



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo Integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

AUTORES:

Ayrton David Mora Rosero
Alex Guillermo Llano Toaquiza

TUTOR:

Ing. Denny Javier Guanuche Larco

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN LA
RELACIÓN DE TRANSMISIÓN DE LA DATSUN
1000 EV UTILIZANDO EL DINAMÓMETRO Y
PRUEBAS DE RUTA**

Certificación

Nosotros, Ayrton David Mora Rosero y Alex Guillermo Llano Toaquiza declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que se publique y divulga en internet, según lo establecido en la ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Firma del Graduado
Ayrton David Mora Rosero
C.I. 1724597826



Firma del Graduado
Alex Guillermo Llano Toaquiza
C.I. 1725244469

Yo, Ing. Denny Javier Guanuche Larco certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable tanto de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Firma del director trabajo de grado
Ing. Denny Javier Guanuche Larco
C.I. 1715882450

Dedicatoria

Dedico este artículo investigativo a mis padres, Pablo Mora y Fedra Rosero quienes han sido un pilar fundamental para completar mis estudios profesionales como Ingeniero Automotriz. También a mi excompañero de tesis y buen amigo Dilan Flores que con su conocimiento aportó en la investigación, sin olvidar a mis compañeros de estudio que a lo largo del camino formaron parte de mi vida universitaria.'

Ayrton David Mora Rosero

Dedicatoria

Primeramente, dedico este logro más en mi vida a mi padre Luis Llano y mi madre Margarita Toaquiza, por haberme guiado y apoyado en todo este tiempo en mis estudios, siempre supieron ahí en las buenas y malas, a mi hermano Aaron Llano, aunque es pequeño, pero ha sabido ayudarme y apoyarme y mi hermana por darme consejos y a mis amigos por darme palabras de aliento y lograr mí objetivo. Sin ellos no tuviera esa inspiración para salir adelante y formarme como Ingeniero Mecánico Automotriz el cual ha sido mi sueño, a ellos les dedico este logro importante en mi vida.

Alex Guillermo Llano Toaquiza

Agradecimiento

Agradezco especialmente a mi padre Pablo Mora, quien con su experiencia profesional me ha guiado toda la vida en la carrera de Ingeniería Automotriz. De igual manera a mi madre Fedra Rosero, quien ha estado en todas las etapas de mi vida apoyándome incondicionalmente con cumplir mis obligaciones universitarias y sueños establecidos.

Ayrton David Mora Rosero

Agradecimiento

Agradezco a mi familia, a mis primos y amigos gracias por el apoyo y por las palabras de aliento, por los buenos y los malos ratos que se llegó a pasar en esta etapa de mi vida en donde pude convivir con muchas personas y establecer lazos de amistad a todos ellos gracias por acompañarme en esta etapa de mi vida, bendiciones y éxitos en todos sus proyectos.

Alex Guillermo Llano Toaquiza

ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	vi
Resumen	1
Abstract	1
Introducción	2
Marco teórico	3
Sistema de transmisión en vehículos eléctricos	3
Componentes del sistema de transmisión manual	3
Relación de Transmisión	4
Par Motor	5
Potencia Motor	5
Materiales	6
Normativa	6
Motor eléctrico	6
Datsun 1000	7
Transmisión Datsun 1000	7
Relación de transmisión Datsun 1000	8
Dinamómetro	8
Tacómetro digital	10
Prueba de ruta	11
Métodos	12
Pre procesamiento	12
Procesamiento	13
Post procesamiento	14
Resultados y Discusiones	14
Resultado en cuarta marcha	14
Resultado en tercera marcha	15
Resultado en segunda marcha	16
Resultado en primera marcha	16
Resultado en “MAX POWER” encendido	16
Resultado prueba de ruta	18
Conclusiones	20
Bibliografía	21
Anexos	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del sistema de transmisión manual	4
Figura 2 Transmisión manual 4 velocidades	5
Figura 3 Motor Eléctrico.....	6
Figura 4 Datsun 1000 EV	7
Figura 5 Dinamómetro Universidad Internacional del Ecuador	9
Figura 6 Ficha técnica dinamómetro Dyno Race.....	9
Figura 7 Tacómetro digital	10
Figura 8 Ficha técnica tacómetro digital.....	10
Figura 9 Prueba de ruta Google Earth	11
Figura 10 Alineamiento en el dinamómetro	12
Figura 11 Punto de referencia para medir RPM	13
Figura 12 Lectura tacómetro digital a 2000 RPM	13
Figura 13 Curva de par motor y potencia	14
Figura 14 Curva de par motor y potencia en 4ta marcha.....	15
Figura 15 Curva de par motor y potencia en 3ra marcha.....	15
Figura 16 Curva par motor y potencia en 2da marcha.....	16
Figura 17 Gráfico Max Potencia (CV) y Velocidad promedio (Km/h) versus RPM	17
Figura 18 Gráfico Max Torque (kgm) y Velocidad promedio (km/h) versus RPM.....	17
Figura 19 Gráfico fuerza de empuje y velocidad en función de ángulos en pendiente	18
Figura 20 Gráfico velocidad máxima versus fuerza de empuje.....	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ficha técnica motor eléctrico.....	6
Tabla 2 Ficha técnica Datsun 1000.....	7
Tabla 3 Ángulos críticos en la prueba de ruta	11
Tabla 4 Resultado en cuarta marcha.....	14
Tabla 5 Resultado en tercera marcha.....	15
Tabla 6 Resultado en segunda marcha.....	16
Tabla 7 Resultado en MAX POWER	17
Tabla 8 Fuerza necesaria y velocidad máxima en puntos críticos de pendiente.....	18

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación [1] Relación de transmisión	4
Ecuación [2] Relación de transmisión	4
Ecuación [3] Par motor.....	5
Ecuación [4] Potencia motor.....	5
Ecuación [5] Relación de transmisión	8
Ecuación [6] Fuerza de empuje	18
Ecuación [7] Velocidad máxima.....	18

Análisis de la eficiencia en la relación de transmisión de la DATSUN 1000 EV utilizando el dinamómetro y pruebas de ruta.

Ayrton Mora¹, Alex Llano².

¹Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, aymoraro@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

²Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, alllanoto@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

Resumen

El presente estudio investigativo se basa en el sistema de transmisión manual de la camioneta Datsun 1000 EV que pertenece a la Universidad Internacional del Ecuador. El objetivo es determinar que marcha es más eficiente en la relación de transmisión relacionado con el torque y la potencia que entrega el motor eléctrico implementado. Para tener resultados numéricos en torque y potencia, gráficos de curvas, velocidad máxima, tiempo de aceleración y fuerza de empuje en condiciones reales. En el presente trabajo se utilizó el dinamómetro automotriz, fundamentando de manera cronológica las diferentes curvas de rendimiento para cada marcha seleccionada. Los resultados obtenidos mostraron que para cada marcha existe un torque y potencia diferente de acuerdo a la relación de transmisión del vehículo. Sin embargo, en pruebas de ruta en la Universidad Internacional del Ecuador el torque y potencia que se requiere varía de acuerdo a los ángulos de pendiente e inclinación que existen. Determinando matemáticamente que la tercera marcha cumple con los parámetros de rendimiento estudiado. Adicionalmente, la aplicación del modo de conducción Max Power mostro un porcentaje de eficiencia $\pm 15\%$ con respecto al modo de conducción limitado que se encuentra programado el vehículo, contribuyendo a un mayor desempeño si el conductor lo requiere.

Palabras clave: Datsun1000, torque, potencia, relación, eficiencia, marcha.

Abstract

The present investigative study is based on the manual transmission system of the Datsun 1000 EV truck that belongs to the International University of Ecuador. The objective is to determine which gear is more efficient in the transmission ratio related to the torque and power delivered by the implemented electric motor. To have numerical results power and torque, graph curves top speed, acceleration time and push force to identify its efficiency in real conditions. In the present work, the automotive dynamometer was used, chronologically basing the different performance curves for each selected gear. The results obtained showed that for each gear there is a different torque and power according to the transmission ratio of the vehicle. However, in road tests at the International University of Ecuador, the torque and power required varies according to the slope and inclination angles that exist. Determining mathematically that the third gear meets the performance parameters studied. Additionally, the application of the Max Power driving mode showed an efficiency percentage $\pm 15\%$ with respect to the limited driving mode that the vehicle is programmed for, contributing to greater performance if the driver requires it.

Keywords: Datsun1000, torque, power, ratio, efficiency, gear.

Introducción

En el marco de un sector de transporte caracterizado por un elevado consumo de combustibles fósiles y un fuerte impacto ambiental, la promoción del vehículo eléctrico se presenta como una de las vías, por el lado de la oferta, para avanzar hacia la sostenibilidad del sector (Energía y sociedad, 2022). Según los datos estadísticos, el vehículo convencional de gasolina (ICE), con motor de combustión interna, tiene una eficiencia global del 25%. Es decir, de la energía del combustible introducido en el vehículo solo se obtiene en forma de energía mecánica para el movimiento de las ruedas el 25%, desaprovechándose el 75% restante “por rozamientos dentro del motor o en la tracción o los propios factores termodinámicos limitadores del rendimiento en los motores de explosión” (Energía y Sociedad, 2013).

Por su parte los vehículos eléctricos son aquellos que obtienen su fuente de energía por medio de un motor eléctrico la cual se conecta a una fuente de alimentación externa para poder recargar sus baterías, entre los vehículos eléctricos se encuentran: vehículo híbrido, vehículo híbrido enchufable y vehículo eléctrico puro (Alvarado, 2017). Su funcionamiento se debe al motor eléctrico que entrega todo el par motor disponible desde el primer momento. Los motores de combustión por su parte tienen elementos mecánicos, lo que con lleva fricciones y fuerzas que deben vencerse para poder ponerse en movimiento. Ello con lleva que estas mecánicas funcionen de manera óptima en un rango limitado de revoluciones –lo que muestran las conocidas graficas de las curvas de par y potencia (García, 2019).

En la actualidad los vehículos eléctricos usan una relación de transmisión de relación fija, produciendo una cantidad constante de par motor que entrega el motor eléctrico desde los 0 rpm y el alto régimen de giro que puede alcanzar hasta los 20.000 rpm. El tener solo una velocidad reduce el par máximo del motor, pero ayuda a reducir espacio y peso, dos elementos en los que se suele pelear hasta el último centímetro, o gramo, en los autos eléctricos (Vilchis, 2020). Un dinamómetro automotriz es una máquina que calcula cuántos caballos de fuerza y torque puede generar un automóvil. En el sector automotriz (Escapes Mendoza, 2020). El dinamómetro automotriz es popular entre los sintonizadores de automóviles y la mecánica, tanto como una herramienta de diagnóstico como una forma de medir los resultados de las modificaciones de rendimiento (Spiegato, 2021).

El presente proyecto tiene como objetivo promover el estudio e investigación de nuevas tecnologías en la camioneta Datsun 1000 EV. El alcance del estudio investigativo es analizar la eficiencia que tiene la relación de transmisión en un motor eléctrico (108 V) con la finalidad de obtener datos estadísticos de desempeño tanto en torque como en potencia utilizando el dinamómetro automotriz y pruebas de ruta establecidas.

Marco teórico

Sistema de transmisión en vehículos eléctricos

En la actualidad los vehículos eléctricos usan una transmisión de relación fija, produciendo una cantidad constante de par motor que entrega el motor eléctrico desde los 0 rpm y el alto régimen de giro que puede alcanzar hasta los 20.000 rpm. El tener solo una velocidad reduce el par máximo del motor, pero ayuda a reducir espacio y peso, dos elementos en los que se suele pelear hasta el último centímetro, o gramo, en los autos eléctricos (Vilchis, 2020).

La mayoría de los EV usan este tipo de transmisión fija, siendo la más simple del mercado, pero es probable que los vehículos eléctricos con transmisión de dos relaciones estén más disponibles a medida que evoluciona la ingeniería automotriz de los EV, esto por parte del fabricante más grande cajas ZF.

Componentes del sistema de transmisión manual

El sistema de transmisión está compuesto por varios ejes internos que van unidos en una serie de piñones o ruedas dentadas. Están acoplados por cojinetes directo a la carcasa de aluminio de tal manera que sirve para alojar los engranajes así como almacenar aceite de transmisión para la lubricación del sistema (GETAUTO, 2002).

La caja de cambios cuenta con una serie de ruedas dentadas que se disponen en tres árboles:

- a) **Primario:** recibe el movimiento a las mismas revoluciones de giro del motor y en su mismo sentido. En las cajas longitudinales suele llevar únicamente un piñón conductor.
- b) **Secundario:** Consta de varios engranajes conducidos que están sueltos, pero pueden unirse mediante un sistema de desplazables. Su sentido de giro coincide con el del motor si se trata de una caja de cambios longitudinal y es opuesto en el caso de las transversales.
- c) **Eje de marcha atrás:** lleva un piñón interpuesto entre los árboles intermedio y secundario (caja de cambios longitudinal) o entre el primario y el secundario (transversal). De ese modo, invierte el sentido de giro habitual del árbol secundario. El dentado del piñón es recto y no helicoidal.
- d) **Carcasa:** se trata de la cubierta que protege todos los componentes de la caja de cambios, además de asegurar la lubricación de los mismos, pues está llena de aceite. Suele estar fabricada en acero, aluminio o magnesio (Plaza, 2019).
- e) **Embrague:** El motor eléctrico, posen una caja de cambios fija es decir de una solo transmisión mientras que en prototipos o investigaciones este compuesto por una caja de cambios de dos relaciones, el cual funciona o tiene el funcionamiento similar al de una caja de cambios automática.

En la Figura 1, se muestra componentes del sistema de transmisión manual antes mencionado.

Figura 1.
Componentes del sistema de transmisión manual



Fuente: California Motorcycle

Relación de Transmisión

La relación de transmisión de movimiento es la relación entre las velocidades de rotación de dos engranajes que se encuentran conectados entre sí. Al contar cada rueda del engranaje con distinto diámetro, cada uno de los ejes rota a diferente velocidad cuando ambas están en marcha. Modificar la relación de transmisión equivale a cambiar el par de fuerza que se aplica (CLR Compañía Levantina de Reductores, 2019).

Sea una transmisión de engranajes 1 y 2 conectados, siendo 1 la rueda conductora o, de entrada, y 2 la rueda conducida o de salida del movimiento. Se denomina relación de transmisión (r_t) a la relación que existe entre las velocidades de rotación de los dos engranajes, concretamente es el cociente entre la velocidad de salida y la velocidad de entrada.

$$r_t = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad \text{Ec. [1]}$$

Matemáticamente, la relación de transmisión puede ser expresada de múltiples maneras, según las siguientes expresiones:

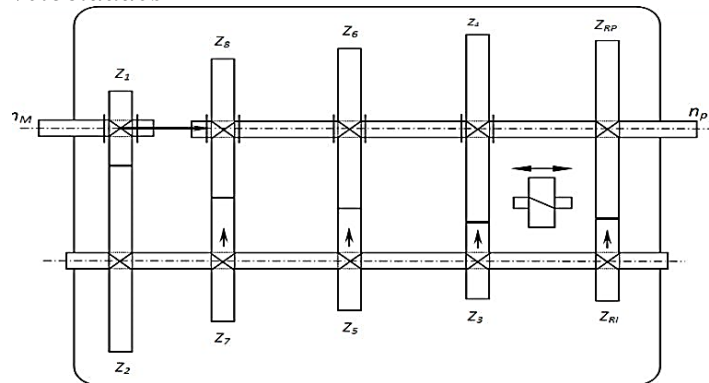
$$r_t = \frac{Z_2}{Z_1} \quad \text{Ec. [2]}$$

En donde:

Z_2 y Z_1 , los números de dientes de los engranajes de salida y, de entrada, respectivamente.

La Figura 2, se muestra el número de engranajes en una transmisión manual de cuatro velocidades.

Figura 2.
Transmisión manual 4 velocidades



Fuente: Instituto de educación superior tecnológico público “Francisco de Paula Gonzales Vigil”

Par Motor

El par motor, también conocido como torque, es una magnitud física que mide el momento de fuerza que se ha de aplicar a un eje que gira sobre sí mismo a una determinada velocidad. O lo que es lo mismo, la tendencia de una fuerza para girar un objeto alrededor de un eje, punto de apoyo, o de pivote (Helloauto, 2020).

Pues bien, el par motor o "torque" (T) es el producto de la fuerza aplicada (F) de empuje a los cilindros por la distancia (d) al eje geométrico de giro del árbol del cigüeñal.

$$T = F \cdot d \quad \text{Ec. [3]}$$

En la ecuación 3, el par o torque motor se mide, según el Sistema Internacional de Unidades, en Newton metro (N·m), aunque también puede aparecer expresado a la inversa, metro Newton (m·N) (Galbarro, 2022).

Potencia Motor

La potencia indica la capacidad que tiene tu motor de realizar esa fuerza de la que hablamos con el par motor, pero en un tiempo determinado. Representa la rapidez que puede hacer un motor un trabajo, es decir, lo rápido que puede aplicar el torque (Race.es, 2021)

La potencia (P) desarrollada por el par motor (T) viene dada por la velocidad del eje de transmisión (ω) como la siguiente expresión:

$$P = T \cdot \omega \quad \text{Ec. [4]}$$

La potencia del motor se mide, según el Sistema Internacional de Unidades, en vatios (W). Pero también resulta útil conocer la potencia expresada en otras unidades de uso muy común, como son: HP y CV.

Materiales

Normativa

Uno de los materiales mecánicos principales es el dinamómetro automotriz marca Dyno, cumple normativas de acreditación SAE. Los fabricantes que anuncien las clasificaciones de par y potencia de su motor como certificados según SAE J1349 o SAE J1995 deberán seguir este procedimiento. La certificación de potencia y torque del motor según SAE J1349 o SAE J1995 es voluntaria, sin embargo, este proceso de certificación de potencia es obligatorio para aquellos que anuncian potencias nominales como "Certificado según SAE J1349" (SAE INTERNATIONAL, 2007).

Motor eléctrico

El motor eléctrico marca Enpower, se adquirió por estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador. Es un motor asíncrono de 3 fases, el más utilizado en la actualidad para propulsión de vehículos eléctricos. En la Figura 3, se muestra el motor eléctrico marca Enpower.

Figura 3.

Motor Eléctrico



Fuente: (EVCO Electric vehicles conversion, s.f.)

En la Tabla 1, se muestra la ficha técnica del motor eléctrico.

Tabla 1.

Ficha técnica motor eléctrico

Modelo:	Y18
Fases:	3 (asíncrono)
Voltaje (Vdc):	96-120v
Polos:	4
Tipos de conexión de bobinado	Y'
Refrigeración:	Aire
Potencia nominal:	18KW
Potencia tope:	58KW
Corriente nominal:	170A
Corriente tope:	500A
Rpm nominal:	3500
RPM máximos	7500
Torque nominal:	65 N.m

Torque máximo:	180 N.m
Aislamiento:	Clase "H"
Protección:	IP67
Peso:	53KG
Dimensiones:	281x230mm

Fuente: Mateo Yáñez & Darwin Troya

Datsun 1000

Para este estudio se utilizó un vehículo marca Datsun 1000 modelo 1971 de origen japonés. Pertenece a la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador como objeto de estudio para investigaciones. Este vehículo posee una carrocería liviana, sistema de suspensión, transmisión manual, dirección y frenos originales; Además de un motor eléctrico, baterías de 108v, cargador de 90v a 110v, batería de 12v, convertidor de AC a DC, pedal electrónico, sistema eléctrico de control y display de datos. En la Figura 4, se muestra el vehículo eléctrico.

Figura 4.

Datsun 1000 EV



Fuente: Autores

Transmisión Datsun 1000

El vehículo eléctrico Datsun 1000 EV posee una transmisión manual original. En la Tabla 2, se muestra la ficha técnica del vehículo.

Tabla 2.

Ficha técnica Datsun 1000

Constructor:	Datsun/Nissan Motor Co.
Familia:	1000 -1200
Modelo:	Datsun 1000
Año:	1970
Chasis:	B20-061001 (Desde Julio-69) LB20-003001 (Desde Julio-69)
Código Modelo:	B20
Tipo de Motor:	A10
Cilindraje:	998c.c
Peso (kg):	615
Velocidad máxima:	130 km/h

Relación Transmisión:	4 velocidades manual 3.63 2.17 1.40 1.00 R- 3.64
Serial de transmisión:	F4W56L

Fuente: Autores

Relación de transmisión Datsun 1000

Número de dientes en los engranajes:

- Eje principal (Conductor): 19z, 23z, 27z, 31z
19z¹ (entrada), 23z⁸ (3°), 27z⁶ (2°), 31z⁴ (1°), 31z^{RP} (rev)
Rueda loca inversa: 17z^{RI}
- Eje secundario (Conducido): 29z, 25z 19z, 13z
29 z² (entrada), 25z⁷ (3rd), 19z⁵ (2nd), 13z³ (1st)
+ 13z^R (vuelta)

* Engranajes de entrada: $\frac{z^2}{z^1} = \frac{29}{12} = 1.526$

Ec. [5]

* 1°: $\frac{z^2 * z^4}{z^1 * z^3} = \frac{29 * 31}{19 * 13} = 3.63 : 1$

* 2°: $\frac{z^2 * z^6}{z^1 * z^5} = \frac{29 * 27}{19 * 19} = 2.16 : 1$

* 3°: $\frac{z^2 * z^8}{z^1 * z^7} = \frac{29 * 23}{19 * 25} = 1.40 : 1$

* 4°: 1:1 (accionamiento directo, eje de entrada unido al eje de salida, todos los pares de engranajes de salida giran libremente)

* Rev: $\frac{z^2 * z^{RP} * z^{RI}}{z^1 * z^{RI} * z^R} = \frac{29 * 31 * 17}{19 * 17 * 13} = 3.64$

Dinamómetro

Un dinamómetro automotriz, más conocido popularmente como dinamómetro, es una máquina especializada que calcula cuántos caballos de fuerza y torque puede generar un automóvil. El dinamómetro automotriz es popular entre los sintonizadores de automóviles y la mecánica, tanto como una herramienta de diagnóstico como una forma de medir los resultados de las modificaciones de rendimiento (Spiegato, 2021). En la Figura 5 y Figura 6, se muestra el dinamómetro y la ficha técnica.

Figura 5.
Dinamómetro Universidad Internacional del Ecuador



Fuente: Autores

Figura 6.
Ficha técnica dinamómetro Dyno Race

DATOS TÉCNICOS	(INERCIAL)	(INERCIAL)	(FRENADO)
DATOS DIMENSIONALES			
MEDIDAS DE LA BANCADA (MM)	2400X980X390	3190X1060X390	3190X1060X390
ANCHO DE LOS RODILLOS (MM)	650	650	650
DISTANCIA ENTRE LOS RODILLOS (MM)	550	550	550
DIÁMETRO DE LOS RODILLOS (MM)	318	318	318
ANCHO DE VÍA (MM)	850-2100	850-2100	850-2100
PASO (MM)	//	//	//
ELEVACIÓN Y BLOQUEO	NEUMÁTICO	NEUMÁTICO	NEUMÁTICO
PESO (KG)	1000	1280	1100
CARACTERÍSTICAS			
VELOCIDAD MÁXIMA (KM/H)	300	300	300
POTENCIA EN LA RUEDA (KW)	400	400	400
PAR TEÓRICO EN LA RUEDA (KGM)	-	-	160
FUERZA DE TRACCIÓN (KN)	-	-	7,5
REVOLUCIONES MÁXIMAS (RPM)	5000	5000	5000
CAPACIDAD POR EJE (KG)	2500	2500	2500
DIMENSIONES DE LA RUEDA (PULGADAS)	13-23	13-23	13-23
CONEXIÓN DE LOS EJES			
GESTIÓN Y DATOS			
MEDIDA DE LAS REVOLUCIONES DEL RODILLO (RPM)	20.000 (CODIFICADOR)	20.000 (CODIFICADOR)	20.000 (CODIFICADOR)
MEDIDA DE FUERZA (N)	-	-	5000 STRAIN GAUGE
GESTIÓN DEL FRENO (VCC)	-	-	192V PWM 8BIT
TEMPERATURA DEL GAS DE ESCAPE (K)	1000	1000	1000
TEMPERATURA DEL ACEITE DEL MOTOR (°C) / H2O (°C)	0 - 150	0 - 150	0 - 150
SONDA DE PRESIÓN TURBO (BAR)	-1,00 + 3,00	-1,00 + 3,00	-1,00 + 3,00
SONDA LAMBDA (AFR-λ-CUSTOM)	SI	SI	SI

Fuente: Digitec

Tacómetro digital

El tacómetro digital laser UT373 es un instrumento de medida sin contacto, usado principalmente para medir la rotación de velocidad en los motores y otras máquinas. Este dispositivo muestra los resultados en RPM o conteo de revoluciones. Es un instrumento capaz de medir con seguridad los objetos a través de un método no intrusivo. En la Figura 7 y Figura 8, se muestra el tacómetro digital y la ficha técnica.

Figura 7.
Tacómetro digital



Fuente: Autores

Figura 8.
Ficha técnica tacómetro digital

UT-373

Especificaciones			
Funciones de prueba	Rango	Resolución	Precisión
Medición RPM	10.0-9999.9RPM	0.1	±(0.04%+2)
	10000-99999RPM	1	
Medición de conteo	0-99999 cuenta	1	±1

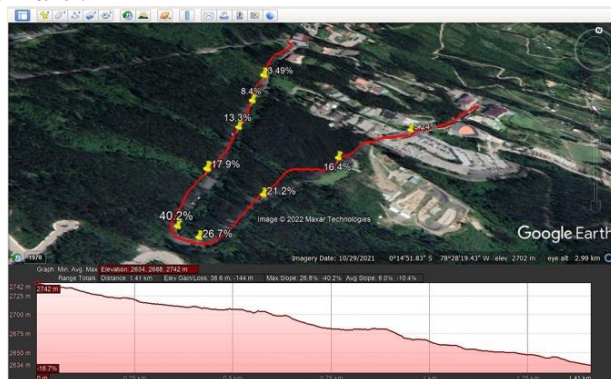
Características Específicas	
Rango Automático	✓
Función automática de apagado	Si no se realiza alguna operación dentro de 10min, se apagará automáticamente.
Detector de batería baja	✓
Indicador de láser encendido	✓
Retención de datos (HOLD)	✓
MAX/MIN	✓
Velocidad de rotación / función de conteo	✓
Indicador de sobrecarga	✓
Display con Luz de fondo	✓
Rango de actualización	De 1s a 7s (>120rpm por 1s)
Tipo de sensor	Fotodiodo y láser
Distancia de medición	50mm-200mm
Angulo de medición	±30° perpendicular
Prueba de caída	1 metro

Fuente: Agelectronica

Prueba de ruta

Para demostrar los resultados obtenidos por el dinamómetro, se ha establecido una prueba de ruta utilizada por varias investigaciones dentro de la Universidad Internacional del Ecuador. En la Figura 9, se muestra un mapa de la ruta establecida.

Figura 9.
Prueba de ruta Google Earth



Fuente: Google Earth

Según el estudio investigativo de los Autores Mera, Veloz y Jácome enfatizan que existen puntos críticos que influyen en el desempeño del vehículo en la prueba de ruta establecida. Los datos tomados con Google Earth pueden presentar un 30% en el margen de error de toma de datos, los cuales arrojaron como menor ángulo de inclinación de 2° y el mayor ángulo de inclinación un 14.95°, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3.
Ángulos críticos en la prueba de ruta

Tipo de pendiente	Angulo en (%)	Angulo en °
Muy baja	3.49	2
Muy baja	5.24	3
Baja	8.4	4.8
Baja	13.3	7.58
Moderada	16.4	9.31
Moderada	17.9	10.15
Moderada	21.2	11.97
Moderada	26.7	14.95

Fuente: Tesis Scooter Mera-Veloz-Jacome

Para comparar la marcha más eficiente en la prueba de ruta de la Universidad Internacional del Ecuador, hay que tomar en cuenta algunos factores como la fuerza de empuje necesaria, ángulo de inclinación, peso del vehículo y número de ocupantes.

Métodos

Para realizar el análisis de eficiencia en la relación de transmisión esta investigación se sustenta en 3 métodos. El método descriptivo, comparativo y el experimental.

- El método descriptivo es concluyente. Esto significa que recopila datos cuantificables que se pueden analizar con fines estadísticos en una población objetivo. Este tipo de estudio tiene, por tanto, la forma de preguntas cerradas, lo que limita las posibilidades de obtener información exclusiva (Espada, 2021)
- El método comparativo es una forma de generar o refutar teorías e hipótesis que utiliza comparaciones basadas en procedimientos análogos a los del método científico. El objetivo es conseguir establecer relaciones que se puedan representar, si es posible, con modelos matemáticos (Rus, 2020).
- El método científico experimental es un conjunto de técnicas que se utilizan para investigar fenómenos, adquirir nuevos conocimientos o corregir e integrar conocimientos previos. Se utiliza en la investigación científica y se basa en la observación sistemática, la toma de medidas, la experimentación, la formulación de pruebas y la modificación de hipótesis (Investigacioncientifica, 2018)

Para ello se realiza de manera cronológica pasos a seguir, determinando su eficiencia en diferentes condiciones cumpliendo con los procesos antes mencionados.

Pre procesamiento

La primera fase del método experimental se realiza en la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador. Alineación en el tren posterior del vehículo acoplado con cuerdas especiales para un correcto anclaje. En la Figura 10, se muestra el alineamiento en el dinamómetro.

Figura 10.

Alineamiento en el dinamómetro



Fuente: Autores

Consiguente, se utiliza el software del dinamómetro donde se registra datos específicos del vehículo como:

- Registro de prueba.
- Diámetro de las ruedas.
- Selección de marcha.

Una vez registrado, se realiza una pre-prueba en bajas RPM con un tacómetro digital que calcula el giro del eje principal del motor por una cinta blanca reflectiva, permitiendo captar una señal de giro de 360 grados. En la Figura 11, se muestra la cinta reflectiva.

Figura 11.

Punto de referencia para medir RPM



Fuente: Autores

Procesamiento

En dicho paso se define puntos importantes a tomar en cuenta para una prueba eficiente, explicando a continuación.

1. Selección de marcha (4ta velocidad), relación de transmisión directa y consiguiente en descenso.
2. Registro aproximado de 2.000 RPM del motor eléctrico mediante el tacómetro digital para inicio análisis de datos en el software.
3. Aceleración constante hasta el límite de revoluciones del motor.
4. Tabulación de datos mediante el software en par motor (kgm) y potencia (CV).
5. Realización de la misma prueba por 3 veces consecutivas en marcha pre seleccionada.

Figura 12.

Lectura tacómetro digital a 2000 RPM



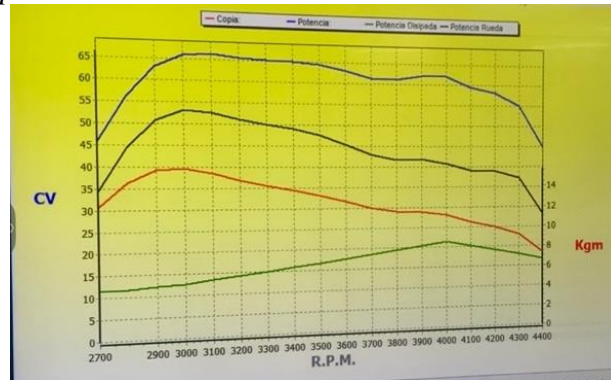
Fuente: Autores

Post procesamiento

En la última fase, el software muestra resultado por cada prueba realizada, tabulando gráficos y datos numéricos para una mejor lectura. En la Figura 13, se muestra gráfico de curva en par motor y potencia.

Figura 13.

Curva de par motor y potencia



Fuente: Autores

Resultados y Discusiones

Una vez descrito características específicas del motor eléctrico, sistema de transmisión, materiales al igual que la metodología. Se realiza la prueba en la camioneta Datsun 1000 EV de acuerdo a la marcha pre seleccionada para cada estudio, iniciando desde la cuarta marcha en forma descendente.

Resultado en cuarta marcha

En la Tabla 4, se muestra el resultado en cuarta marcha durante un tiempo promedio de aceleración de 8.3 seg, revoluciones por minuto de 2.766 RPM. En este parámetro se obtiene un resultado promedio en potencia de 38 CV al igual que en torque 9.9kgm con una velocidad máxima de 132.7 Km/h.

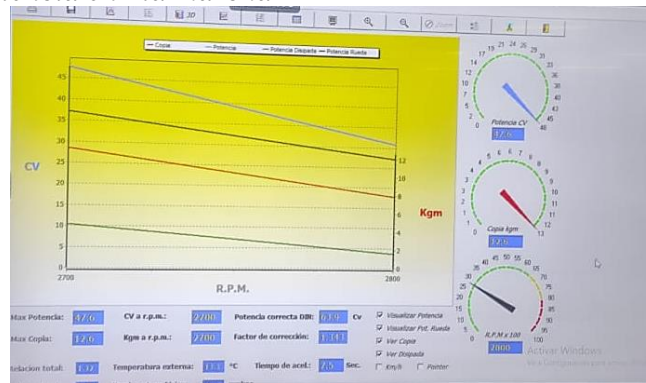
Tabla 4.

Resultado en cuarta marcha

Pruebas	Max Potencia (CV)	RPM	Max Torque (kgm)	RPM	Tiempo de aceleración (seg)	Velocidad máxima (Km/h)
Prueba 1	47.6	2700	12.6	2700	7.5	137
Prueba 2	34.6	2500	9.7	2500	9.1	132
Prueba 3	31.8	3100	7.4	3100	8.2	129
Promedio	38	2766	9.9	2766	8.3	132.7

Fuente: Autores

Figura 14.
Curva de par motor y potencia en 4ta marcha



Fuente: Autores

Resultado en tercera marcha

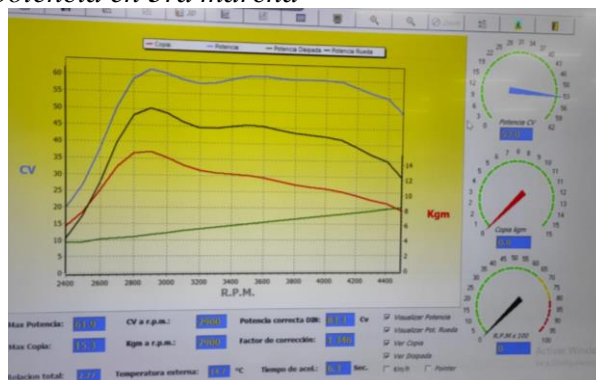
En la Tabla 5, se muestra el resultado en tercera marcha durante un tiempo promedio de aceleración de 5.9 seg, revoluciones por minuto variantes. En este parámetro se obtiene un resultado promedio en potencia de 65.97 CV al igual que en torque 14.9 kgm con una velocidad máxima de 98.3 Km/h.

Tabla 5.
Resultado en tercera marcha

Pruebas	Max Potencia (CV)	RPM	Max Torque (kgm)	RPM	Tiempo de aceleración (seg)	Velocidad máxima (Km/h)
Prueba 1	66.8	3800	15.0	3100	5.5	98
Prueba 2	61.9	2900	15.3	2900	6.3	95
Prueba 3	69.2	4400	14.4	3000	5.9	102
Promedio	65.97	3700	14.9	3000	5.9	98.3

Fuente: Autores

Figura 15.
Curva de par motor y potencia en 3ra marcha



Fuente: Autores

Resultado en segunda marcha

En la Tabla 6, se muestra el resultado en segunda marcha durante un tiempo promedio de aceleración de 1.5 seg, revoluciones por minuto de 3767 RPM. En este parámetro se obtiene un resultado promedio en potencia de 80.2 CV al igual que en torque 15.3 kgm con una velocidad máxima de 65 Km/h.

Tabla 6.

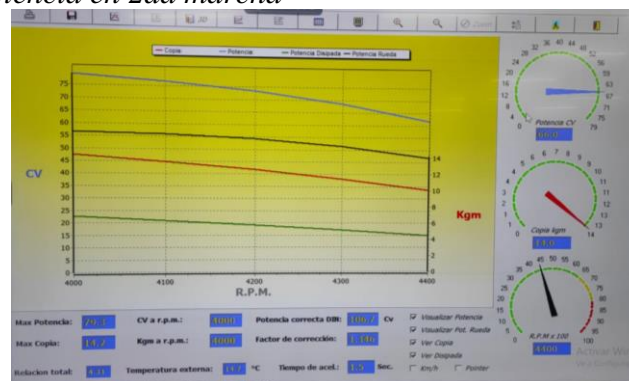
Resultado en segunda marcha

Pruebas	Max Potencia (CV)	RPM	Max Torque (kgm)	RPM	Tiempo de aceleración (seg)	Velocidad máxima (Km/h)
Prueba 1	83.0	3900	15.2	3900	1.5	66
Prueba 2	78.3	3400	16.5	3400	1.5	64
Prueba 3	79.3	4000	14.2	4000	1.5	65
Promedio	80.2	3767	15.3	3767	1.5	65

Fuente: Autores

Figura 16.

Curva par motor y potencia en 2da marcha



Fuente: Autores

Resultado en primera marcha

En el caso de la primera marcha, se realizó una prueba en el dinamómetro obteniendo como resultado falsa tabulación en torque y potencia, la razón principal era por el aumento inmediato en tiempo de aceleración por el cual el software no podía analizar los datos.

Resultado en “MAX POWER” encendido

El motor eléctrico cuenta con un switch MAX POWER que proporciona mayor rendimiento en condiciones establecidas. Se aplicó la misma metodología experimental con el switch encendido tabulando como resultado un aumento del $\pm 15\%$. En la Tabla 7, se muestra el resultado de eficiencia en cada marcha seleccionada.

Tabla 7.

Resultado en MAX POWER

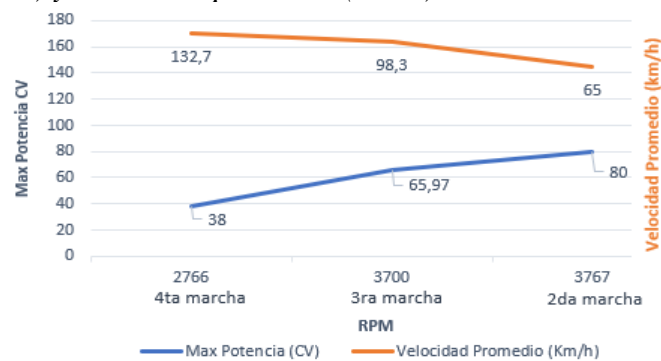
Pruebas	Max Potencia (CV)	RPM	Max Torque (kgm)	RPM	Tiempo de aceleración (seg)	Velocidad máxima (Km/h)
4ta Marcha	55.8	2900	14	2800	14	127
3ra Marcha	61.8	3000	14.7	3000	6.1	98
2da Marcha	83	3600	18.6	3200	1.8	71

Fuente: Autores

En base a tablas y gráficos de resultado anteriormente mencionado, se comprueba que existe una variación en torque y potencia en cada marcha seleccionada. En la Figura 17, se muestra un gráfico en variación de potencia por cada prueba realizada.

Figura 17.

Gráfico Max Potencia (CV) y Velocidad promedio (Km/h) versus RPM

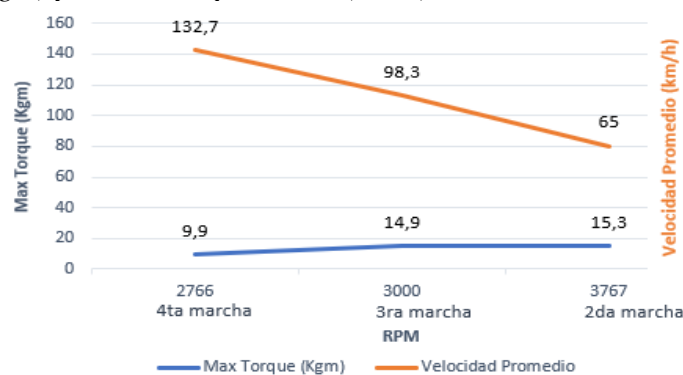


Fuente: Autores

En la Figura 18, se muestra un gráfico en variación de torque por cada prueba realizada.

Figura 18.

Gráfico Max Torque (kgm) y Velocidad promedio (km/h) versus RPM



Fuente: Autores

Una vez comparado la Figura 17 y 18, se concluye que en segunda marcha el vehículo tendrá un mayor desempeño en punto máximo pero con una velocidad limitada. Por este motivo la tercera marcha es la más eficiente en torque y potencia con un incremento del \pm 18% con respecto a la segunda marcha.

Resultado prueba de ruta

Para comprobar matemáticamente la marcha más eficiente durante la ruta establecida hay que tomar en cuenta algunos factores como fuerza de empuje y velocidad máxima.

Fórmula fuerza de empuje

$$F = 300\text{kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * \text{sen}\theta + 0.03 * 300\text{kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * \text{cos}\theta \quad \text{Ec. [6]}$$

Para calcular la velocidad máxima se toma en cuenta que el motor eléctrico genera una potencia máxima de 18KW y una fuerza variante de acuerdo al ángulo de pendiente.

Fórmula velocidad máxima

$$V_{max} = \frac{P_{max}}{F} \quad \text{Ec. [7]}$$

Tabla 8.

Fuerza necesaria y velocidad máxima en puntos críticos de pendiente

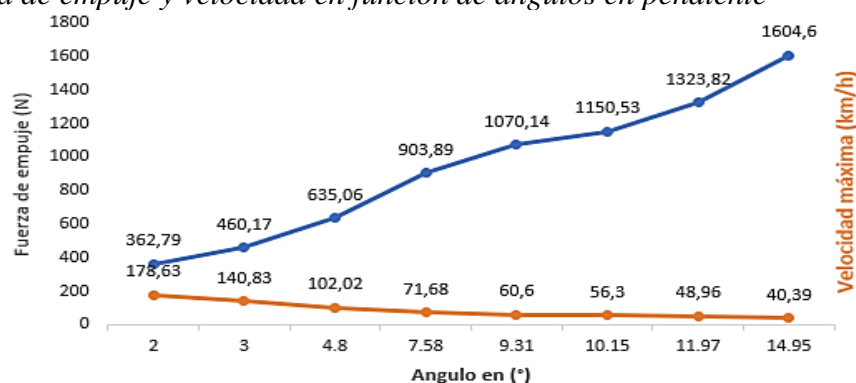
Ángulo en (°)	Fuerza de empuje (N)	Fuerza de empuje (Kgm)	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad máxima (Km/h)
2	190.94	19.37	26.18	94.27
3	242.19	24.69	20.64	74.32
4.8	334.24	34.08	14.95	53.85
7.58	475.73	48.51	10.50	37.83
9.31	563.23	57.43	8.87	31.95
10.15	605.54	61.74	8.25	29.72
11.97	696.74	71.04	7.17	25.83
14.95	844.52	86.11	5.91	21.31

Fuente: Autores

En la Tabla 8, se muestra la influencia de factores externos como el ángulo de inclinación o pendiente, existe una relación directamente proporcional con la fuerza de empuje e inversamente proporcional con la velocidad alcanzada. Como se muestra en la Figura 19 y 20.

Figura 19.

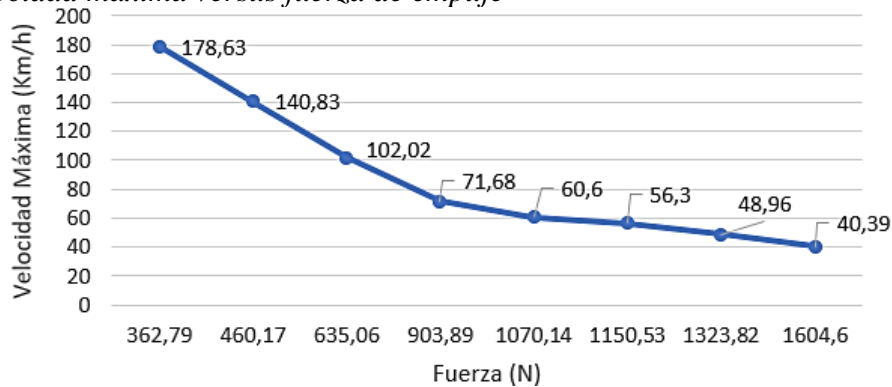
Gráfico fuerza de empuje y velocidad en función de ángulos en pendiente



Fuente: Autores

Figura 20.

Gráfico velocidad máxima versus fuerza de empuje



Fuente: Autores

Esto demuestra mediante cálculos y gráficos elaborados que mientras mayor sea el ángulo de inclinación mayor será la fuerza de empuje que necesite el vehículo para un mejor desarrollo, por ello la marcha eficiente para la camioneta Datsun EV en pendiente (2° - 7°) es la tercera marcha por requerir un torque promedio de 31.66 kgm alcanzando una velocidad máxima promedio de 65.06 Km/h. Mientras en un ángulo de pendiente (8° - 14°) es la segunda marcha por requerir un torque promedio de 69.08 kgm alcanzando una velocidad máxima promedio de 27.20 Km/h. Determinando que la tercera marcha cumple con el torque y la potencia que requiere el vehículo según resultados del estudio investigativo desarrollado.

Conclusiones

Mediante la presente investigación fue posible realizar un análisis para cada caso de estudio establecido en el par motor, potencia y velocidad máxima alcanzada en el sistema de transmisión de la camioneta Datsun 1000 EV. El estudio nos permitió recopilar información teórica y numérica del rendimiento del vehículo en condiciones aproximadas a la realidad. De igual manera con ayuda de tablas numéricas y ecuaciones se obtiene resultados que se muestran en la tabla 3 y 4 como en la tabla 5 y 6, la variación que existen para cada marcha seleccionada de acuerdo a la relación de transmisión del vehículo.

Con la información obtenida por cada caso de estudio, se realizó una prueba de ruta dentro de la Universidad Internacional del Ecuador donde identificamos variables que existen en condiciones reales. Como resultado un análisis comparativo en gráficas de torque y potencia mediante cálculos matemáticos en ángulos de pendientes y fuerza de empuje. Se determino que en el ángulo de pendiente (2° - 7°) se necesita una fuerza de empuje promedio de 31.66 kgm alcanzando una velocidad promedio de 65.06 Km/h. Mientras que para un ángulo de pendiente más pronunciado entre (8° - 14°) se necesita una fuerza de empuje promedio de 69.08 kgm alcanzando una velocidad promedio de 27.20 Km/h. De esta manera podemos contrastar que existen variables de torque y potencia en la prueba de ruta de acuerdo al ángulo de pendiente.

Finalmente se determinó que en las gráficas de rendimiento en torque y potencia como en fuerza de empuje de acuerdo al ángulo de pendiente, a menor rango de pendiente es decir entre (2° - 7°) se necesita menor fuerza de empuje 31.66 Kgm en comparación a un mayor ángulo de pendiente entre (8° - 14°) se necesita mayor fuerza de empuje de 69.08 kgm promedio. Con esta característica se cumple los datos investigativos en el dinamómetro para cada caso de estudio desarrollado. Se determina que la segunda marcha entrega en torque 15.3 kgm con una velocidad máxima de 65 Km/h y en tercera marcha 14.9 kgm con una velocidad máxima 98.3 Km/h. Validando el criterio investigativo como la tercera marcha la más eficiente de acuerdo a la relación de transmisión del vehículo en la prueba de ruta establecida.

Bibliografía

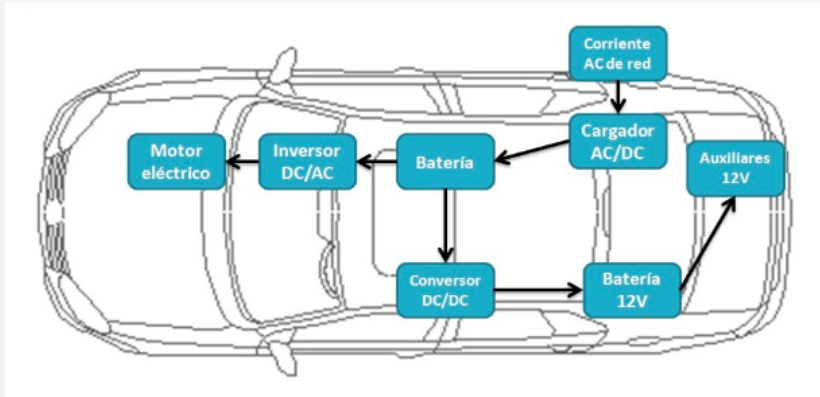
- CLR Compañía Levantina de Reductores. (25 de 04 de 2019). *CLR Compañía Levantina de Reductores*. Obtenido de Pasos para calcular la relación de transmisión de engranajes: <https://clr.es/blog/es/pasos-para-calcular-la-relacion-de-transmision-de-engranajes/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20la%20transmisi%C3%B3n%20de,cuando%20ambas%20est%C3%A1n%20en%20marcha>
- Alvarado, A. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de electrolineras en el Distrito*. Quito.
- Contreras, E., & Sanchez, R. (2010). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRÁCTICAS EN MOTORES ELÉCTRICOS, COMO APOYO A LA ASIGNATURA DISEÑO DE MÁQUINAS II*. BUCARAMANGA.
- Datsun 1200 Club. (22 de Enero de 2020). *56-Series Transmission*. Obtenido de Datsun 1200 Club: http://datsun1200.com/modules/mediawiki/index.php?title=56-Series_Transmission#B10_4-speed
- Energía y Sociedad. (4 de Diciembre de 2013). *La eficiencia energética del vehículo eléctrico*. Obtenido de Energía y Sociedad: <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/4-2-la-eficiencia-energetica-del-vehiculo-electrico/>
- Energía y sociedad. (01 de Abril de 2022). *Vehiculos Electricos*. Obtenido de Energía y Sociedad: <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/4-1-por-que-el-vehiculo-electrico/>
- Escapes Mendoza. (10 de 02 de 2020). *escapesmendoza*. Obtenido de Dinamómetro: ¿Qué es y para qué sirve?: <http://www.escapesmendoza.cl/blog/dinamometro-que-es-y-para-que-sirve/>
- Espada, B. (29 de 04 de 2021). *Ok Diario*. Obtenido de Qué es el método descriptivo y ejemplos: <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888>
- Galbarro, R. (17 de Marzo de 2022). *La Potencia y el Par Motor, Estudio de la Cadena Cinemática, Estabilidad en los Vehículos*. Obtenido de Ingemecanica.com: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>
- García, P. (3 de Noviembre de 2019). *Transmisión para eléctricos*. Obtenido de Soy Motor: <https://soymotor.com/coches/articulos/transmision-para-coche-electrico-970673>
- GETAUTO. (21 de Abril de 2002). *Caja de Cambios*. Obtenido de GETAUTO: <https://getauto.es/caja-de-cambios-madrid/>
- Gómez, D. (2020). EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA RESPUESTA DE LAS GRANDES POTENCIAS. EL CASO DE ESTADOS UNIDOS Y CHINA. 22.

- Gutiérrez, R., & Rodrigo, N. (23 de Septiembre de 2021). *dipgis.umsa.bo*. Obtenido de CONVERSIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA A UN VEHÍCULO ELÉCTRICO: <https://dipgis.umsa.bo/investigaumsa/wp-content/uploads/2021/09/Articulo-cientifico-proyecto-conversion-de-un-vehiculo-de-motor-de-combustion-a-una-vehiculo-electrico-Pablo-Zgut.pdf>
- Helloauto. (28 de Mayo de 2020). *Par motor*. Obtenido de Helloauto.com: <https://helloauto.com/glosario/par-motor#:~:text=El%20par%20motor%2C%20tambi%C3%A9n%20conocido,de%20apoyo%2C%20o%20de%20pivote.>
- Investigacioncientifica. (20 de 03 de 2018). *Investigacioncientifica*. Obtenido de ¿Qué es el método científico experimental?: <https://investigacioncientifica.org/que-es-el-metodo-cientifico-experimental/>
- La comunidad del taller. (17 de Febrero de 2020). *Curva de potencia*. Obtenido de lacomunidadeltaller.es: <https://www.lacomunidadeltaller.es/termino-mecanico/curva-de-potencia/>
- Plaza, D. (26 de Julio de 2019). *La caja de cambios: partes, tipos y posibles averías*. Obtenido de Motor.es: <https://www.motor.es/que-es/caja-de-cambios>
- Race.es. (03 de Septiembre de 2021). *Aprende la diferencia entre la potencia y el par motor de tu coche*. Obtenido de Race.es: <https://www.race.es/diferencia-potencia-par-motor-coche#:~:text=La%20potencia%20indica%20la%20capacidad,que%20puede%20aplicar%20el%20torque.>
- Rus, E. (01 de 08 de 2020). *Economipedia*. Obtenido de Método comparativo: <https://economipedia.com/definiciones/metodo-comparativo.html>
- SAE INTERNATIONAL. (17 de Agosto de 2007). *Engine Power Test Code—Engine Power and Torque Certification*. Obtenido de SAE INTERNATIONAL: https://www.sae.org/standards/content/j2723_200708/
- Spiegato. (4 de Marzo de 2021). *¿Qué es un dinamómetro automotriz?* Obtenido de spiegato.com: <https://spiegato.com/es/que-es-un-dinamometro-automotriz>
- Vilchis, L. (02 de Abril de 2020). *El Universal*. Obtenido de Así opera la transmisión de un auto eléctrico: <https://www.eluniversal.com.mx/autopistas/como-funciona-la-transmision-de-un-auto-electrico-o-hibrido>

Anexos

Motor eléctrico

El motor de un coche eléctrico puede ser un motor de corriente alterna o de corriente continua. La diferencia entre estos los dos tipos, principalmente, es la forma de alimentación. El de corriente continua se alimenta directamente desde la batería principal, y el de corriente alterna se alimenta a través de la energía que emite la batería previamente transformada en corriente alterna a través del inversor.



Modelos de vehículos híbrido eléctrico

En la actualidad hay otros tipos de coches eléctricos, a parte del eléctrico puro, que son los híbridos eléctricos. Los vehículos híbridos eléctricos combinan un motor eléctrico con uno de combustión para su funcionamiento.

Existen dos tipos o modelos de híbridos eléctricos :

Los diferentes modelos de vehículo híbrido eléctrico

Vehículos Híbridos Eléctricos (HEV):

Los vehículos híbridos eléctricos están equipados con un motor de combustión interna y un motor eléctrico de imanes permanentes.

En marcha constante, el ICE (vehículo de combustión interna) impulsa tanto al tren motor como al motor eléctrico. Una variación electrónica de la multiplicación regula un régimen óptimo para ambos motores.

En los adelantamientos se obtiene potencia adicional del motor eléctrico, alimentado por las baterías. En la frenada, el motor eléctrico actúa como generador eléctrico, recuperando parte de la energía cinética.

A bajas velocidades sólo el motor eléctrico impulsa el vehículo, con cero emisiones. Al parar, el motor de combustión se apaga, no consumiendo combustible.

Vehículos Híbridos Enchufables (PHEV)

La evolución de los sistemas de baterías híbridos permitirán la conexión de los Vehículos Híbridos Enchufables (PHEV) para recorrer las primeras decenas de km de un viaje, a partir de energía obtenida de la red eléctrica.

Este elemento indispensable para el funcionamiento de un automóvil se encarga de transferir el par motor a las ruedas para que estas se pongan en movimiento. Cuando el vehículo adquiere velocidad, permite adaptar el mencionado par motor a las necesidades de velocidad y fuerza en función de las circunstancias.

Al seleccionar una marcha con la palanca de cambios de nuestro **coche**, se activa el selector de ejes, que serán movidos por el motor. **El dispositivo sincronizador protegerá el cambio de marcha** hasta igualar la velocidad de los engranajes. Como regla general, con la primera marcha se logra que las ruedas giren a un tercio de la velocidad generada por el motor, pero con el triple de fuerza. Las marchas sucesivas permiten aumentar la velocidad a costa de fuerza de un modo similar al de los platos y los piñones de una bicicleta.

Partes que forman la caja de cambios

La caja de cambios cuenta con una serie de ruedas dentadas que se disponen en tres árboles:

- **Primario:** recibe el movimiento a la mismas revoluciones de giro del motor y en su mismo sentido. En las cajas longitudinales suele llevar únicamente un piñón conductor.
- **Intermedio:** Inexistente en las cajas transversales, es el denominado contraeje u opuesto y consta de un piñón corona que engrana con el árbol primario, así como de varios piñones que forman parte de un todo con el eje y que giran en el sentido opuesto al motor.
- **Secundario:** Consta de varios engranajes conducidos que están sueltos, pero pueden unirse mediante un sistema de desplazables. Su sentido de giro coincide con el del motor si se trata de una caja de cambios longitudinal y es opuesto en el caso de las transversales.

Eje de marcha atrás: lleva un piñón interpuesto entre los árboles intermedio y secundario (caja de cambios longitudinal) o entre el primario y el secundario (transversal). De ese modo, invierte el sentido de giro habitual del árbol secundario. En este caso el dentado es recto y no helicoidal.

Carcasa: se trata de la cubierta que protege todos los componentes de la caja de cambios, además de asegurar la lubricación de los mismos, pues está llena de aceite. Suele estar fabricada en acero, aluminio o magnesio.

Tipos de cajas de cambios

Manual: es la más común y acostumbra a tener tres ejes. El eje primario recibe el par motor a través del embrague y lo transmite al eje intermedio. El conductor debe alterar la transmisión a través de la palanca de cambios.

Automática pilotada: es un tipo de caja automática que incluye un control electrónico para embrague y caja de cambios. Suele contar con dos embragues, uno para las relaciones pares y otro para las impares. Dentro de las cajas automáticas, es la de menor coste.

Caja de cambios manual

Este tipo de **cajas de cambios** precisan de la acción del conductor, por medio de la palanca de cambios y el embrague, para poder realizar el cambio de velocidad o marcha.

Las **cajas de cambio manuales** convencionales suelen portar engranajes de dientes helicoidales, es decir, los dientes están en una disposición diagonal, no rectos ni paralelos al eje del engranaje. Estas cajas se valen de sincronizadores. Un **sincronizador** de una caja de cambios es un disco intermedio que evita que en el cambio de marcha choquen los dientes de diferentes discos al engranar. Además adecuan la velocidad de giro de los discos.

El **aceite de caja de cambios manual** suele durar de por vida, pero recomendamos que por precaución se mire el manual del fabricante, y el uso de **aditivos para caja de cambios manual** no es frecuente, aunque puede usarse en caso de problemas, y así quizás se evite una **reparación caja de cambios manual** que puede llegar a ser muy costosa.

Existe la posibilidad de transformar un coche de transmisión manual a uno de transmisión automática, instalando cajas de cambios facturadas por diversos fabricantes, como una **caja de cambios ZF**, por ejemplo.



Caja de cambios automática

Con esta caja el conductor no tiene que interactuar con el cambio. Únicamente será necesaria su acción al emprender la marcha, y si precisa engranar la marcha atrás. Toda la caja y el sistema de embragado funcionan de manera automática. No obstante, la mayoría cuentan con la opción de seleccionar la marcha de forma manual con levas en el volante, a través del selector, botones... pero siempre de manera secuencial y prescindiendo del uso del embrague.

Las **cajas automáticas** podrían subdividirse a su vez en otros grupos (estas cajas no precisan pedal de embrague):

- **Caja automática con convertidor de par:** Primera de los tipos de cajas de cambio automáticas. Estas cajas están formadas por trenes epicicloidales y un convertidor de par. Su uso está muy extendido pero añaden muchos kilogramos al peso final del vehículo y aumentan el consumo. Aún así, su funcionamiento es bueno y son resistentes. Quizá te suenen denominaciones como **'Tiptronic, Multitronic o S Tronic'** de Audi o **'Steptronic'** de BMW.
- **Caja manual automatizada, robotizada o pilotada:** El funcionamiento de estas cajas es similar al funcionamiento de una caja de cambios manual. La diferencia es que el embrague es accionado automáticamente mediante electroválvulas. Así como todo el sistema de cambio de velocidades. Si estás puesto en el tema, te sonarán las siglas **SMG** de BMW.
- **Caja manual robotizada de doble embrague:** Este tipo de caja está copando cada vez más el mercado. Se inventaron con la competición en el punto de mira, pues reducen drásticamente el tiempo de cambio de marcha, pero cada vez son más los vehículos convencionales que las equipan. Este sistema de doble embrague consigue "tener preparada" la siguiente marcha para que su entrada sea más veloz. La famosa **DSG** del grupo Volkswagen es, por ejemplo, una caja automática de doble embrague. O la, también alemana, **PDK** de Porsche. El mecanismo de estas cajas va bañado en aceite, aunque también existen cajas de doble embrague en seco.

Detectar un **posible fallo o avería en la caja de cambios** es relativamente fácil, tanto si nuestro coche tiene cambio manual como automático. Nosotros te vamos a indicar los indicios que deberían hacerte venir directamente al taller a **revisar tu caja de cambios**. Como siempre indicamos, retrasar la visita al taller puede convertir una avería simple y barata de reparar en una más importante que, en este caso, podría incluso obligarnos a cambiar por completo la **caja de cambios**. Piensa que la **reparación de la caja de cambios** es siempre posible si el problema se detecta a tiempo.

Si nuestra **caja es manual**, nos indicará que algo no va bien si tenemos ciertas **dificultades para cambiar de marcha**, sobre todo en frío. En cajas manuales con problemas o con componentes desgastados, es típico que se produzca lo que se conoce como **'rascado'**; no es más que un incómodo sonido al cambiar de marcha. Notaremos incluso en nuestra mano, a través de la palanca, que algo no va bien.

Puede darse también el caso en el que las marchas ni siquiera lleguen a engranar o que hasta se desengranen por sí solas.

Por otro lado, en una **caja automática**, un síntoma claro de que hay un problema es que esta se tome **excesivo tiempo para realizar un cambio de marcha**. A veces, ni siquiera llega a producirse. Otro síntoma que puede significar una afección de la caja de cambios es que nuestro vehículo no salga bien desde parado, como si la potencia y el par no llegasen a transmitirse correctamente.



Síntomas avería caja de cambios automática

Por muy complicadas que puedan parecer las **cajas de cambios** (créenos, es algo tedioso explicar su funcionamiento, pero una vez entendido es un sistema con un movimiento muy simple), **cuidarlas es muy fácil**.

Es importante **erradicar la mala costumbre de conducir con la mano derecha apoyada en la palanca de cambios**. Aunque no apliquemos fuerza o hagamos movimientos, el simple acto de tener nuestra mano, o brazo, haciendo presión sobre la palanca de cambios, en coches manuales, supone que se produzcan pequeños desplazamientos en el mecanismo interno. Pequeños desplazamientos que **generan roces y desgastes no deseados**.

También se debe prestar especial atención al **nivel de aceite de la caja de cambios y al estado de este**. El aceite para la caja de cambios es esencial para que todo el conjunto de engranajes de una caja mecánica esté a buena temperatura y bien protegido de cara a la fricción, el rozamiento, los roces, etc. Quizá te suene la palabra '**valvulina**', es así como se denomina al tipo de aceite lubricante que llevan las cajas de cambios manuales. Por su parte, las cajas de cambios automáticas también están lubricadas, en este caso el **aceite** es conocido como '**ATF**' (Automatic Transmission Fluid).



● **Engine Flooded**

Slowly depress the accelerator pedal as far as it will go. Keep the pedal depressed until the engine is clear of excess fuel and is running smoothly. Do not "pump" the pedal.

DRIVING WITH MANUAL TRANSMISSION



Appropriate speed range in each gear (MPH)

1st	0 to 25
2nd	10 to 45
3rd	20 to 70
4th	Over 25

Your car has a 4-forward and 1-reverse speed transmission controlled by a gear shift lever located on the floor.

Be sure that you depress the clutch pedal completely while you are shifting gears to avoid clashing and chipping the transmission gears. For the same reason, shift to reverse only when the car is completely stopped.

At low speeds and in stop-and-go traffic, you will find the engine more responsive to acceleration when you downshift to a lower gear. Hill climbing is easier and reduces the possibility of stalling the engine if you shift to 3rd or 2nd gear.

Operating the Car

To maintain safe speeds on steep down-grades, and to help safe brakes, shift to 3rd or 2nd before you start.

Do not rest your foot on the clutch pedal except when you are ready to shift gears. A clutch can become prematurely worn or completely ruined by riding it. Slipping the clutch by releasing the pedal just enough to hold the car on a hill will eventually cause clutch wear and damage.

In case of normal acceleration, it is most economical to change gears at the lower speeds, considering fuel consumption. However, when quick acceleration is required, it is proper to change at the higher speeds.

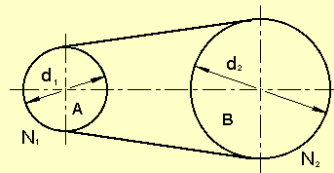
Correas y poleas

N = Numero de revoluciones por minuto

d = Diámetro de las poleas

Al estar en marcha, las dos poleas tendrán la misma velocidad tangencial (m/seg), manteniéndose la siguiente igualdad:

$$\frac{\pi \cdot d_1 \cdot N_1}{60} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot N_2}{60}$$



simplificando nos queda

$$d_1 \cdot N_1 = d_2 \cdot N_2$$

deduciéndose la siguiente proporción donde *i* es la relación de transmisión.

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Ejemplo: La rueda A gira a 2400 rpm. y tiene un diámetro de 95 mm. Hallar las revoluciones de la rueda B si esta tiene 225 mm. de diámetro.

despejando de la formula de la relación de transmisión tenemos

$$N_2 = \frac{d_1 \cdot N_1}{d_2} = \frac{95 \cdot 2400}{225} = 1013 \text{ rpm.}$$

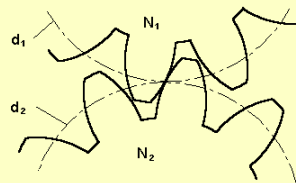
Engranajes

N = Numero de revoluciones por minuto

d = Diámetro primitivo de la rueda dentada

En un sistema de engranaje la velocidad tangencial a la altura de los diámetros primitivos es igual en las dos ruedas, por lo tanto:

$$\frac{\pi \cdot d_1 \cdot N_1}{60} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot N_2}{60}$$



simplificando nos queda

$$d_1 \cdot N_1 = d_2 \cdot N_2$$

lo que nos permite expresar la relación de transmisión *i* de un engranaje en función de los diámetros primitivos de sus ruedas.

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Puesto que en un engranaje las dos ruedas han de tener el mismo módulo, es fácilmente deducible que sus diámetros primitivos son directamente proporcionales al número de dientes:

$$\left. \begin{array}{l} d_1 = m \cdot z_1 \\ d_2 = m \cdot z_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{m \cdot z_1}{m \cdot z_2} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} \Rightarrow \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

lo que nos permite expresar la relación de transmisión *i* de un engranaje en función de numero de dientes de sus ruedas:

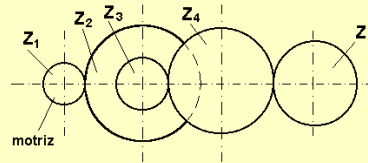
$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

Ejemplo: Un motor gira a 2.500 rpm. transmitiendo el movimiento a un eje mediante un engranaje de un piñón de 35 dientes solidario al eje de giro del motor. Si queremos que el eje al que se transmite el movimiento gire a 486 rpm. que numero de dientes ha de tener la rueda conducida.

$$z_2 = \frac{N_1 \cdot z_1}{N_2} = \frac{2500 \cdot 35}{486} = 180 \text{ dientes}$$

Tren de engranajes

La relación de transmisión en un tren de engranajes es igual al cociente que resulta de dividir el producto de los números de los dientes de las ruedas conducidas entre el producto de los números de dientes de las ruedas conductoras.



En el tren de la figura, Z_1 mueve a Z_2 . Esta gira solidaria con Z_3 que a su vez mueve a Z_4 y esta última a Z_5 , con lo que Z_4 es a la vez conducida y conductora.

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\text{n}^\circ \text{dientes conducidas}}{\text{n}^\circ \text{dientes conductoras}} = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_5}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_4}$$

Ejercicios

Ejercicio 1.

Calcular las revoluciones por minuto de la rueda Z_5 de la figura anterior si el eje motriz gira a 1350 rpm. y los dientes de las ruedas son $Z_1 = 35$; $Z_2 = 95$; $Z_3 = 40$; $Z_4 = 85$; $Z_5 = 75$.

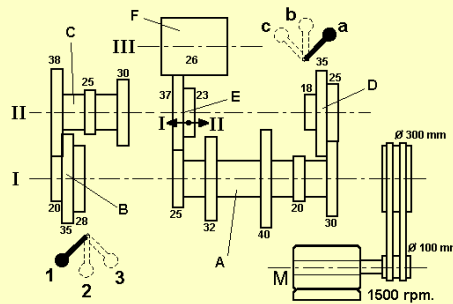
Solución: La rueda Z_5 gira a 265,26 rpm.

Ejercicio 2.

Calcular todas las velocidades del eje III, en revoluciones por minuto, de la siguiente caja de velocidades cuyo funcionamiento es el siguiente:

El motor **M** transmite el movimiento al eje **I** mediante un par de poleas, este a su vez mueve el grupo de ruedas dentadas **B** que gira solidario a él. Este grupo mueve al grupo **C** que gira solidario al eje **II** que a su vez mueve el grupo de ruedas **D**. Este grupo mueve al grupo **A** que gira libre en el eje **I** y que transmite el movimiento al grupo **E** que gira libre en el eje **II**. El grupo **E** finalmente mueve al eje **III** a través de la rueda **F** que gira solidaria a él.

El grupo de ruedas **B** tiene 3 posiciones 1-2-3. El grupo de ruedas **D** tiene 3 posiciones a-b-c.
El grupo de ruedas **E** tiene dos posiciones I - II.



4-Speed

The stock sport transmission is fine for city driving. It has wide-spaced gears to allow a steep 1st for easy takeaways.

Mainshaft PNs for F4W56 transmissions:

- * 32241-H1010 SHAFT-MAIN B110 F4W56L up to 03/73
- * 32241-G1101 SHAFT-MAIN B110 F4W56A from 04/73
- * 32241-G1101 SHAFT-MAIN B210 F4W56A
- * 32241-G1101 SHAFT-MAIN B310 F4W56A

Description	1st	2nd	3rd	4th	Rev
Stock F4W56L	3.757	2.169	1.404	1.000	3.640
Option #1 (M/C)	2.862	1.908	1.350	1.000	3.640
Option #2 (U/C)	2.168	1.592	1.231	1.000	3.640

Reference: [1984 Nissan Competition Catalog](#)

Number of teeth on gears:

- * Counter gear shaft: 29T, 25T, 19T, 13T
 - * 29T (input), 25T (3rd), 19T (2nd), 13T (1st)
 - * + 13T (rev)
- * Mainshaft: 19T, 23T, 27T, 31T
 - * 19T (input), 23T (3rd), 27T (2nd), 32T (1st), 31T (rev)
 - * Reverse idler: 17T

Ratio Computation:

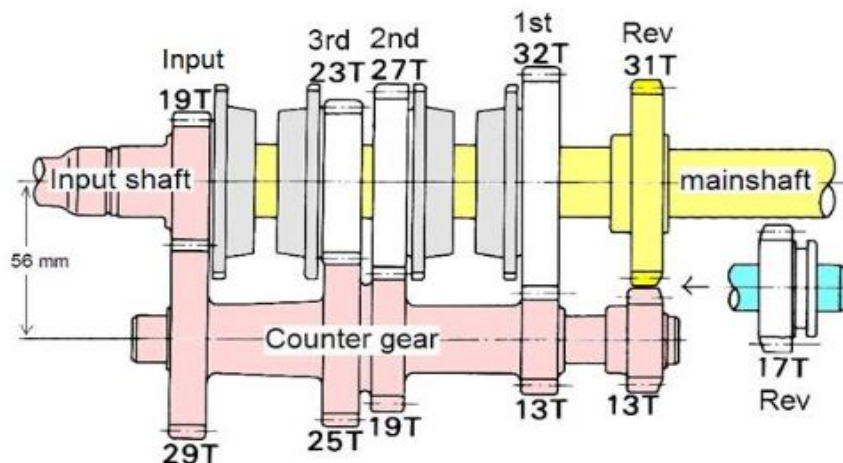
- * Input gears: $29/19 = 1.526$
- * Rev: $29/19 * 17/13 * 31/17$ (idler) = 3.640
- * 1st: $29/19 * 32/13 = 3.757$
- * 2nd: $29/19 * 27/19 = 2.169$
- * 3rd: $29/19 * 23/25 = 1.404$
- * 4th: 1:1 (direct drive, input shaft linked to output shaft, all output gear pair spin free)

Powerflow Diagram

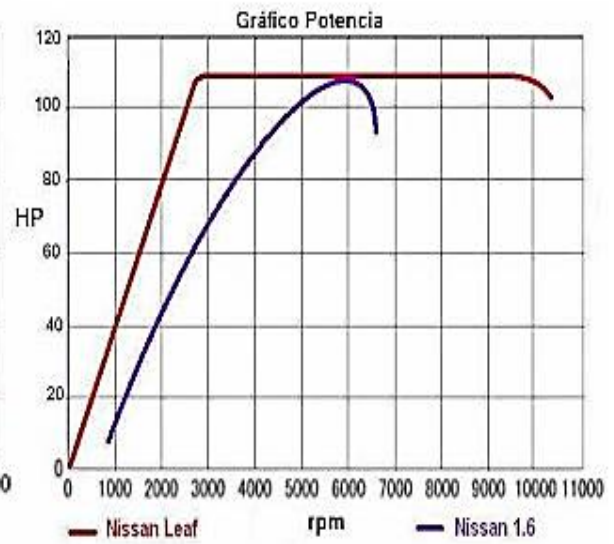
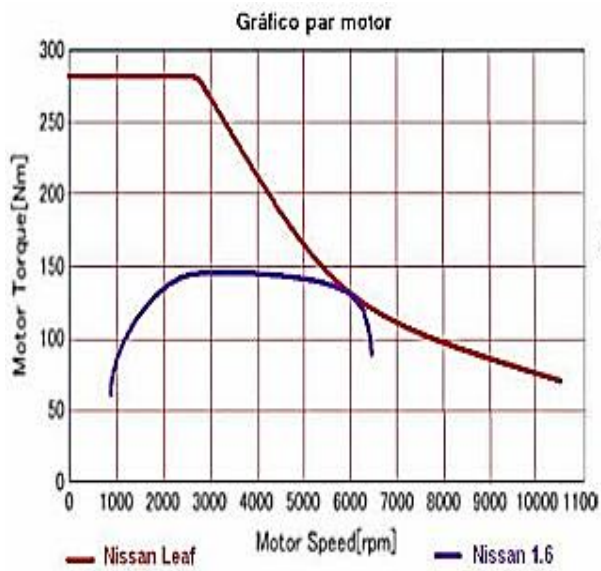
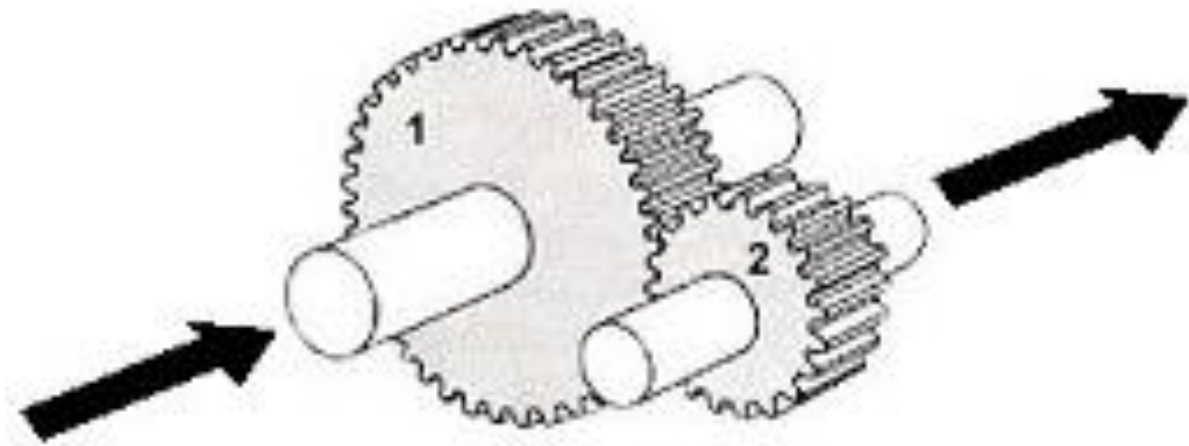
F4W56 gearset uses constant-mesh gears. Reverse is the only gear that slides

Album

F4W56 gear train



	INPUT			reverse idler			OUTPUT			EFFECTIVE RATIO multiply ratios
	main	counter	input ratio	counter	idler	ratio	counter	main	output ratio	
rev	19	29	1.526	13	17	1.308	17	31	1.824	3.640
1st	19	29	1.526				13	32	2.462	3.757
2nd	19	29	1.526				19	27	1.421	2.169
3rd	19	29	1.526				25	23	0.920	1.404
4th	1	1	n/a				1	1	n/a	1.000















Shape up your truckin'

Under those sleek '72 lines—a load of road-go-in' goodies. New power-assist brakes. Front torsion bar suspension ride. New heavy-duty rear suspension that adjusts to the load. Quiet, rugged, two piece propeller shaft. Big 11.9 gallon gas tank. (At up to 25 miles per gallon, your comfort stops will outnumber your gas stops.) Wide-flared wheel wells for rough going, big 6-ply rated tires.

Plus—150 lbs. less dead weight than any other small truck on the market.

A car kind of comfort.

Curved window glass for extra shoulder room. New contoured bench seat (adjustable backward and forward) for ease and leg space. New power-flow

ventilation. New heater/defroster with 35% more capacity. Handsome, readable instrument cluster, big glove compartment plus a package tray. Handy controls. Super-smooth, load-gearred, 4-speed stick shift.

More hauling space.

Here's room for 1440 pounds of people and payload. All steel load bed with 11 tie-down hooks, easy-loading tailgate with disappearing support chain. Heavy-duty two-stage suspension for safe, easy riding. Smoother, quieter.

Based on experience, yours and ours, we've made refinements that count. Drive the new Li'l Hustler... then decide. Nobody knows small trucks like Datsun.

LITHO IN U.S.A. FORM NO. 6380000001 MM/5/72/GP

Specifications

1972 Datsun 1/2-ton pickup truck Model PL-620

GENERAL DIMENSIONS

Length, overall 169.2 in.
 Width, overall 62.5 in.
 Height, overall 60.8 in.
 Wheelbase 100.1 in.
 Weight 2286 lbs.
 Road clearance 7.9 in.
 Gross vehicle payload 1440 lbs.

ENGINE

Type SOHC in-line 4-cylinder
 Torque 99.8 ft. lbs. @ 3600 rpm
 Displacement 97.3 cu. in. (1595 cc)
 Compression ratio 8.5 to 1
 Bore and stroke 3.27 in. x 2.90 in.
 Carburetion Dual-barrel, down draft type.

DRIVE TRAIN

Transmission All-synchromesh four-speed floor-shift
 Gear ratios: 1st, 3.66; 2nd, 2.18; 3rd, 1.42; 4th, 1.00; Reverse, 3.64.

Clutch Single dry disc with cushioning spring
 Differential 4.38 to 1
 Maximum speed 87 mph

CAPACITIES

Fuel tank 11.9 U.S. gallons
 Oil (engine) 5.0 quarts (with filter)
 Water 6.5 quarts

IGNITION AND ELECTRICAL SYSTEM

Coil and distributor ignition 12 volt electrical system with 35 amp./hr. alternator.

BODY AND FRAME

Pressed steel box section, all welded.

SUSPENSION, STEERING AND BRAKES

Front suspension Independent torsion bar type with tension rods, telescopic shocks and stabilizer
 Rear suspension Longitudinal semi-elliptical leaf springs with telescopic shock absorbers
 Steering Recirculating ball type; gear ratio 19.8 to 1
 Brakes Hydraulic power-assist drum type front and rear with vacuum servo (Master-Vac) tandem master cylinder. Parking brakes mechanically operated on rear wheels.

WHEELS AND TIRES

Steel disc wheels, 6.00-14 in. 6-ply white-wall tires, 5 including spare.

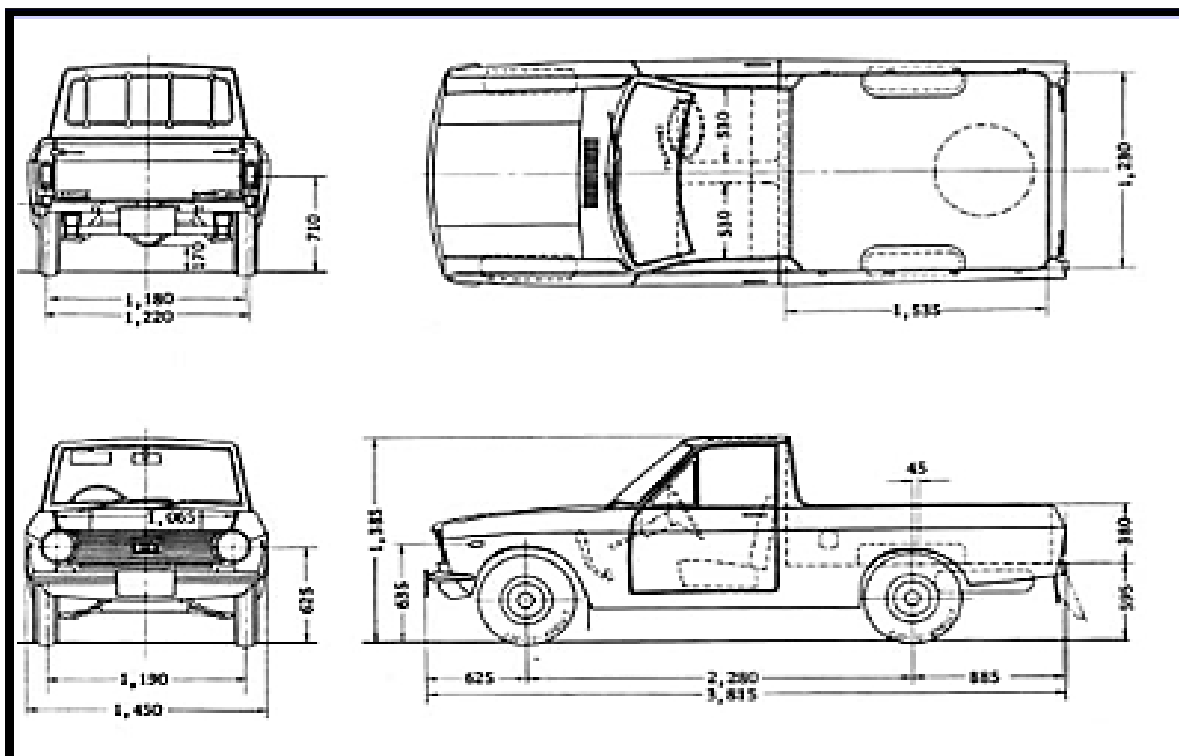
STANDARD EQUIPMENT

Fully synchromesh four-speed transmission; adjustable vinyl upholstered bench seat; laminated safety glass windshield; electric wash; two-speed wipers; floor jute and rubber mats; dual sun visors; heater and defroster; package tray; ash tray and cigarette lighter; three-point seat belts; heavy-duty white-wall tires; hazard warning lamp; front parking, turning signal, rear combination lamp; engine compartment lamp; side marker lamp.

OPTIONAL EQUIPMENT

Radio; big truck mirrors; custom tonneau cover; air conditioning; custom floor mats; rear step bumper; and lots more. Ask your dealer.

DATSUN
 FROM NISSAN WITH PRIDE



Relación de transmisión expresada

$$r_t = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \text{ o bien}$$

$$r_t = \frac{n_2}{n_1}, \text{ o bien}$$

$$r_t = \frac{d_1}{d_2}, \text{ o bien}$$

$$r_t = \frac{z_1}{z_2}, \text{ siendo,}$$

En donde:

- ω_2 y ω_1 , las velocidades angulares (en rad/s) de los engranajes de salida y de entrada, respectivamente;
- n_2 y n_1 , las velocidades de giro (en r.p.m.) de los engranajes de salida y, de entrada, respectivamente;
- d_2 y d_1 , los diámetros primitivos (en mm) de los engranajes de salida y, de entrada, respectivamente;
- Z_2 y Z_1 , los números de dientes de los engranajes de salida y, de entrada, respectivamente. (Ingemecanica.com)

Detalles relación de transmisión Datsun 1000

Codificación Nissan para modelos de caja de cambios. Ejemplo de F4W56L:

- F: cambio de piso (R: remoto/cambio de columna)
- S: sobremarcha
- 4: velocidades de avance (3,4 y 5 estaban disponibles)
- W: sincronizadores tipo Warner (C: sincronizadores tipo competición)
- 56: distancia en mm entre el eje principal y el contra eje (a mayor distancia implica una transmisión mayor y más fuerte). Los modelos de Nissan incluían la transmisión de la serie 60 y la transmisión de la serie 63 y la 71 utilizada en los Nissan más grandes.
- L: carcasa de extensión larga

El código de chasis de Nissan (no el código de transmisión) tiene F = cinco velocidades y T = 4 velocidades, por ejemplo, B110GFK era GX de cinco velocidades. Y B110GTK era GX de cuatro velocidades. La T también es válida para los modelos de exportación. Los códigos completos de la carrocería no están en la placa debajo del capó, pero verá algunos de los códigos extendidos en la portada del manual del propietario (Datsun 1200 Club, 2020)





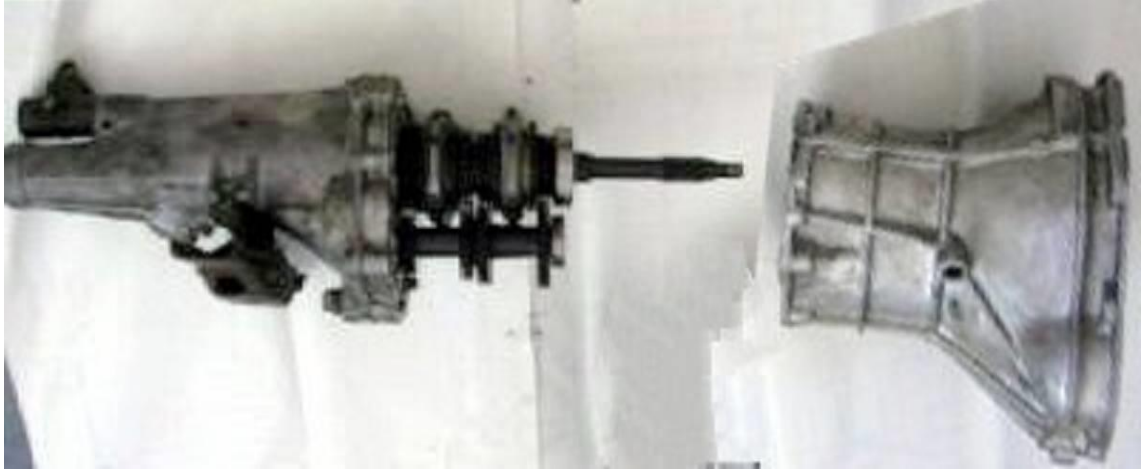
Rear Extension

Gear Ass'y

Case

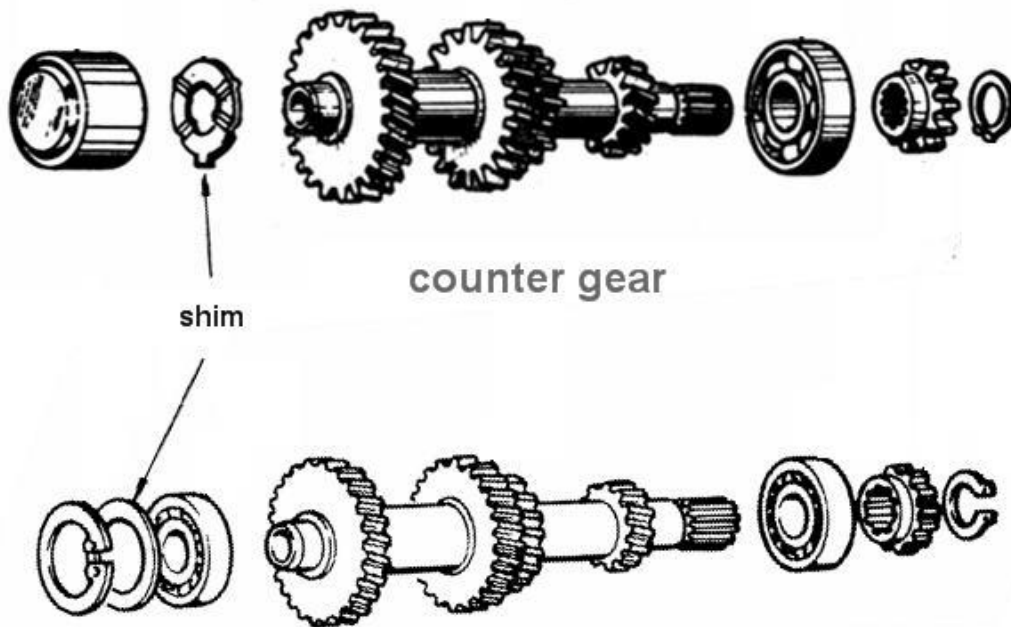


56a 4-speed Major Assembly





B120 - 56A - roller bearing



B110 - 56L - ball bearing



3.2. Ruta

3.2.1. La pendiente

El concepto de pendiente en sí, es la relación que existe entre el desnivel (ΔY) y la distancia en horizontal (ΔX) que se debe recorrer. Se expresa normalmente en % o en grados. Tomando en cuenta lo anterior mencionado, se puede decir que, es una magnitud que indica la inclinación de la superficie de una carretera o camino con relación a la horizontal. (Asensio, 2011)

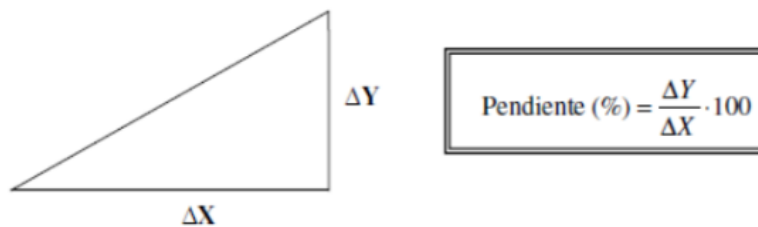


Fig. 3.2 Pendiente de terreno
Fuente: (Asensio, 2011)

3.2.2. Tipos de pendiente

La clasificación más acertada según Van Zuidam determina que existen distintos tipos de pendiente de acuerdo a un rango específico en cada una de sus representaciones ya sea en grados o porcentaje, en este caso en la tabla 1. se puede verificar que existen seis distintos tipos de pendiente.

Tabla 1. Clasificación de pendientes según Van Zuidam, 1986.

Tipo	Descripción (°)	Descripción (%)
Planicie	0-2	0-2
Pendiente muy baja	2-4	2-7
Pendiente baja	4-8	7-15
Pendiente moderada	8-16	15-30
Pendiente fuerte	16-35	30-70
Pendiente muy fuerte	35-55	70-140
Pendiente extremadamente fuerte	>55	>140

Fuente: (Rodríguez, 2016)

3.2.3. Obtención de información de ruta

3.2.3.1. Ruta UIDE

Con el objetivo de obtener información sobre la distancia total de recorrido del scooter tomada en base a la autonomía de la batería, así como conocer las zonas donde existe mayor o menor inclinación, se procedió a verificar esta información mediante el uso de la aplicación Google Earth. La ruta de recorrido inicia en el parqueadero de profesores de la Facultad de Ingeniería Automotriz y termina en el parqueadero de motos en la entrada del edificio de aulas. Esta ruta es la única que permite la libre circulación de vehículos de distinto tipo dentro de la universidad, por tal motivo es la más óptima. La figura 3.3 nos indica la vista satelital de la ruta considerada para este estudio, así mismo mediante trazado usando distintos puntos de la ruta en la misma aplicación en la figura 2 se puede verificar la distancia total de la ruta de recorrido.



Fig. 3.3. Ruta trazada en Universidad Internacional del Ecuador, Quito – Ecuador.
Fuente: Google Earth.

La figura 3.4 nos indica el perfil de elevación mediante geoprocesamiento generado por la aplicación Google Earth Pro, así también nos permite encontrar la variación de altura de la ruta y la distancia total que se va a recorrer. Conocer los valores de variación de altura es un dato necesario para obtener los ángulos de inclinación en los puntos más críticos de la ruta y que nos permitirán determinar la potencia que necesita el motor eléctrico del scooter para ascender las distintas pendientes que componen la ruta a lo largo del recorrido.

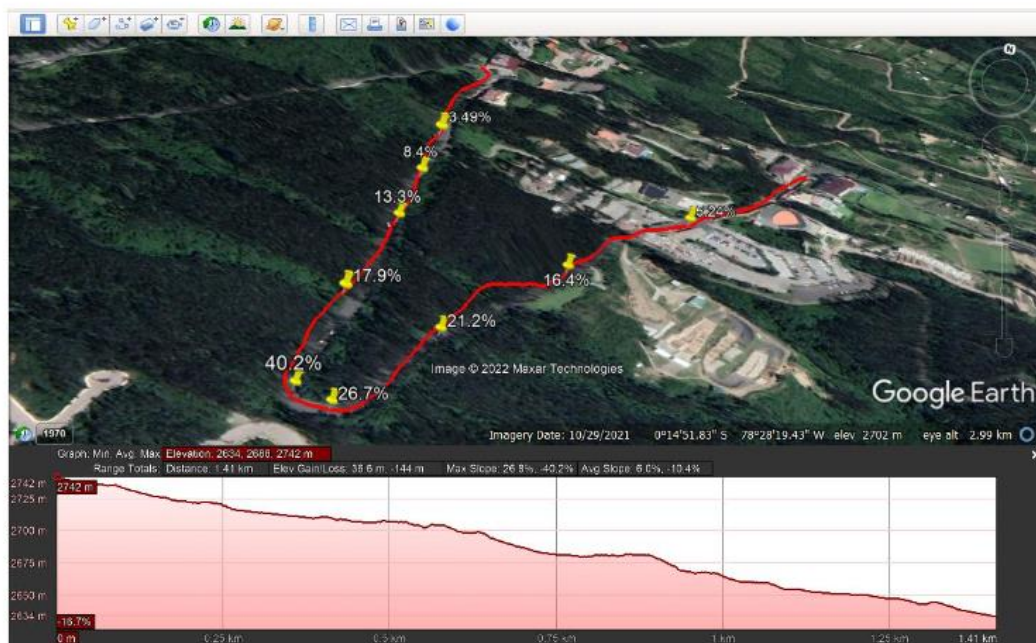


Fig. 3.4. Perfil de elevación Ruta UIDE.
Fuente: Google Earth Pro.



Fig. 3.5. Facultad de Ingeniería Automotriz de la UIDE. (Punto de salida)
Fuente: Autores.



Fig. 3.6. Punto de llegada Edificio de Aulas
Fuente: Autores.

3.2.4. Ángulos críticos de elevación

Los ángulos de elevación obtenidos mediante el perfil de elevación de la ruta en Google Earth Pro presentan una variación en cuanto a su porcentaje dado que la imagen satelital puede captar las variaciones de altura de las montañas junto con las carreteras, deformándolas en las imágenes captadas, que generan una variación de un 30% en el margen de error, sin embargo, a pesar de existir este margen de error al momento de trazar la línea de ruta de recorrido se tomó en cuenta las zonas más regulares y que posteriormente serán confirmados en prueba de ruta.

Tabla 2. Ángulos críticos de elevación.

Tipo de pendiente	Ángulo en (%)	Ángulo en (°)
Muy baja	3.49	2
Muy baja	5.24	3
Baja	8.4	4.8
Baja	13.3	7.58
Moderada	16.4	9.31
Moderada	17.9	10.15
Moderada	21.2	11.97
Moderada	26.7	14.95
Fuerte	40.2	22.97
Promedio	16.98	9.64

Fuente: Google Earth Pro.

3.2.5. Ruta Parque La Carolina

Con el objetivo de verificar la autonomía en una ruta relativamente plana, se procedió a realizar pruebas de ruta en todo el perímetro del parque La Carolina en Quito, dentro de las distintas rutas que se emplean como ciclovía. Así mismo se realizó un registro de los datos obtenidos dentro de la prueba de ruta en este sector para su posterior análisis y comparación con los datos obtenidos anteriormente en la ruta de recorrido en la Universidad Internacional del Ecuador.



Fig. 3.7. Parque La Carolina, Quito – Ecuador.
Fuente: Google Earth.

3.3. Parámetros para selección de motor

Una vez tomada la información de la ruta y sus ángulos de inclinación se procede a calcular la potencia necesaria del motor eléctrico para ascender las distintas pendientes a una velocidad adecuada, esto permitirá seleccionar un scooter con potencia suficiente del motor eléctrico para ascender sin inconvenientes. Por tal motivo para encontrar la potencia máxima se empleará la siguiente fórmula:

$$P_{\text{máx}} = F * V_{\text{máx}}$$

Fuente: (Mena, 2014)

Ec. [3.1]

Tomando en cuenta datos promedio de peso de una moto o scooter eléctrico más el ocupante se podrá determinar una potencia necesaria en condiciones normales de uso, es necesario realizar los cálculos tomando en cuenta el ángulo más elevado de la pendiente con el objetivo de conocer si puede el motor puede ascender la misma sin inconvenientes. Todos los presentes cálculos están basados en el principio físico de plano inclinado, por lo que se realiza una sumatoria de fuerzas en X y en Y.

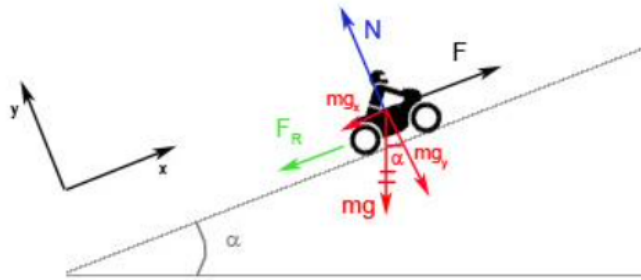


Fig. 3.9. Diagrama de cuerpo libre sobre plano inclinado.
Fuente: (cienciasfera, 2018)

Datos:

Peso scooter promedio = 70 kg.

Peso promedio de una persona = 70 kg.

Velocidad máxima deseada en pendiente máxima = 10 km/h.

μ_r = Coeficiente de resistencia a la rodadura (0.03 entre el asfalto y la llanta) (SciELO.br, 2008)

Donde:

F = Fuerza necesaria para mover el scooter del reposo

N = fuerza normal

m = masa del objeto con un ocupante

g = gravedad en la Tierra (9.81 m/s^2)

$$\Sigma f_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y$$

$$N = mg * \cos\theta$$

$$N = 140 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \cos 22,97$$

$$N = 1264.5 \text{ N}$$

$$\Sigma f_x = 0$$

$$F - Wx - fr = 0$$

$$F = Wx + fr$$

$$F = mg * \text{sen } \theta + fr$$

$$F = 140 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \text{sen } 22.97 + 0.03 * 1264.5 \text{ N}$$

$$F = 573.9 \text{ N}$$

$$P_{\text{máx}} = 573.9 \text{ N} * 2.78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P_{\text{máx}} = 1595.45 \text{ W}$$

Para realizar estos cálculos se tomó en cuenta el valor máximo de la pendiente más fuerte obtenida en la ruta mediante Google Earth y se tomó en cuenta una velocidad mínima a la que ascenderá en esta pendiente de 10 km/h, que si bien es muy baja permitirá sobredimensionar los valores para obtener una potencia ideal para el ascenso en pendientes, por lo que se selecciona un scooter eléctrico con motor de 2000 W.

3.3.1. Fuerza necesaria

Una vez obtenida la potencia deseada del motor eléctrico y seleccionado un motor de 2000 W, se procede a calcular la fuerza necesaria y velocidad máxima a la que el scooter va a recorrer en cada uno de los puntos críticos de la pendiente posterior a una salida del reposo así se tiene:

$$\Sigma fy = 0$$

$$N - Wy = 0$$

$$N = Wy$$

$$N = mg * \text{cos } \theta$$

$$N = 140 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \text{cos } \theta$$

$$\Sigma fx = 0$$

$$F - Wx - fr = 0$$

$$F = Wx + fr$$

$$F = mg * \text{sen } \theta + fr$$

$$F = mg * \text{sen } \theta + \mu r * N$$

Reemplazando se tiene:

$$F = 140 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \text{sen } \theta + 0.03 * 140 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \text{cos } \theta$$

Ec. [3.2]

3.3.2. Velocidades máximas teóricas en puntos críticos

Al tomar en cuenta que se va a emplear un scooter con un motor eléctrico de 2000 W será necesario calcular las velocidades máximas a las que podrá recorrer durante los distintos ángulos de elevación de la ruta para ascender adecuadamente. Esto se basa en la fórmula de potencia máxima:

$$P_{\text{máx}} = F * V_{\text{máx}}$$

$$V_{\text{máx}} = \frac{P_{\text{máx}}}{F}$$

Fuente: (Mena, 2014)

Ec. [3.3]

Donde:

$P_{\text{máx}}$ = Potencia máxima del motor eléctrico (2000 W).

F = Fuerza de empuje.

$V_{\text{máx}}$ = Velocidad máxima.

Tabla 3. Fuerzas necesarias y velocidades máximas en puntos críticos de pendiente.

Ángulo en (°)	Fuerza de empuje necesaria (N)	Velocidad máxima de salida en pendiente (m/s)	Velocidad máxima de salida en pendiente (km/h)
2	89.11	22.44	80.71
3	113.02	17.7	63.7
4.8	155.98	12.8	46.0
7.58	222.01	9.0	32.4
9.31	262.84	7.6	27.4
10.15	282.59	7.1	25.6
11.97	325.15	6.1	22.0
14.95	394.11	5.1	18.3
22.97	573.9	3.48	12.5

Fuente: Autores.

Con los datos obtenidos en la tabla 3 se puede identificar en las gráficas la influencia de la variación de los ángulos de la pendiente en donde existe una relación directamente proporcional con la fuerza e inversamente proporcional con la velocidad máxima de salida en cada uno de los puntos críticos de la ruta de recorrido. Así mismo se han trazado gráficas donde se puede visualizar la relación directamente proporcional que existe entre fuerza y ángulo y una relación inversamente proporcional entre velocidad máxima de recorrido versus ángulo y velocidad máxima versus fuerza.

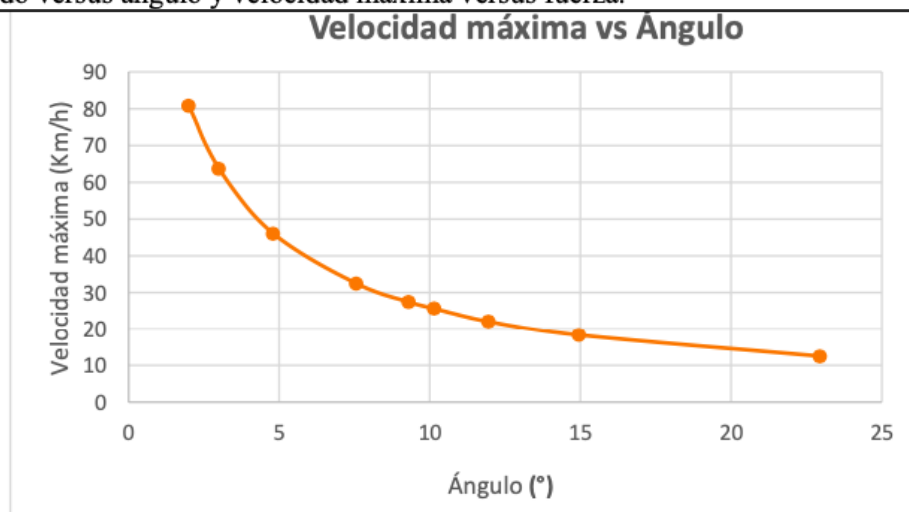


Fig. 3.11. Velocidad máxima versus ángulo.

Fuente: Autores.



Fig. 3.12. Velocidad máxima versus fuerza.
Fuente: Autores.

3.6. Procedimiento realizado para toma de datos

- Como primer paso, es necesario tener el scooter apagado, y ubicarlo en el soporte de rueda delantera.
- Posteriormente, será necesario sujetar con correas de sujeción la rueda delantera para evitar movimientos aleatorios peligrosos, caídas o desalineación del vehículo durante las pruebas.
- A continuación, se deberá encender el scooter y comenzar a acelerar para que la rueda posterior motriz se auto posicione correctamente con el rodillo de inercia.
- El siguiente paso será iniciar el sistema Smac y verificar que los rodillos de inercia se encuentren desbloqueados.
- Posteriormente, se realizará una prueba inicial en donde el ocupante debe mantenerse sobre el asiento del scooter.
- Luego, se debe empezar a acelerar hasta llegar a la velocidad máxima de la primera marcha, pasar a la segunda y posteriormente seleccionar la tercera hasta llegar a la velocidad máxima.
- Una vez que el scooter llega a su velocidad máxima se suelta el acelerador permitiendo que la rueda motriz siga su movimiento y desacelere progresivamente, finalmente frenar desde el scooter.

3.7. Ejecución de pruebas

Tabla 5. Datos de ensayo.

Fecha	13/11/2021 9:37:32				
Nombre	MOTO H21S0002108				
Orden					
Cliente			Localidad		
Dirección			Teléfono		
Responsable					
Motor	Eléctrico	Modelo	H21S	Número	
Tapa	N/A		Válvulas	N/A	
Resortes	N/A		Block	N/A	
Pistones	N/A		Aros	N/A	
Cigüeñal	N/A		Bielas	N/A	
Leva	N/A		Bomba de Aceite	N/A	

Tabla 6. Potencia y torque máximos a distintas RPM.

V ar.	RP M	M á x .	Pr o m .
Potencia	1200	2	0
Torque	1200,0	10,1	0,0
Potencia Trans.	0,0	0,0	0,0
Potencia Motor	1400,0	1,9	0,0

Fuente: Marcelo Redín Automotriz.

Tabla 7. Tabla de valores potencia y torque máximos obtenidos.

RPM	Ensayo	Variab le		
	MOTO H21S0002108			
	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (N.m)
26	1	1,3	0,0	8,4
30	2	1,7	0,0	10,1
35	2	1,9	0,0	9,8
39	1	0,8	0,0	3,5
45	2	1,7	0,0	6,7
50	0	0,2	0,0	0,8
Promedio	0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Marcelo Redín Automotriz.

Tabla 8. Velocidades máximas en cada marcha.

Marcha	Velocidad máxima
Primera	50 km/h
Segunda	60 km/h
Tercera	70 km/h

Fuente: Marcelo Redín Automotriz.

3.7.1. Nuevas velocidades máximas teóricas en puntos críticos

Se toma en cuenta que los resultados obtenidos en el dinamómetro de rodillos inercial nos indican que el motor entrega una potencia menor a la que indica el fabricante, será necesario recalcular los valores de velocidades máximas a las que podrá recorrer durante los distintos ángulos de elevación de la ruta para ascender adecuadamente. En este caso se van a considerar los mismos valores de fuerza y ángulos obtenidos anteriormente.

66

Tabla 9. Fuerzas necesarias y velocidades máximas en puntos críticos de pendiente.

Ángulo en (°)	Fuerza de empuje necesaria (N)	Velocidad máxima de salida en pendiente (m/s)	Velocidad máxima de salida en pendiente (km/h)
2	89.11	16.73	60.23
3	113.02	13.19	47.48
4.8	155.98	9.56	34.42
7.58	222.01	6.72	24.19
9.31	262.84	5.67	20.41
10.15	282.59	5.28	19.00
11.97	325.15	4.59	16.52
14.95	394.11	3.78	13.61
22.97	573.9	2.6	9.36

Fuente: Autores.

3.7.2. Gráficas comparativas

En base a la obtención de nuevos valores de potencia se obtuvieron nuevos datos basados en la tabla 12, en este caso no se variaron los valores de los ángulos críticos, sin embargo, la variación de potencia según la fig. 3.26 indica que las velocidades máximas teóricas en los distintos puntos pueden ser menores, en esta comparativa se puede identificar los valores obtenidos de velocidad en base a la potencia que indica el fabricante en su ficha técnica versus la potencia obtenida en la prueba estática en el dinamómetro de rodillos

67

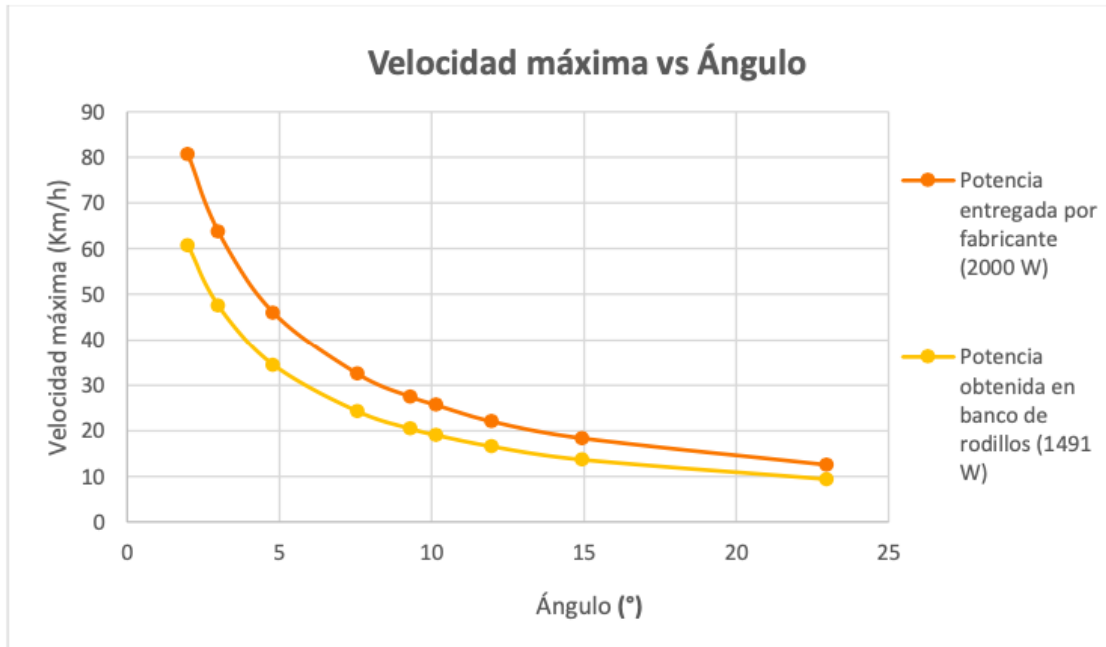


Fig. 3.26. Comparación de velocidades máximas versus ángulo, potencia real vs potencia entregada por fabricante.
Fuente: Autores.

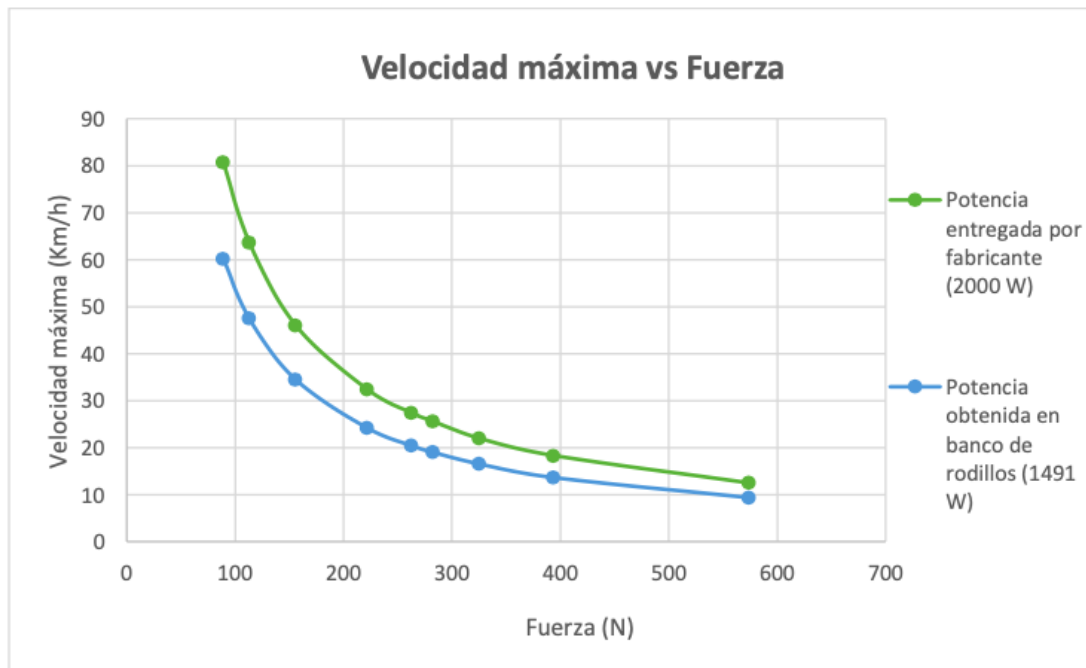


Fig. 3.27. Comparación de velocidades máximas versus fuerza, potencia real vs potencia entregada por fabricante.
Fuente: Autores.

3.8. Obtención de datos de ruta

3.8.1. Procedimiento general de toma de datos

- El primer paso es cargar por completo la batería del scooter por aproximadamente 6 horas con el enchufe conectado directamente a la energía del hogar.
- Posteriormente, una vez cargado el scooter, empleando un multímetro se procede a medir voltaje y amperaje de batería iniciales en cada una de las condiciones.
- Encender el scooter y realizar las pruebas de acuerdo a cada una de las condiciones sin hacer uso de los consumidores (luces).
- Una vez agotada la batería, verificar la distancia recorrida mediante el odómetro de la pantalla LCD, así como el estado de carga de la batería.
- Finalmente, medir voltaje y amperaje de batería para verificar el consumo de la misma durante las pruebas de ruta.

3.8.2. Pruebas de ruta UIDE

- **Con 1 ocupante**

Para corroborar los datos entregados por el fabricante fue necesario obtener datos claros sobre autonomía de batería, velocidades máximas en descenso y ascenso en las condiciones de la ruta deseadas. Para obtener el dato de distancia total de recorrido que equivaldría a la autonomía de la batería, se empleó el odómetro que está integrado en el scooter y se tomó el tiempo de autonomía de batería mediante el cronómetro de un Smartphone.

Tabla 10. Datos obtenidos en prueba de ruta UIDE (1 ocupante).

Distancia de ruta	1.41 km
Distancia total recorrida según odómetro de scooter	+/- 32.4 km
Número aproximado de viajes completos (ascenso y descenso)	11-12
Velocidad promedio de ascenso en pendientes con mayor inclinación	35 km/h
Velocidad promedio	30 km/h
Velocidad máxima en descenso	68 km/h
Velocidad máxima en ascenso	55 km/h

Velocidad mínima obtenida de ascenso	22 km/h
Tiempo de ascenso aproximado	3 min 32 s
Tiempo de descenso aproximado	2 min 11 s
Tiempo de recorrido total aproximado	5 min 43 s
Tiempo total Prueba de ruta	1 h 29 min
Carga adicional soportada (ocupante)	78 kg

Fuente: Autores.

Tabla 11. Voltajes y amperajes de batería ruta UIDE (1 ocupante).

Voltaje inicial	67 V
Voltaje final	53.9 V
Voltaje consumido	13.1 V
Amperaje inicial	2.19 A
Amperaje final	1.73 A
Amperaje consumido	0.46 A

Fuente: Autores.

La distancia total de recorrido obtenido se aleja de los datos que nos entrega en el manual del fabricante, esto debido a que en la ruta de la Universidad Internacional del Ecuador existen variaciones de pendientes positivas que son en donde el motor eléctrico realiza un mayor esfuerzo, empleando cerca del 90% de la potencia del motor eléctrico para ascenso, sin embargo, en el descenso se lograron obtener velocidades máximas de 68 km/h en la tercera marcha. El tiempo y distancia de recorrido total de ruta son relativamente cortos por lo que se sugiere que el scooter se mantenga en carga constante una vez se termine de utilizar.

- **Con 2 ocupantes**

Al momento de realizar la prueba con dos ocupantes en la Universidad Internacional del Ecuador se obtuvo una menor autonomía que con un solo ocupante debido a que la potencia de batería necesaria para el funcionamiento del motor eléctrico es mayor a la potencia nominal de la misma. Por tal motivo en las pendientes positivas con mayor inclinación al momento del ascenso, una vez pasados los 21 km el scooter no puede ascender con dos ocupantes de forma adecuada, en la fig.3.28 se observa ya en superficie plana y con carga de un solo ocupante que aún hay batería, sin embargo, para ascender

Voltaje inicial	67 V
Voltaje final	57.9 V

Voltaje consumido	9.1 V
Amperaje inicial	2.19 A
Amperaje final	1.87 A
Amperaje consumido	0.32 A

Fuente: Autores.

3.8.3. Prueba de ruta Parque La Carolina

- Con 1 ocupante

Tabla 14. Datos obtenidos en prueba de ruta La Carolina (1 ocupante).

Perímetro de prueba de ruta	3644.41 m
Distancia total recorrida según odómetro de scooter	+ - 47.5 km
Número de viajes alrededor del perímetro	12-13
Velocidad máxima de recorrido	68 km/h
Velocidad promedio	45 km/h
Tiempo total de prueba de ruta	2 h 31 min
Carga adicional soportada (ocupante)	78 kg

Fuente: Autores.

Tabla 15. Voltajes y amperajes de batería prueba de ruta La Carolina (1 ocupante).

Voltaje inicial	67 V
Voltaje final	51.3 V
Voltaje consumido	15.7 V
Amperaje inicial	2.19 A
Amperaje final	1.66 A
Amperaje consumido	0.53 A

Fuente: Autores.

- **Con 2 ocupantes**

Una vez obtenidos los datos en la misma ruta, pero en distintas condiciones, se determinó que la autonomía en distancia se redujo casi a la mitad, así como también el tiempo de autonomía disminuyó en aproximadamente una hora, sin embargo, es importante mencionar que estos valores pueden variar de acuerdo a la carga que debe vencer el scooter para partir del reposo, así como las condiciones de terreno en superficies sin pendiente.

Tabla 16. Datos obtenidos en prueba de ruta La Carolina (2 ocupantes).

Perímetro de prueba de ruta	3644.41 m
Distancia total recorrida según odómetro de scooter	+/- 28.2 km
Número de viajes alrededor del perímetro	7-8
Velocidad máxima de recorrido	62 km/h
Velocidad promedio	40 km/h
Tiempo total de prueba de ruta	1 h 27 min
Carga adicional soportada (2 ocupantes)	156 kg

Fuente: Autores.

Tabla 17. Voltajes y amperajes de batería prueba de ruta La Carolina (2 ocupantes).

Voltaje inicial	67 V
Voltaje final	51.6 V
Voltaje consumido	15.4 V
Amperaje inicial	2.19 A
Amperaje final	1.67 A
Amperaje consumido	0.52 A

Fuente: Autores.

4.6. Gráficas de Resultados

La potencia máxima necesaria obtenida mediante cálculos teóricos para selección de motor mostraron que como mínimo eran necesarios 1595 W, sin embargo, se consideró pertinente sobredimensionar este valor y realizar las pruebas con un scooter con motor de 2000 W tal como indicaba el fabricante.

Sin embargo, posterior a los datos obtenidos en pruebas estáticas en el banco inercial de rodillos se verificó que este dato fue sobredimensionado por temas comerciales y la potencia real obtenida fue de 1491 W tal como se visualiza en la Fig. 4.1 este dato obligó a realizar nuevos cálculos teóricos previo a la realización de pruebas dinámicas de ruta.

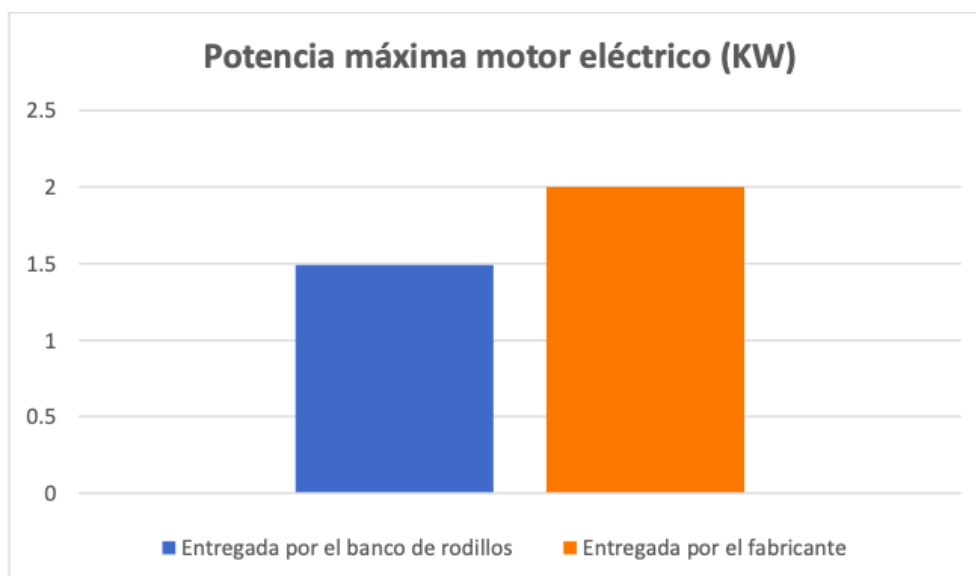


Fig. 4.1. Potencia máxima de motor eléctrico.

Fuente: Autores.

La fig. 4.2 indica que la variación de los tres datos obtenidos es mínima y que el rango promedio de carga completa de la batería es de seis horas por lo que se puede corroborar que la variación de estos datos puede darse por sobredimensionamientos y aproximaciones por temas comerciales. Sin embargo, posterior a descargas completas de batería casi siempre la batería se cargó completamente entre seis horas con cuarenta y cinco o cincuenta minutos. El tiempo mínimo de carga de batería recomendado es de dos horas y media para obtener el 60% de carga, un porcentaje menor de carga representa una deficiencia en el funcionamiento del motor eléctrico.

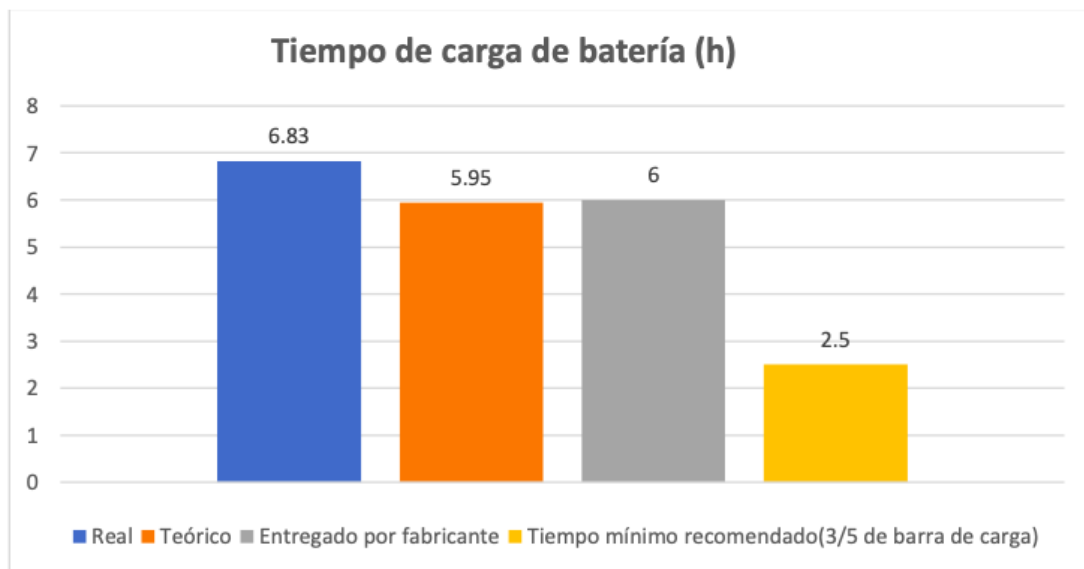


Fig. 4.2. Tiempo de carga de batería.

Fuente: Autores.

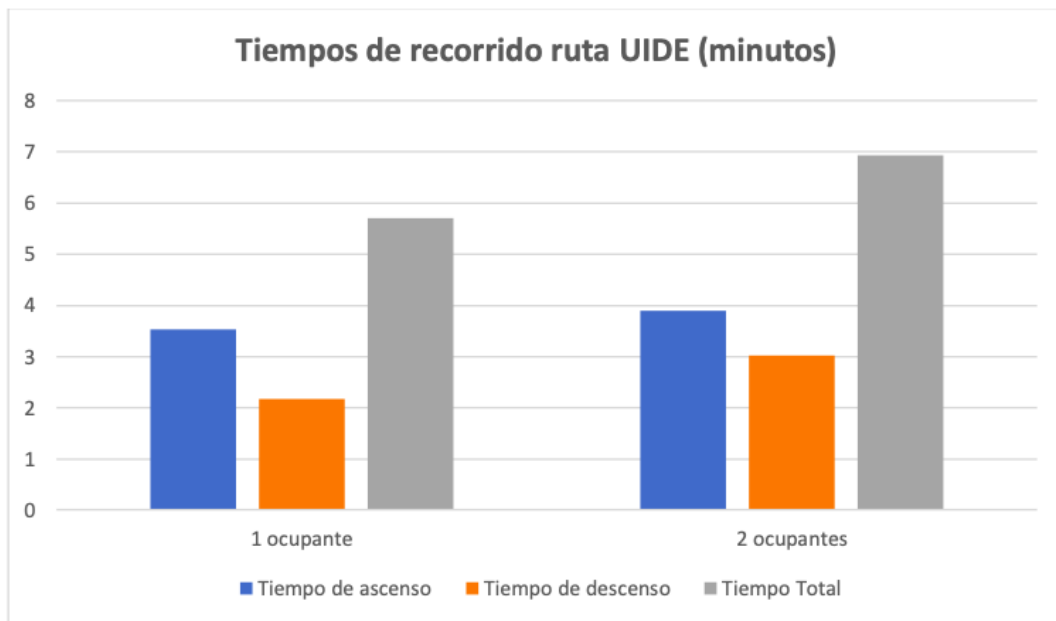


Fig. 4.3. Tiempos de recorrido ruta UIDE.
Fuente: Autores.

El tiempo de autonomía de batería siempre va a variar de acuerdo a las condiciones geográficas a las que el scooter es sometido, conjuntamente con la variación de peso que pueda existir de acuerdo a la cantidad de ocupantes, en este caso es evidentemente claro que la mayor autonomía se logra en condiciones adecuadas en rectas con pendiente cero y con un solo ocupante, la autonomía se verá altamente afectada al recorrer pendientes positivas muy fuertes junto con una carga de dos ocupantes, debido a la exigencia que requiere por parte del motor de vencer la inercia y el peso al que está sometido.

Como indica la fig. 4.4 en donde se puede ver que en La Carolina la autonomía es menor en un 42.5% a la obtenida con un ocupante, mientras que en la ruta UIDE en donde existe una mayor cantidad de pendientes positivas, en la prueba con dos ocupantes existe una reducción de autonomía en un 39.2 % respecto a la obtenida con un solo ocupante.

Tabla 18. Resultados finales posterior a pruebas de capacidad de arranques en pendiente (startability)

Ángulo en (%)	Ángulo en (°)	Velocidades de ascenso (km/h)	
		1 ocup. (78 kg)	2 ocup. (156 kg)
3.49	2	55	43
5.24	3	50	40
8.4	4.8	43	37
13.3	7.58	38	33
16.4	9.31	34	29
17.9	10.15	31	26
21.2	11.97	29	24
26.7	14.95	26	22
40.2	22.97	22	18

Fuente: autores

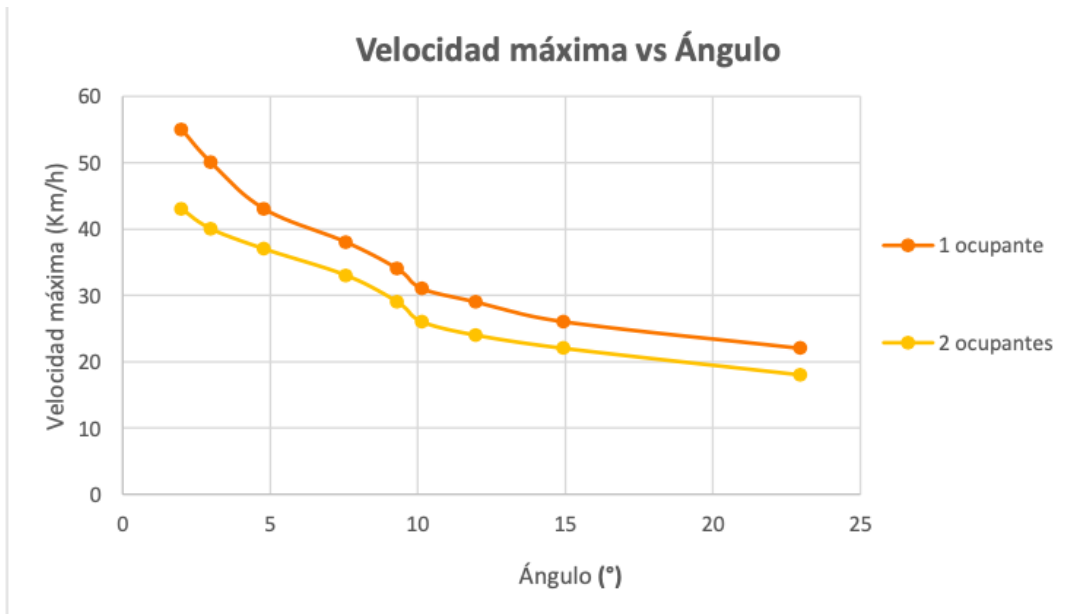


Fig. 4.13. Velocidad máxima vs ángulo en prueba de capacidad de arranque en pendientes
Fuente: Autores.

Así también la tabla 19. Indica los valores de gradeability en base al consumo de voltaje de batería posterior a su descarga completa, así como el tiempo que toma ascender la pendiente con cada uno de los ocupantes con la totalidad de carga de la batería.

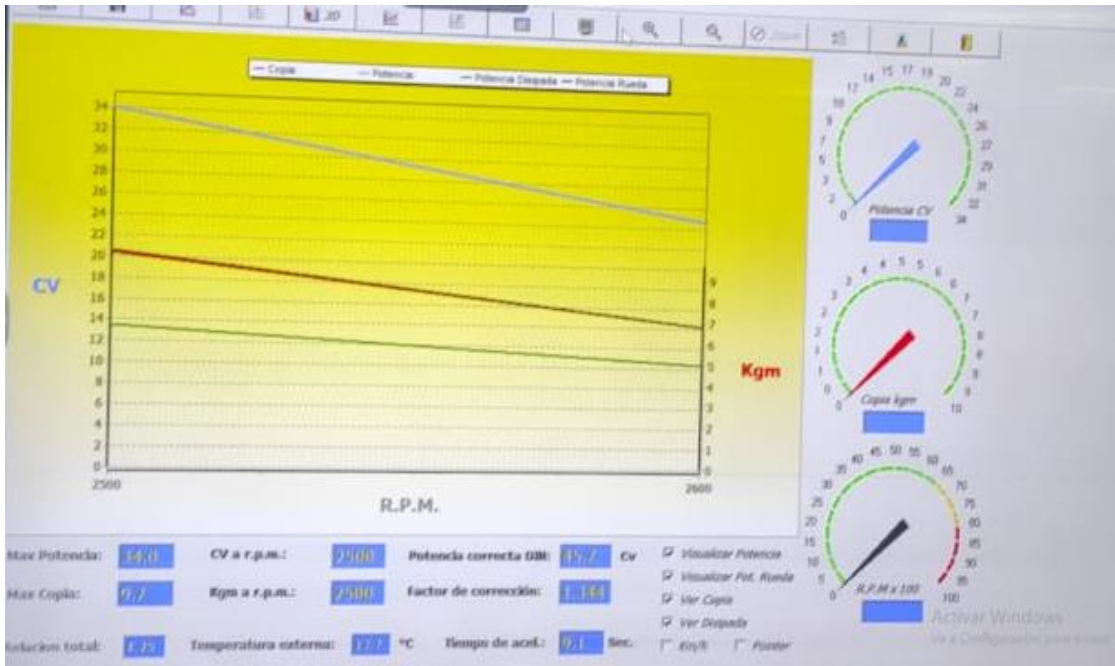
89

Tabla 19. Resultados finales posterior a pruebas de capacidad de ascenso en pendiente (gradeability)

Ángulos mínimos y máximos de pendiente		Velocidades de ascenso		Tiempo total de ascenso (en 1.41 km)		% consumo de voltaje de batería (descarga completa)	
Ángulo en (%)	Ángulo en (°)	1 ocup. (78 kg)	2 ocup. (156 kg)	1 ocup. (78 kg)	2 ocup. (156 kg)	1 ocup. (78 kg)	2 ocup. (156 kg)
3.49	2	55 km/h	43 km/h				
40.2	22.97	22 km/h	18 km/h	212 s	234 s	19.5	13.58

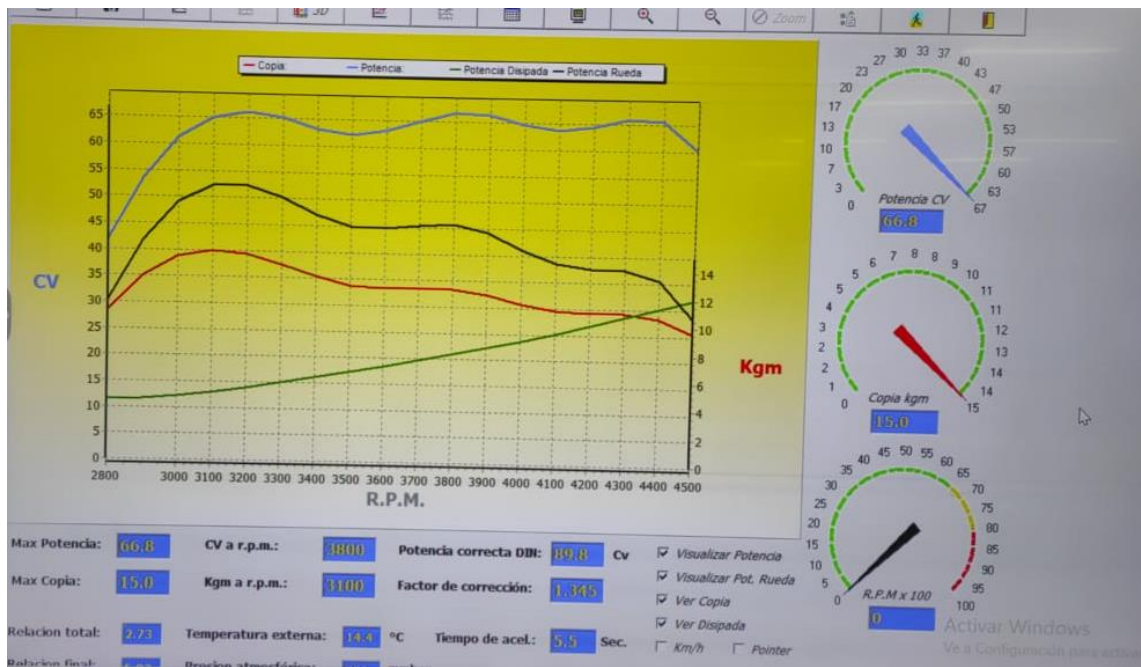
Fuente: autores

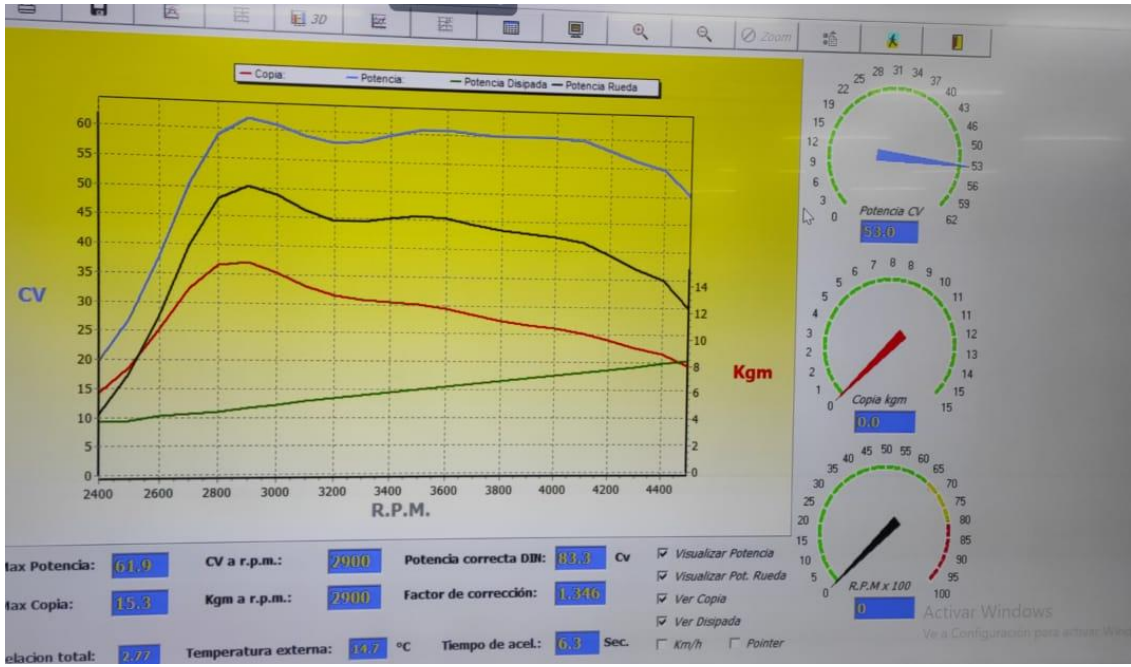
Toma de datos cuarta marcha



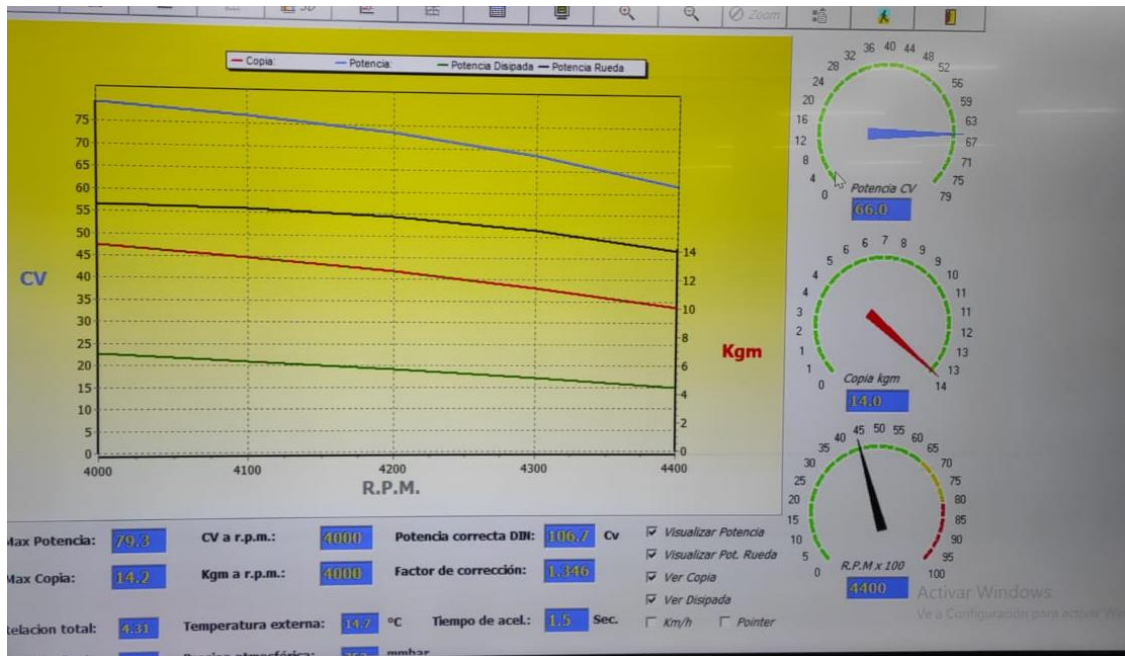


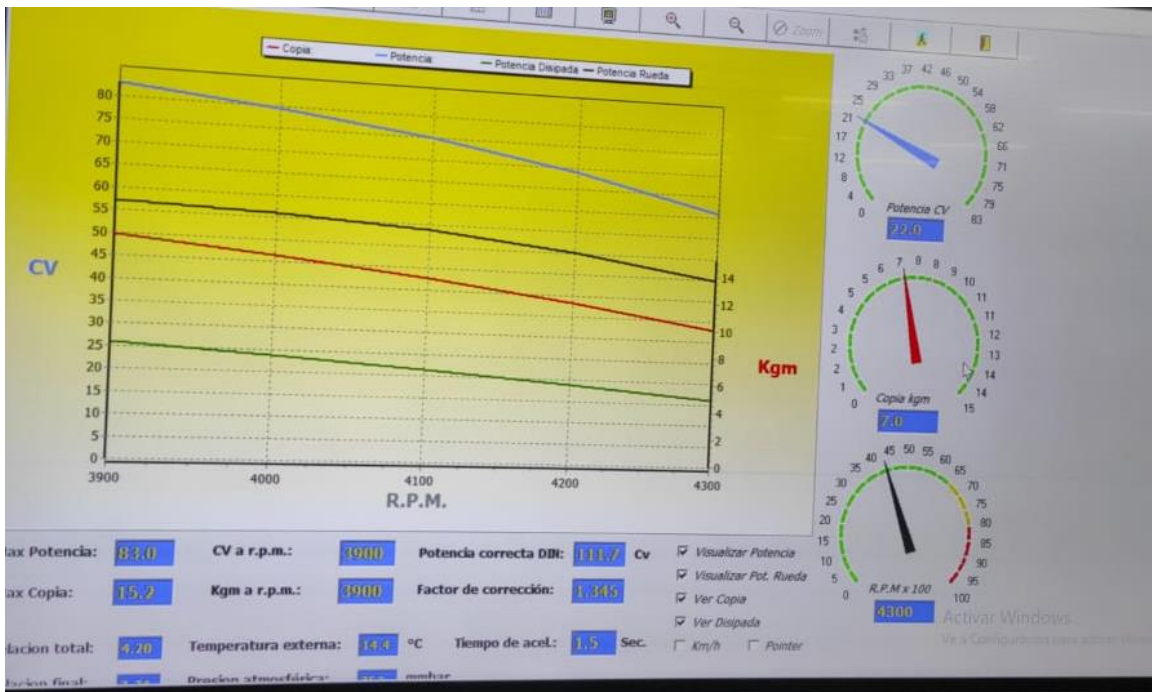
Toma de dato tercera marcha



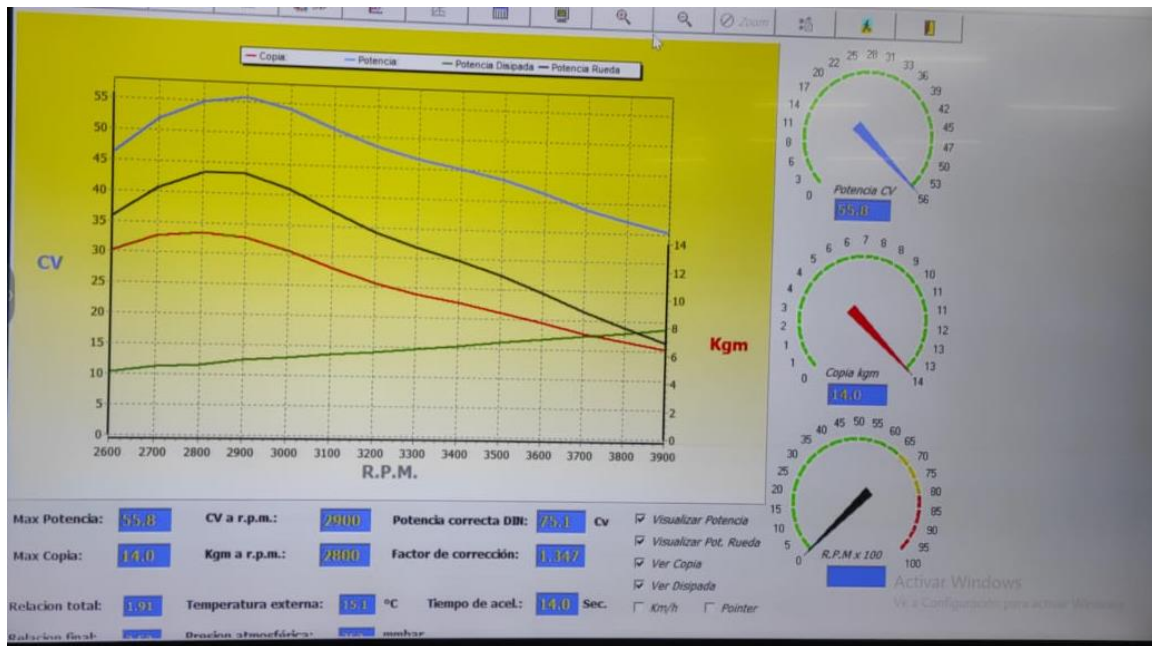


Toma de datos segunda marcha





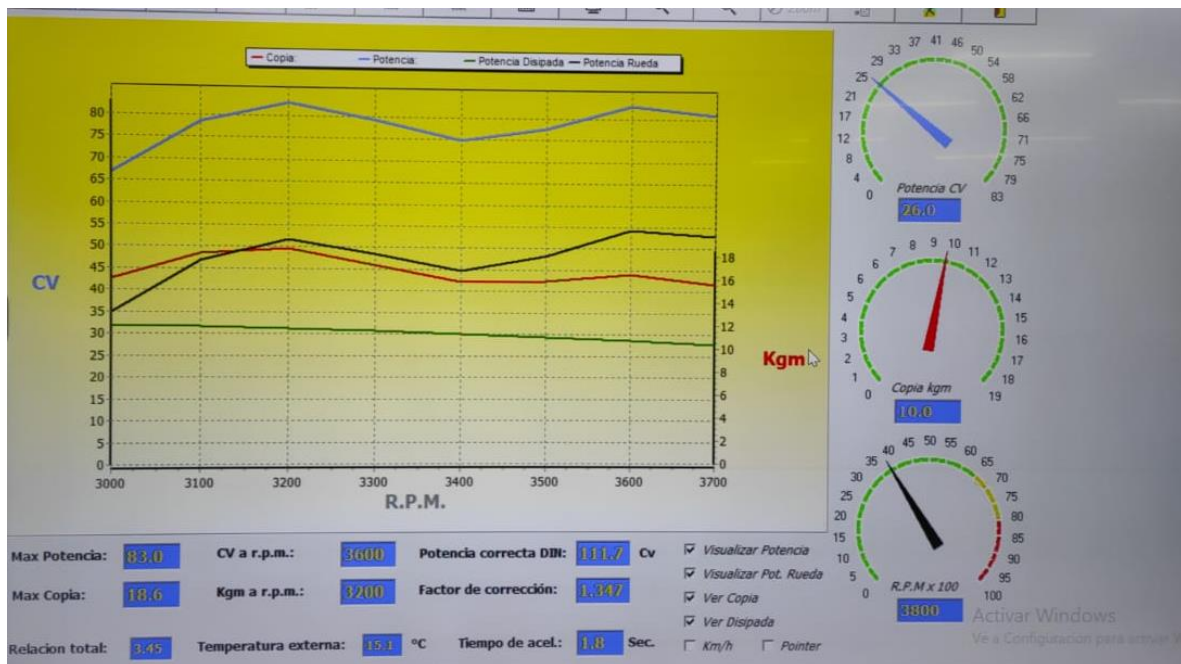
Toma de datos cuarta marcha Max Power



Toma de datos tercera marcha Max Power



Toma de datos segunda marcha Max Power



Principio de Arquímedes

El principio de Arquímedes es un principio físico que afirma: «Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de la masa del volumen del fluido que desaloja». Esta fuerza recibe el nombre de empuje hidrostático o de Arquímedes, y se mide en newtons (en el SI). El principio de Arquímedes se formula así:

$$E = P_e V = \rho_f g V$$

o bien cuando se desea determinar para compararlo contra el peso del objeto:

$$E = -P_e V = -\rho_f g V$$

Donde E es el empuje [N], P_e es el peso específico del fluido [N/m³], ρ_f es la densidad del fluido, V el «volumen de fluido desplazado» por algún cuerpo sumergido parcial o totalmente en el mismo, g la aceleración de la gravedad y m la masa. De este modo, el empuje depende de la densidad del fluido, del volumen del cuerpo y de la gravedad existente en ese lugar. El empuje (en condiciones normales nota 2 y descrito de modo simplificado nota 3) actúa verticalmente hacia arriba y está aplicado en el centro de gravedad del cuerpo; este punto recibe el nombre de centro de carena.

$$E = Pe \cdot V = \rho_f \cdot g \cdot V$$

Donde los valores que vemos en la ecuación son:

- E : es el empuje y se mide en Newtons (N).
- Pe : peso específico del fluido y se mide en Newtons por metro cúbico (N/m³).
- ρ_f : es la densidad del fluido.
- V : volumen del fluido desplazado por el cuerpo que se ha sumergido total o parcialmente.
- g : es la aceleración de la gravedad.

Como puedes comprobar, **la fuerza de empuje depende de la densidad del fluido**, el volumen del cuerpo sumergido y la gravedad.

La fuerza de empuje **siempre actúa en vertical y hacia arriba**, y está aplicada en el centro de gravedad del cuerpo sumergido que, en este caso, se denomina centro de carena.

Formula fuerza de empuje

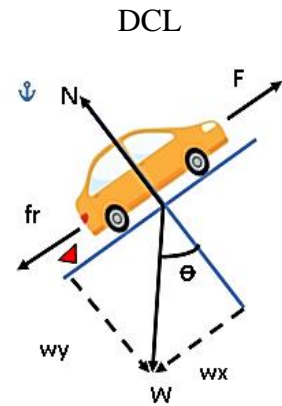
Donde:

Peso total: 570 kg (peso del vehículo + peso de ocupantes)

μr : 0.03 (entre asfalto y llanta)

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\ N - W_y &= 0 \\ N &= W_y \\ N &= mg * \cos\theta \\ N &= 570\text{kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * \cos\theta\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 \\ F - W_x - fr &= 0 \\ F &= W_x + fr \\ F &= mg * \text{sen}\theta + \mu r * N \\ F &= 570\text{kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * \text{sen}\theta + \mu r * N\end{aligned}$$



Remplazando los datos en F

$$F = 570\text{kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * \text{sen}\theta + 0.03 * 570\text{kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * \cos\theta$$

Formula velocidad máxima

$$V_{max} = \frac{P \text{ nominal}}{F}$$

Donde:

P max: Potencia nominal del motor eléctrico (18 000W)

F = Fuerza de empuje

V_{max} : Velocidad máxima

La aceleración, en cambio, es la **variación de la velocidad en el momento del recorrido**. Esto quiere decir que la velocidad que tiene un objeto no siempre será la misma. Cuando se inicia el movimiento, es normal que el objeto comience con una velocidad menor, aumentando poco a poco hasta llegar a un tope, tras el que luego desacelera. La aceleración se representa por lo general con **la letra 'a'**.

La **mecánica newtoniana** (es decir, de Isaac Newton) indica que un objeto siempre va a mantener un movimiento rectilíneo (en línea recta), a menos que otras fuerzas ejerzan una alteración ocasionando un movimiento curvo, ya sea a los lados o hacia arriba.

Para **calcular la aceleración** se deben tener en cuenta dos velocidades: la de inicio y la que sucede después de acelerar, y para eso se utiliza la siguiente fórmula:

- **$a = dV / dt$** (a = aceleración, dV es la diferencia de velocidades y dt es el tiempo en que ocurre la aceleración).

Para definir cada variable, usamos las **siguientes fórmulas**:

- **$dV = V_f - V_i$** (V_f es velocidad final y V_i es velocidad inicial del objeto en movimiento).
- **$dt = t_f - t_i$** (t_f es tiempo final y t_i es tiempo inicial. El tiempo inicial siempre será de 0, al menos que se diga lo contrario, que es cuando se trata de calcular cierta velocidad en un tiempo diferente ya pasado el 0).

Recuerda que la aceleración es una **variación de la velocidad**, por lo que si el objeto mantiene una velocidad constante en realidad no está acelerando.

Estos conceptos sirven para **calcular velocidades y aceleraciones de objetos** tales como vehículos, artículos en movimiento, personas, animales y más. Básicamente, a cualquier cosa que se mueva, se le puede calcular la velocidad y la aceleración siempre y cuando aprendamos las fórmulas correctas.

● Significado de velocidad máxima

El término velocidad máxima, también utilizado a menudo como velocidad max., hace referencia en realidad a dos cosas distintas.

Por un lado y relativo a la fabricación de automóviles, la velocidad máxima es la que un vehículo puede llegar a alcanzar, manteniendo unas condiciones de conducción óptimas y en una carretera que no presente irregularidades extraordinarias.

Es posible identificar la velocidad máxima del vehículo en pruebas de rendimiento, en las que los ingenieros se apoyan también en la precisión del indicador de velocidad del panel de instrumentos.

También se utiliza en conducción el término velocidad máxima o velocidad max. para hacer referencia a los límites de velocidad que la Dirección General de Tráfico o DGT en cada carretera o tramo de la misma.



¿Tienes alguna pregunta?
Estamos encantados de poder ayudarte.

● Velocidad máxima en carreteras españolas

La velocidad máxima es un valor que puede modificarse, en función de lo que el Gobierno considere apropiado. La DGT es la responsable de la comunicación de cualquier cambio, así como de la supervisión de que se cumplan los límites establecidos.

En la actualidad, las carreteras españolas presentan esta velocidad máxima para coches según tipología:

Velocidad máxima en autopista o autovía: 120 Km/h.

Velocidad máxima en carretera convencional: 90 Km/h.

Velocidad máxima en ciudad: 50 Km/h.

A partir de mayo de 2021, la velocidad máxima en vías urbanas con un solo carril por sentido de circulación se reduce automáticamente a 30 Km/h, dejando a cada Ayuntamiento la posibilidad de variar esta velocidad max. de 20 Km/h a 50 Km/h según considere apropiado, dándose las condiciones adecuadas para ello y con la debida señalización en cada caso.

Cabe destacar, además, que la velocidad máxima es diferente en función del vehículo que se conduce, debido a las características, dimensiones y capacidad de cada uno de ellos.

● Velocidad máxima de los vehículos

La velocidad máxima de los vehículos actuales supera con creces la velocidad max. identificada como límite por la DGT.

Existe un debate sobre si las fábricas deberían limitar la velocidad máxima de los vehículos, ya que no solo es ilegal en España conducir a una velocidad más alta de lo establecido por ley, sino que además supone un riesgo para el conductor, sus ocupantes y para el resto de vehículos en circulación y peatones en caso de vías urbanas.

Sin embargo, la existencia de una velocidad máxima tan alta no es, en principio, por voluntad expresa de la casa fabricante.

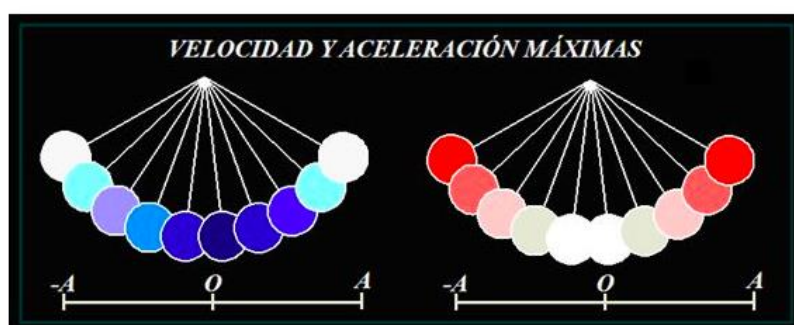
La velocidad máxima de un vehículo viene delimitada por la potencia que consigue el motor, algo que sí mantiene un ascenso los últimos años, en los nuevos modelos de coches.

Además, la velocidad máxima no está limitada en circuitos cerrados, por lo que muchos deportivos y súper deportivos son utilizados en estas pistas, para poder sacar todo el potencial que tienen.

Velocidad máxima y aceleración máxima en el movimiento armónico simple

Imaginemos un péndulo que tiene su movimiento oscilatorio en un lugar (por ahora imposible) donde no haya rozamientos.

Este péndulo (figura siguiente) cuando se acerca al punto de equilibrio y por estar expuesto a la atracción de la Tierra incrementa su velocidad para que pasado este punto comience a decrecer hasta hacerse nula en el punto de máxima amplitud A o $-A$:



Con la aceleración sucede lo contrario. Al aproximarse a uno cualquiera de los extremos, es máxima y su vector de sentido contrario al de la velocidad hasta hacerla que llegue a valer 0.

En cambio cuando la velocidad es máxima, punto de equilibrio, su aceleración es 0 y su valor toma el signo contrario del que tenía antes de llegar a ese punto.

En la figura, cuanto más intenso sea el color azul, mayor será su velocidad y cuanto más intenso sea el color rojo mayor será su aceleración.

Magnitud física	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	Expresada en unidades básicas	Expresada en unidades derivadas
Fuerza	<i>Newton</i>	N	kg·m·s ⁻²	
Presión	<i>Pascal</i>	Pa	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²	N·m ⁻²
Trabajo	<i>Julio, joule</i>	J	m ² ·kg·s ⁻²	N·m
Potencia	<i>Vatio, watt</i>	W	m ² ·kg·s ⁻³	J·s ⁻¹
Carga eléctrica	<i>Culombio, coulomb</i>	C	A·s	
Potencial eléctrico, fuerza electromotriz	<i>Voltio, volt</i>	V	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹	J·C ⁻¹
Resistencia eléctrica	<i>Ohmio, ohm</i>	Ω	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²	V·A ⁻¹
Conductancia eléctrica	<i>Siemens</i>	S	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ²	A·V ⁻¹
Capacitancia eléctrica	<i>Faradio, farad</i>	F	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ²	C·V ⁻¹
Inducción magnética	<i>Tesla</i>	T	kg·s ⁻² ·A ⁻¹	V·s·m ⁻²
Flujo magnético	<i>Weber</i>	Wb	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹	V·s
Inductancia	<i>Henrio, henry</i>	H	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻²	V·A ⁻¹ ·s
Ángulo plano	<i>Radián</i>	rad	m·m ⁻¹	
Ángulo sólido	<i>Estereorradián</i>	sr	m ² ·m ⁻²	
Flujo luminoso	<i>Lumen</i>	lm		cd·sr
Luminosidad	<i>Lux</i>	lx	cd·sr·m ⁻²	lm·m ⁻²
Actividad radiactiva	<i>Becquerel</i>	Bq	s ⁻¹	
Dosis absorbida de radiación ionizante	<i>Gray</i>	Gy	m ² ·s ⁻²	J·kg ⁻¹
Equivalencia de dosis de radiación ionizante	<i>Sievert</i>	Sv	m ² ·s ⁻²	J·kg ⁻¹
Actividad catalítica	<i>Katal</i>	kat	mol·s ⁻¹	
Área	<i>Metro cuadrado</i>	m ²	m ²	m ²
Volumen	<i>Metro cúbico</i>	m ³	m ³	m ³
Velocidad	<i>Metro por segundo</i>	m/s	m·s ⁻¹	m·s ⁻¹
Velocidad angular	<i>Radián por segundo</i>	rad/s	s ⁻¹	rad·s ⁻¹
Aceleración	<i>Metro por segundo al cuadrado</i>	m/s ²	m·s ⁻²	
Momento de fuerza	<i>Newton metro</i>	N·m	m ² ·kg·s ⁻²	
Densidad	<i>Kilogramo por metro cúbico</i>	kg/m ³	kg·m ⁻³	

Newton (unidad)

En física, un **newton**¹ (símbolo: **N**) es la unidad de medida de la fuerza en el [Sistema Internacional de Unidades](#), nombrada de esa forma por las aportaciones de [Isaac Newton](#) a la física, especialmente a la [mecánica clásica](#). Es una [unidad derivada](#) del [Sistema Internacional de Unidades](#) que se compone de las [unidades básicas](#):

$$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Un newton es la cantidad de fuerza aplicada durante un segundo a una masa de un kilogramo para que esta adquiera la velocidad de un metro por segundo respecto a la velocidad colineal que tenía previamente a la aplicación de la fuerza. Las fuerzas tienen carácter vectorial y son la base del estudio de la [dinámica](#), una de las principales ramas que tiene la [mecánica](#).

En 1946, la VIII [Conferencia General de Pesos y Medidas](#) (CGPM), resolución 2, normalizó la unidad de fuerza del sistema MKS de unidades como la fuerza necesaria para proporcionar una [aceleración](#) de un 1 m/s² a un objeto de 1 kg de [masa](#).² La IX CGPM, de 1948, adoptó el nombre de «newton» en su resolución 7.³

MANUAL DE OPERACIÓN

VEHÍCULO ELÉCTRICO DATSUN 108V



Por: Ayrton Mora y Alex Llano

Antes de encender el vehículo se recomienda al operario leer las instrucciones y recomendaciones para evitar daños.



El vehículo está equipado con una batería de 108 voltios DC, el mismo que puede ser peligroso para la salud de los ocupantes. Se debe usar guantes de especiales para operar los conectores del vehículo.



Verificar que la batería de 12 voltios este conectada.



Supervisar la carga del vehículo eléctrico esta tiene que ser superior al 70%, si el vehículo tiene 20% de carga se sugiere recargarlo antes de operar, evitar que la carga del vehículo llegue al 5% o menor porcentaje de batería.



Verificar el sistema eléctrico y el sistema de frenos que funcionen correctamente.

ENCENDIDO

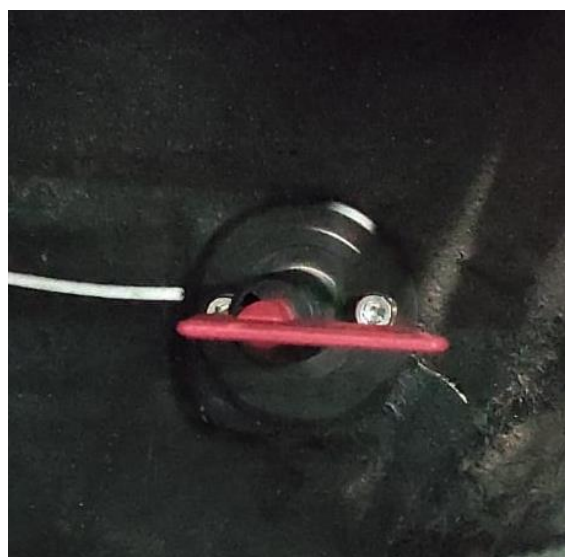
1. Verificar que el conector tipo Anderson de la batería de 108v hacia el motor esté conectado (conector etiquetado como "MOTOR" en la carcasa de la batería de 108v) y verificar que los bornes de la batería de 12v estén conectados. Se recomienda usar guantes adecuados



2. Girar el cortacorriente o swich master ubicado en la parte delante del copiloto (debajo de la guantera), colocar en la posición "ON".

En la primera imagen se inserta el swich.

En la segunda imagen se observa el swich en la posición "ON".



3. Verificar el selector de giro en el tablero central, que este se encuentre en la posición neutro “N”.



4. Encender el display central presionando cualquiera de los dos botones. Presionar una vez y enseguida una segunda vez manteniendo esta última presionada por algunos segundos hasta que se encienda la pantalla.



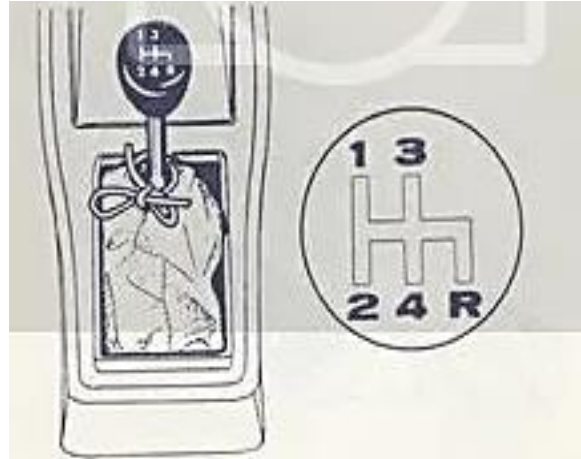
5. Presionar el pedal de freno accionar los dos interruptores de color rojo hacia arriba, colocar en la posición “ON” y “FAN”. Si se desea máxima potencia accionar hacia arriba el interruptor “MAX POWER”

Nota: Solo en el interruptor “FAN” se enciende una luz polito de color rojo.



OPERACIÓN

6. Con la palanca de marcha colocar en primera, segunda, tercera o cuarta. Se recomienda usar en segunda o en tercera marcha ya que tendrá mayor fuerza



7. Una vez seleccionada la marcha, girar el selector de giro y poner en drive "D" para avanzar, o en "R" retro para retroceder, liberar el freno de mano del vehículo y conducir.
Nota: Realizar los cambios de sentido únicamente con el selector de giro. Detener el vehículo por completo para cambiar de "D" a "R" o viceversa.



APAGADO

8. Detener el vehículo por completo y accionar el freno de mano, colocar el selector del giro en neutro "N". Accionar los dos interruptores de color rojo hacia abajo y el "MAX POWER" en caso de haber sido activado.



9. Girar el corta corriente en sentido anti horario, a la posición "OFF" y retirar. Esta corta corriente permanece en la posición "ON" durante su funcionamiento, pero al finalizar el día se debe retirar.



10. En caso de que no se vaya a utilizar el vehículo por un largo periodo, se recomienda desconectar el conector tipo Anderson de la batería de 108V del vehículo conector etiquetado como "MOTOR" en la carcasa de la batería de 108v.
Nota: utilizar guantes apropiados para este procedimiento y proteger los pines del conector de la batería con un aislante.



CARGA

11. Conectar el cargador en el puerto de carga del vehículo (ubicado en la tapa de gasolina original del vehículo). Conectar el otro extremo en un toma corriente de 110v.
- Nota:* el cargador empezara a cargar la batería de 108v. En el indicador de carga ubicado al lado izquierdo de los interruptores del tablero central, se evidencia el estado de carga de la siguiente manera:

Parpadeo verde-rojo -carga menor a 80%

Parpadeo verde-amarillo carga mayor a 80%

Parpadeo verde-verde carga al 100%

Nota: el cargador carga un aproximado de 10% por hora a 110v.

Nota: En el display central se puede observar el porcentaje de carga con mayor exactitud.

Nota: Cuando el vehículo está cargando, el ventilador del cargador y una luz piloto de color verde se enciende.

