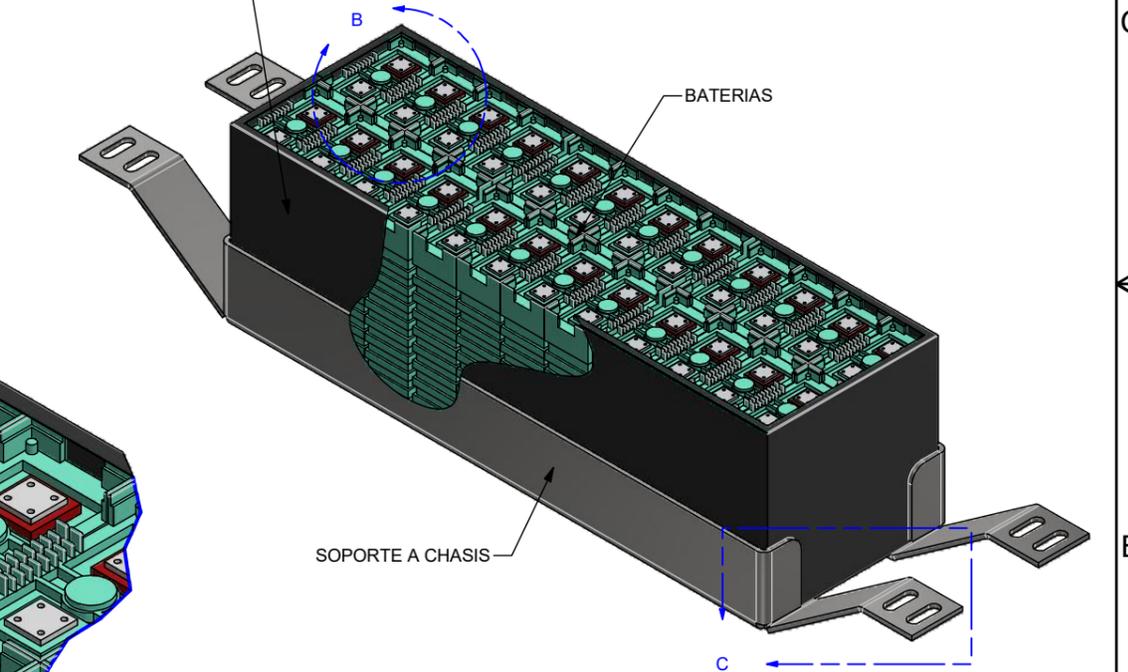
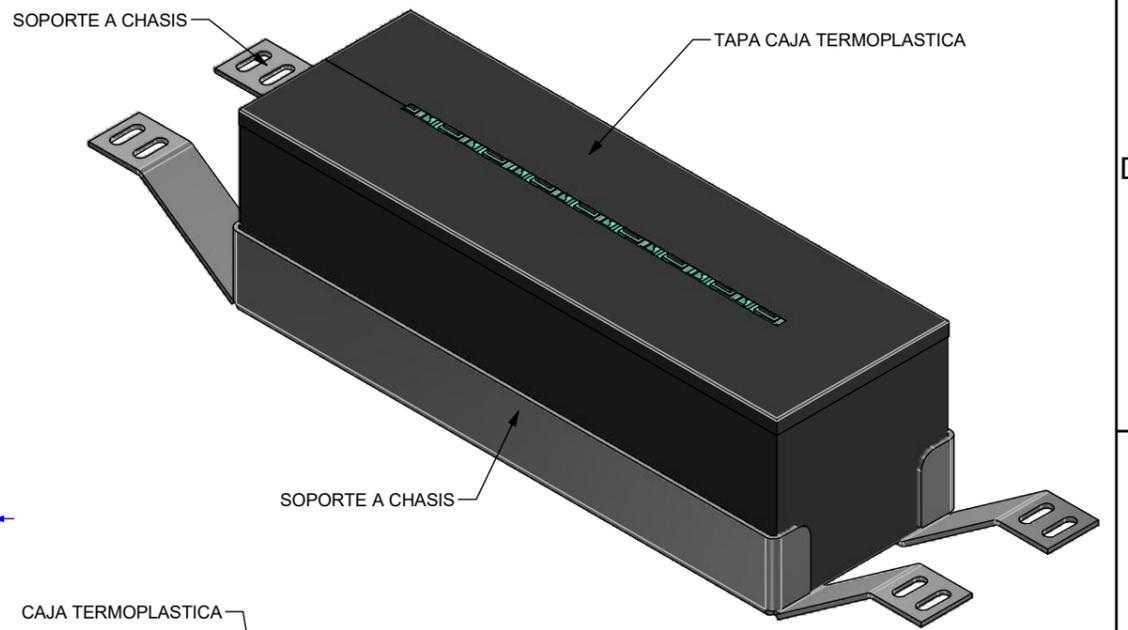
DETALLE C



VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 7.5

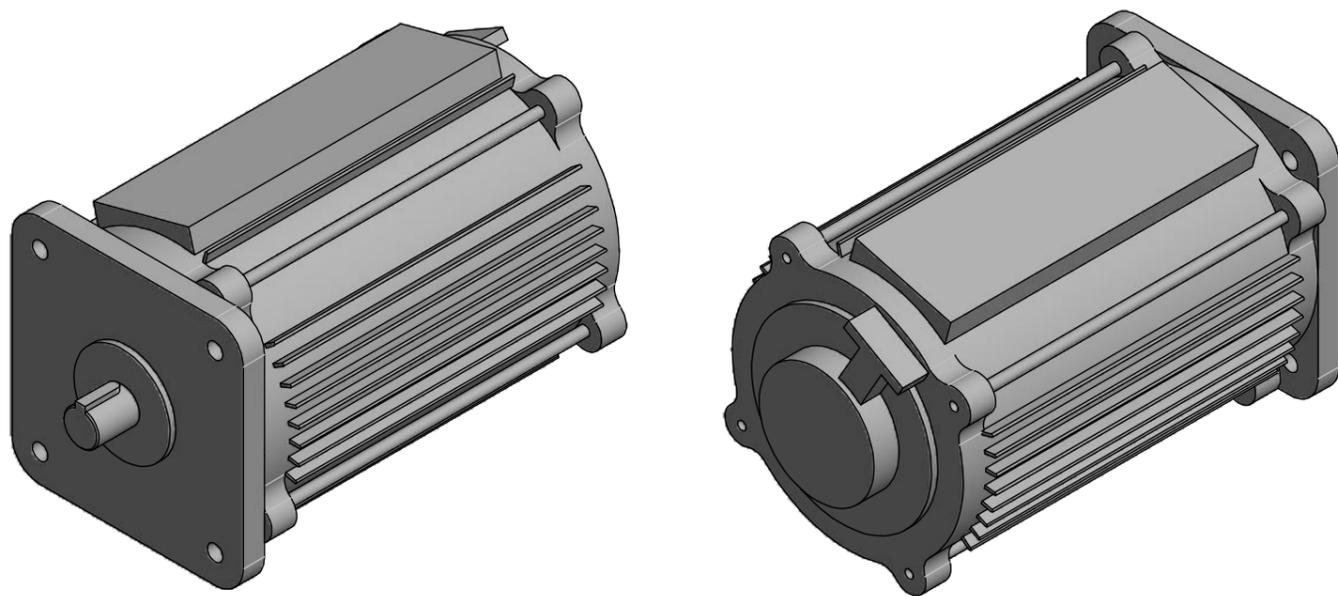
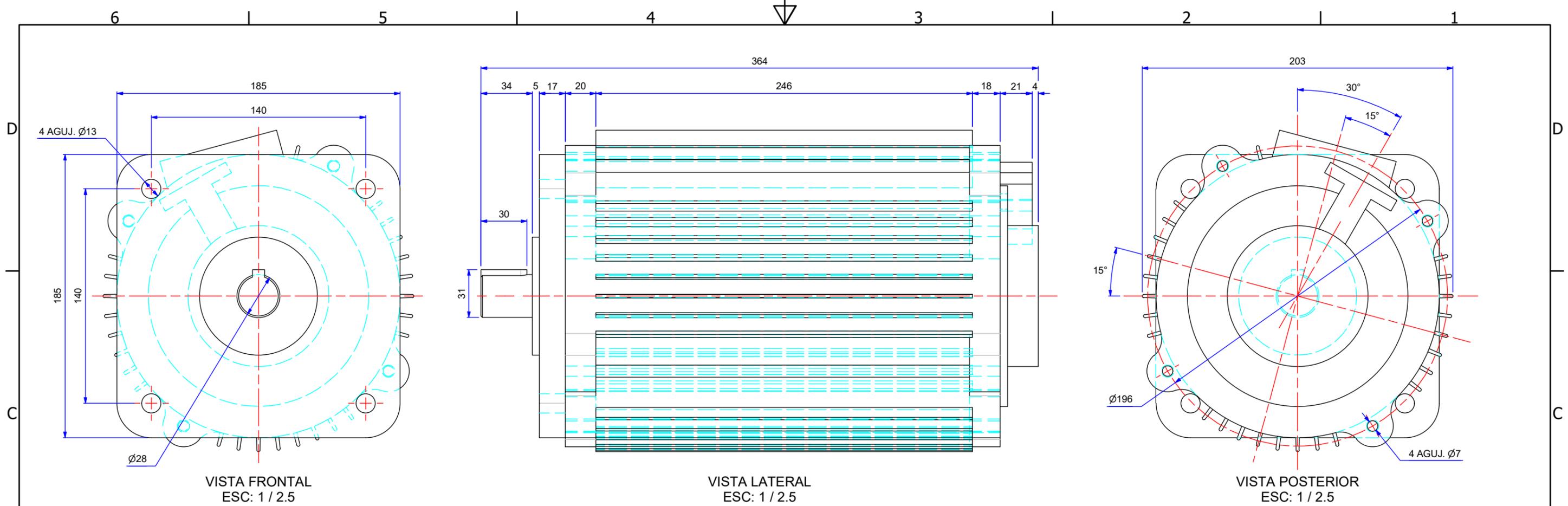


DETALLE B



PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECHANICA	SEDE: TUNJA
INFORMACION <input checked="" type="checkbox"/>	COTIZACION <input type="checkbox"/>	MATERIAL: IND.	CONTIENE: SOPORTE Y CAJA BATERIAS
APROBACION <input type="checkbox"/>	FABRICACION <input type="checkbox"/>	PLANO No. General Baterias	FORMATO: A3
MONTAJE <input type="checkbox"/>	APROBO: _____	FECHA: _____	ESCALA: IND.
FECHA: _____	PROYECTO: _____	FECHA DE IMPRESION: _____	DIMENSIONES: MILIMETROS
	AUDITO: _____	REVISOR: _____	CANTIDAD: 1
	REVISO: _____	APROBO: _____	REVISION: 0
		ARCHIVO: General Baterias.idw	

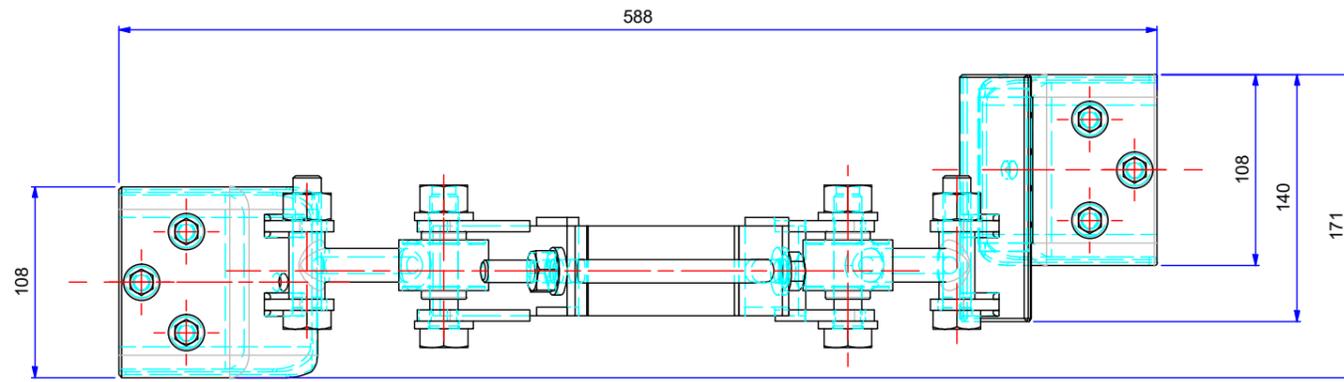




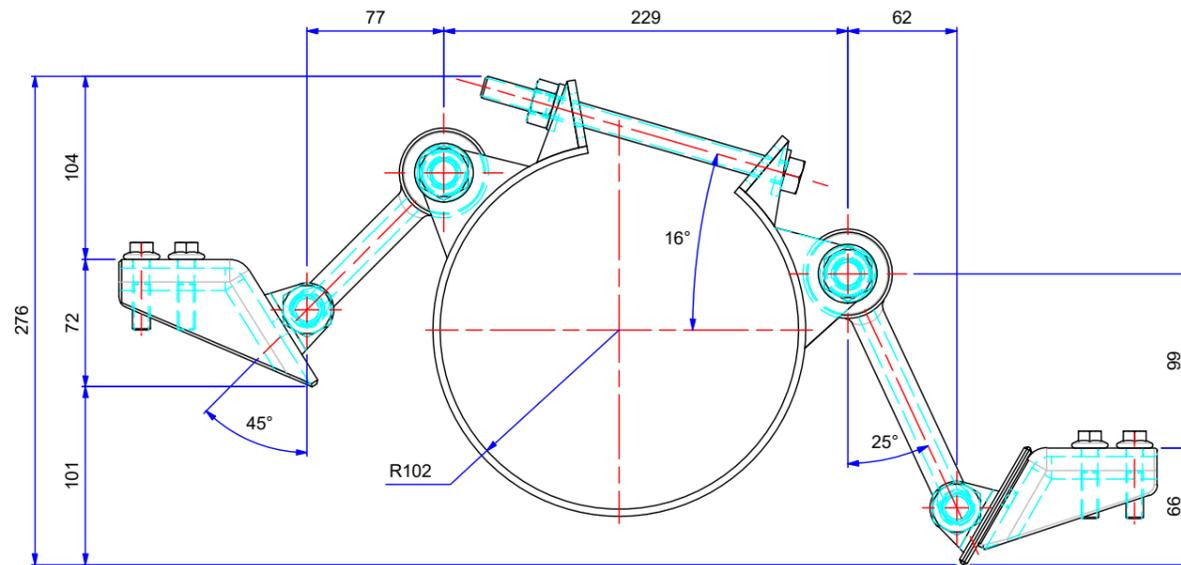
ISOMETRICOS

AC Electric Vehicles Driver Motor			
Type	YSQ-7.5-72-18	Rating	S2 60 Min
Rated Power	7.5 kW	Insulation Class	F
Rated Voltage	51 V (AC)	Protection	IP44
Rated Current	118 A	Weight	36 kg
Rated Speed	3000 rpm	Speed Range	294~6800 rpm
Frequency	10~200 Hz	NO:	YS*****
Encoder	A: 64p/rev B: 64p/rev	**年**月	
Changzhou Yangs Motor Co., Ltd.			

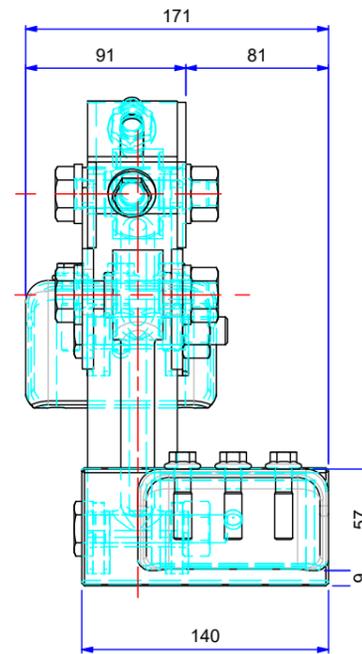
PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECHANICA	SEDE: TUNJA
INFORMACION <input checked="" type="checkbox"/>	COTIZACION <input type="checkbox"/>	MATERIAL: IND.	CONTIENE: Motor 7,5 Kw YS
APROBACION <input type="checkbox"/>	FABRICACION <input type="checkbox"/>	PLANO No: Plano Motor 7,5 Kw YS	FORMATO: A3
MONTAJE <input type="checkbox"/>	APROBO: _____	FECHA: 29/04/2021	ESCALA: 1 / 5
FECHA: _____	EL DISEÑO ES DISEÑADO Y DE PROPIEDAD DE: CAMILO O TORRES	PROYECTO: C. TORRES	DIMENSIONES: MILIMETROS
	SE PROHIBE SU REPRODUCCION SIN CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA EMPRESA. EL USO DE ESTA INFORMACION SIN SU APROBACION ACARRIARA AL RESPONSABLE LAS PENAS DESCRITAS POR LA LEY.	AUDITO: _____	FECHA DE IMPRESION: 29/04/2021
		REVISO: _____	CANTIDAD: 1
		APROBO: _____	REVISION: 0
			ARCHIVO: Plano Motor 7,5Kw YS.idw



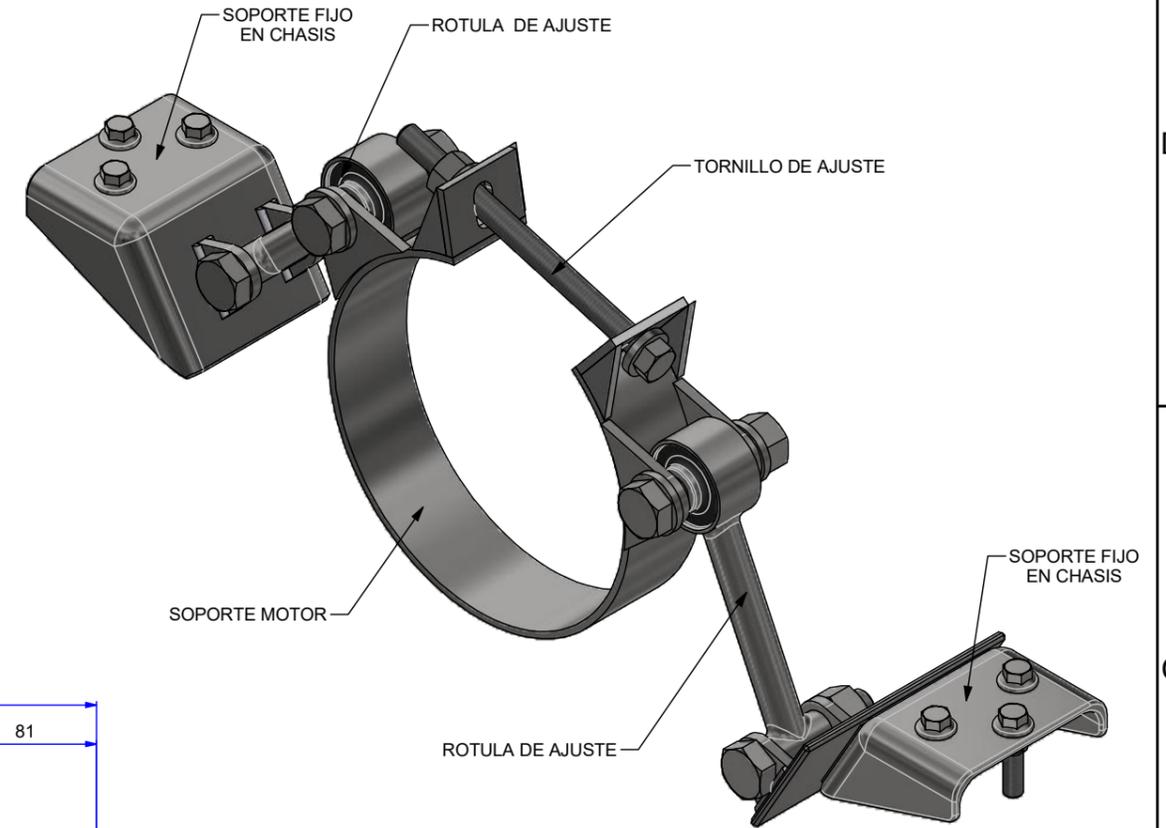
VISTA PLANTA  
ESC: 1 / 4



VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 4



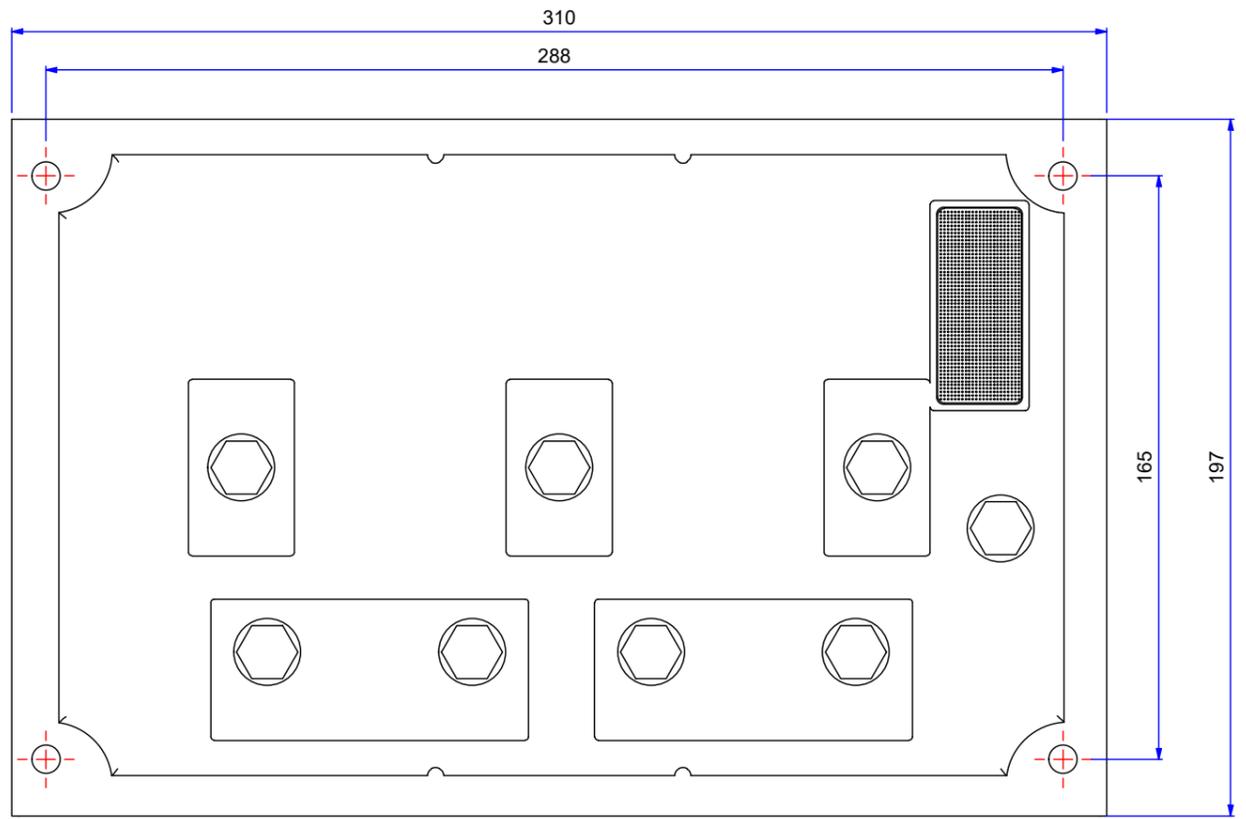
VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 4



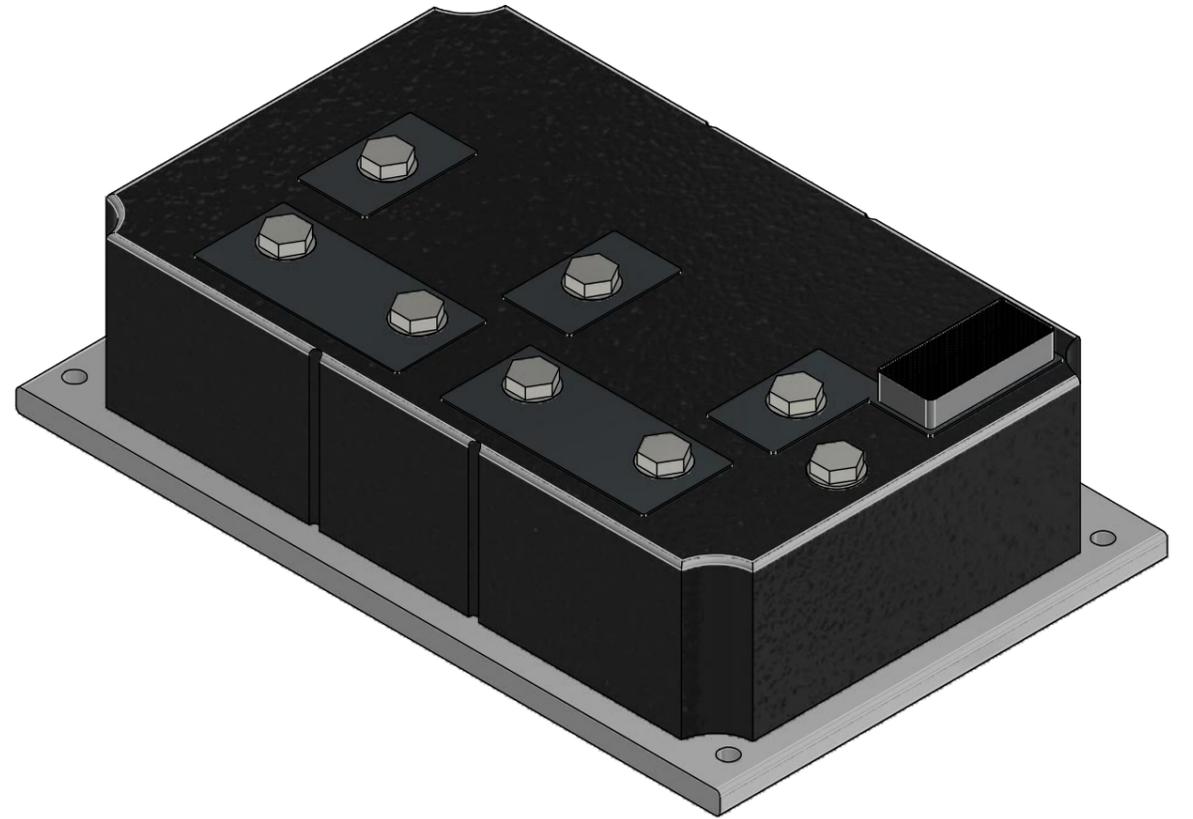
ISOMETRICO

PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECHANICA	SEDE: TUNJA
INFORMACION <input checked="" type="checkbox"/>	COTIZACION <input type="checkbox"/>	MATERIAL: IND.	CONTIENE: SOPORTE MOTOR ELECTRICO
APROBACION <input type="checkbox"/>	FABRICACION <input type="checkbox"/>	PLANO No. Soporte motor	FORMATO: A3
MONTAJE <input type="checkbox"/>	APROBO: _____	ITEM	ESCALA: IND.
FECHA: _____	FECHA: _____	NOMBRE	DIMENSIONES: MILIMETROS
	FECHA: _____	FECHA	FECHA DE IMPRESION: _____
		FECHA	CANTIDAD: 1
		FECHA	REVISION: 0
		FECHA	ARCHIVO: Soporte motor.idw

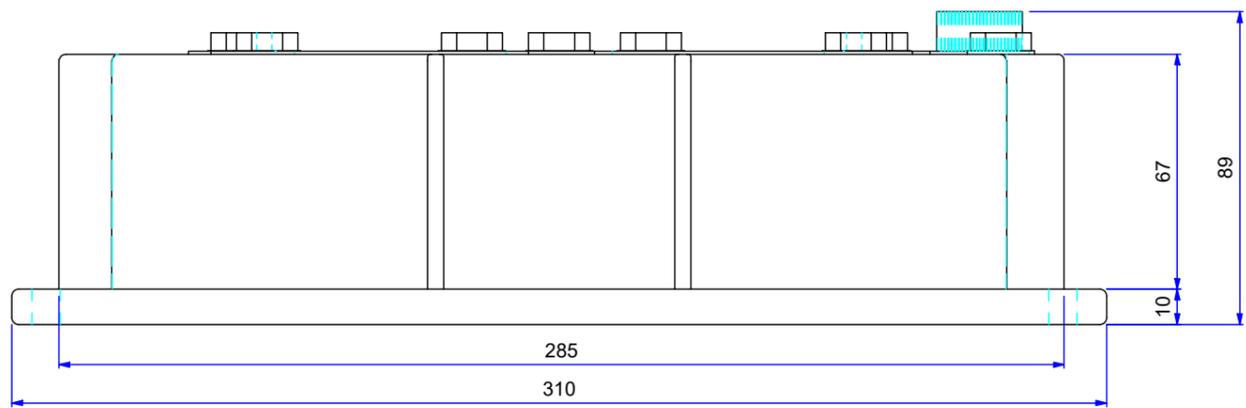




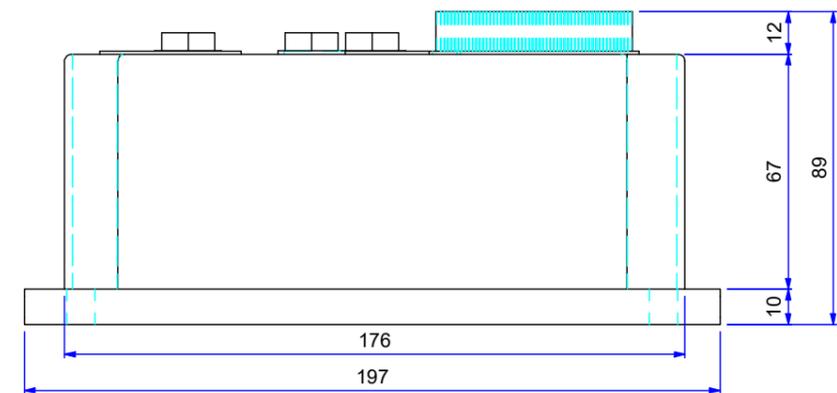
VISTA SUPERIOR  
ESC: 1 / 1



ISOMETRICO



VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 1

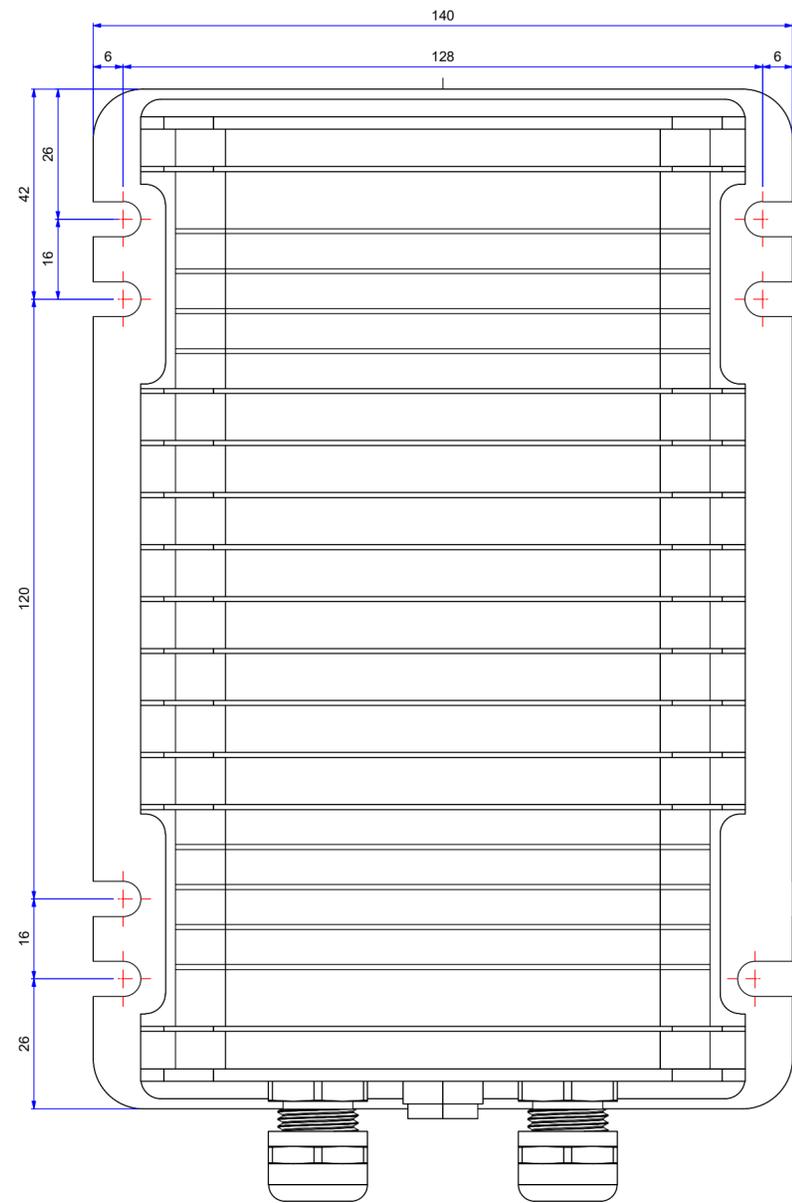


VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 1

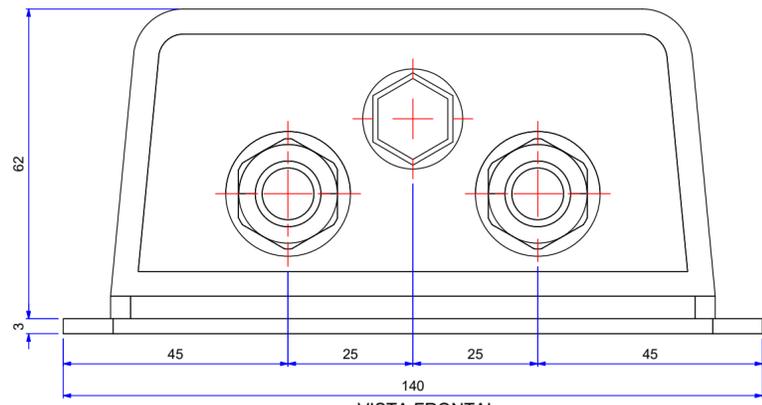
PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECHANICA		SEDE: TUNJA	
INFORMACION	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL: IND.		CONTIENE: CONTROLADOR MC3336	
COTIZACION	<input type="checkbox"/>	PLANO No. UAN		FORMATO: A3	
APROBACION	<input type="checkbox"/>	ITEM		ESCALA: 1 / 5	
FABRICACION	<input type="checkbox"/>	NOMBRE		DIMENSIONES: MILIMETROS	
MONTAJE	<input type="checkbox"/>	FECHA		FECHA DE IMPRESION:	
APROBO:		PROYECTO:		ARCHIVO: UAN.idw	
FECHA:		AUDITO:		CANTIDAD: 1	
		REVISO:		REVISION: 0	
		APROBO:			



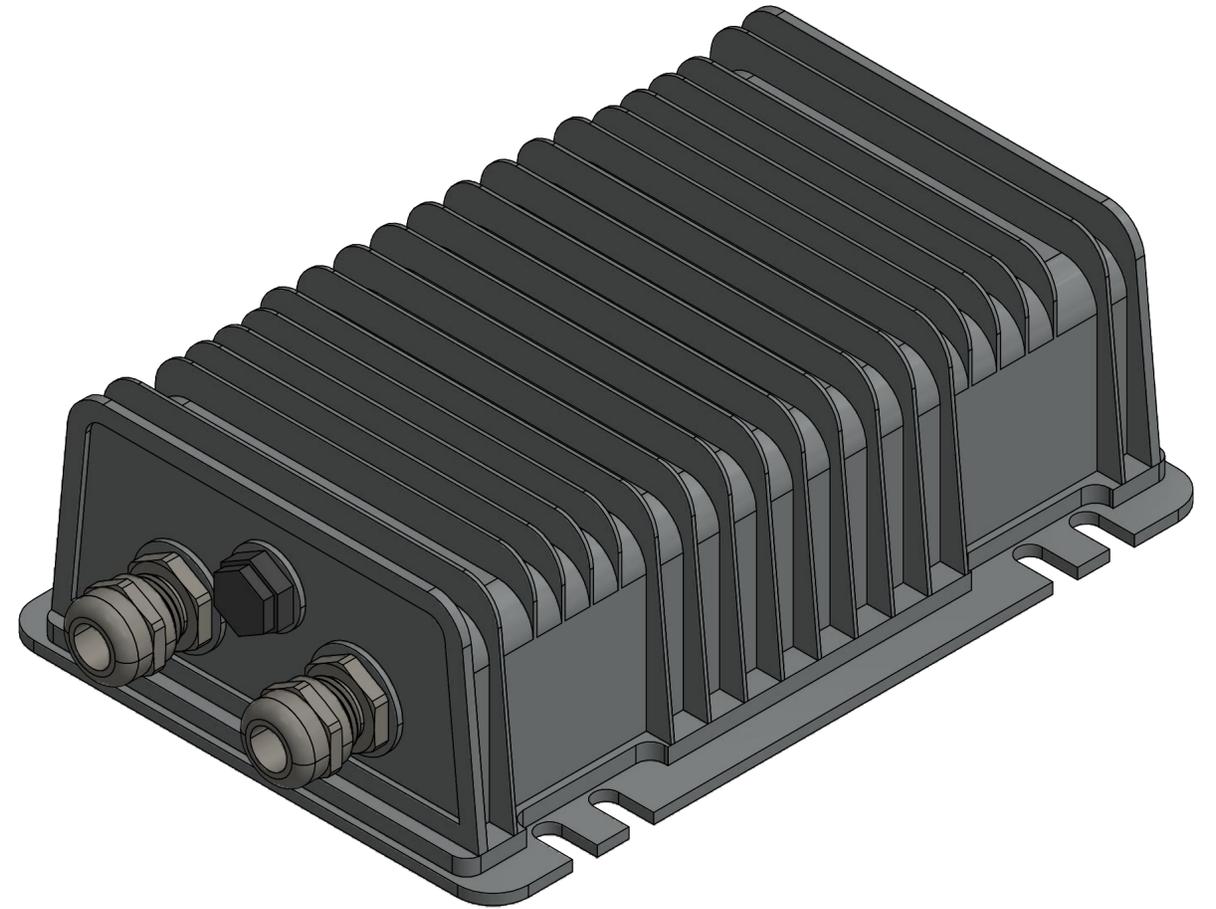
EL DISEÑO ES COMPROBADO Y DE PROPIEDAD DE RAJUL GIRAL BARREIRA SE PROHIBE SU REPRODUCCION SIN CONSENTIMIENTO ESCRITO DE LA EMPRESA. EL USO DE ESTA INFORMACION SIN SU APROBACION ACARRIARA AL RESPONSABLE LAS PENAS DECRETADAS POR LA LEY.



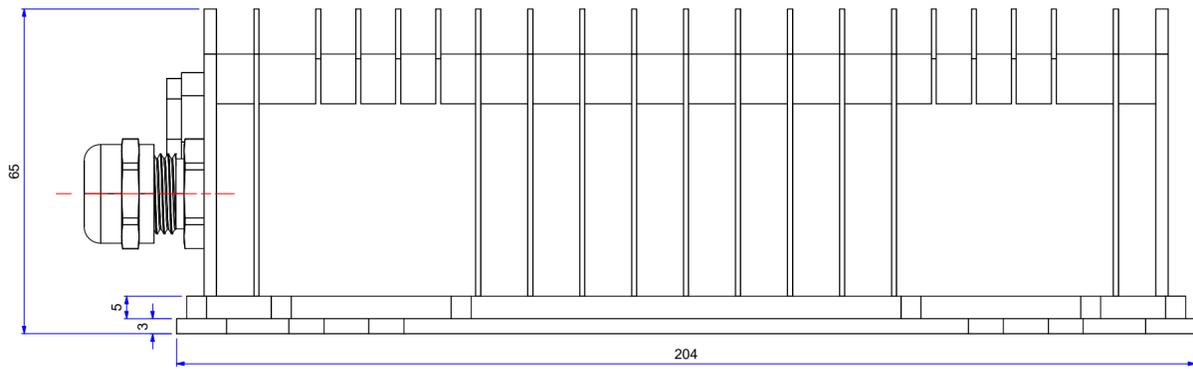
VISTA SUPERIOR  
ESC: 1 / 1



VISTA FRONTAL  
ESC: 1 / 1



ISOMETRICO CONVERTIDOR DC



VISTA LATERAL  
ESC: 1 / 1

PLANO ELABORADO PARA		AREA: ING. ELECTROMECHANICA	SEDE: TUNJA
INFORMACION	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL: IND.	CONTIENE: CONTROLADOR DC
COTIZACION	<input type="checkbox"/>	PLANO No: UAN	
APROBACION	<input type="checkbox"/>	ITEM: NOMBRE: FECHA:	ESCALA: 1 / 5
FABRICACION	<input type="checkbox"/>	PROYECTO:	FORMATO: A2
MONTAJE	<input type="checkbox"/>	AUDITO:	FECHA DE IMPRESION:
APROBO:		REVISO:	ARCHIVO: UAN.idw
FECHA:		APROBO:	CANTIDAD: 1 REVISION: 0