



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería automotriz

Determinación de torque, potencia y capacidad de aceleración en un vehículo con filtro de aire original usado, nuevo y un filtro de aire K&N de mayor flujo

Autor:

Martin Esteban Arízaga Mora

Tutor:

Ing. Gustavo Álvarez C

Cuenca-Ecuador

2023

ÍNDICE

I. Introducción.....	4
A. Objetivo general:	5
B. Objetivos específicos:	5
II. Estado del arte y Marco Teórico:.....	5
A. Funcionamiento del motor de combustión interna de ciclo Otto.....	5
B. El torque y potencia en el motor de combustión interna	5
1) Torque.....	5
2) Potencia	6
C. Razones para aumentar potencia y torque.....	6
D. Filtro de aire de mayor flujo	6
1) Filtro de aire de alto flujo K&N	6
E. Capacidad de aceleración.....	6
F. Dinamómetro de chasis	6
III. Materiales y métodos	6
A. Vehículo utilizado	7
B. Dinamómetro.....	7
C. Filtros	7
IV. Resultados.....	7
V. Conclusiones y Recomendaciones.....	8
VI. Referencias.....	8

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 Esquema para la obtención del torque motor.....	5
FIG. 2 Vehículo asegurado en el dinamómetro.....	7
FIG. 3 Filtro de aire original.....	7
FIG. 4 Filtro de aire de mayor flujo.....	7
FIG. 5 Valores obtenidos de potencia con cada filtro.....	7
FIG. 6 Valores obtenidos de torque con cada filtro.....	7
FIG. 7 Resultados de capacidad de aceleración con cada filtro.....	8

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. Especificaciones técnicas del vehículo de prueba.....	5
--	---

“Determinación de torque, potencia y capacidad de aceleración en un vehículo con filtro de aire original usado, nuevo y un filtro de aire K&N de mayor flujo”

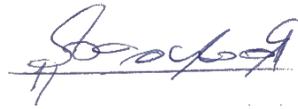
RESUMEN

Dentro del mundo automotriz deportivo, se busca el aumento de potencia y torque para alcanzar mayores velocidades. Esto se puede lograr mediante modificaciones en piezas y sistemas del vehículo. Empresas como K&N fabrica productos para mejorar el desempeño del vehículo, como el filtro de aire de mayor flujo fabricado con fibras de algodón que facilitaría el paso de hasta un 50% más de aire en relación al filtro original fabricado de papel; esto permitiría obtener mayor potencia ya que la computadora utilizará más combustible para compensar la mezcla, mejorando el desempeño del vehículo. Esta investigación determina el porcentaje de variación de torque, potencia y capacidad de aceleración con el filtro original usado (15.000 km), nuevo y filtro cónico K&N nuevo. La variación entre los mejores escenarios con los filtros nuevos fue aproximadamente de 1%. En cambio, al comparar los filtros nuevos con el filtro recorrido 15.000 km son superiores aproximadamente 2%; de esta forma se puede puntualizar que es importante realizar el cambio de filtro de aire en el tiempo sugerido por el fabricante.

Palabras clave: filtro de aire, potencia, torque, capacidad de aceleración, dinamómetro de chasis



Ing. Gustavo Álvarez Coello
Director



Ing. Robert Rockwood Iglesias
Coordinador de Escuela



Martin Esteban Arizaga Mora
Autor

“Determining torque, power and acceleration capacity on a vehicle with originally used air filter, original new air filter and higher flow K&N air filter”

ABSTRACT

Within the sports automotive world, the increase in power and torque is sought to reach higher speeds. This can be accomplished through modifications to vehicle parts and systems. Companies like K&N manufacture products to improve the performance of the vehicle, such as the higher flow air filter made with cotton fibers that would facilitate the passage of up to 50% more air than the original filter made of paper; this would allow more power to be obtained since the computer will use more fuel to compensate for the mixture, improving the performance of the vehicle. This investigation determines the percentage of variation of torque, power and acceleration capacity with the originally used filter (15,000 km), the original new and the new K&N conical filter. The variation between the best scenarios with the new filters was approximately 1%. On the other hand, when comparing the new filters with the filter driven 15,000 km, they are approximately 2% higher; In this way, it can be pointed out that it's important to change the air filter at the time suggested by the manufacturer.

Keywords: air filters, power, torque, acceleration capacity, chassis dynamometer



Ing. Gustavo Álvarez Coello
Director of the Degree Project



Ing. Robert Rockwood Iglesias
Coordinator of the School



Martín Esteban Arizaga Mora
Author

Translated by



Martín Esteban Arizaga Mora



Determinación de torque, potencia y capacidad de aceleración en un vehículo con filtro de aire original usado, nuevo y un filtro de aire K&N cónico de mayor flujo

Martín Esteban Arízaga Mora

Escuela de Ingeniería Automotriz, Universidad del Azuay

Cuenca, Ecuador

`martin.esteban@es.uazuay.edu.ec`

Resumen— Dentro del mundo automotriz deportivo, se busca el aumento de potencia y torque para alcanzar mayores velocidades. Esto se puede lograr mediante modificaciones en piezas y sistemas del vehículo. Empresas como K&N fabrica productos para mejorar el desempeño del vehículo, como el filtro de aire de mayor flujo fabricado con fibras de algodón que facilitaría el paso de hasta un 50% más de aire en relación al filtro original fabricado de papel; esto permitiría obtener mayor potencia ya que la computadora utilizará más combustible para compensar la mezcla, mejorando el desempeño del vehículo. Esta investigación determina el porcentaje de variación de torque, potencia y capacidad de aceleración con el filtro original usado (15.000 km), nuevo y filtro cónico K&N nuevo. La variación entre los mejores escenarios con los filtros nuevos fue aproximadamente de 1%. En cambio, al comparar los filtros nuevos con el filtro recorrido 15.000 km son superiores aproximadamente 2%; de esta forma se puede puntualizar que es importante realizar el cambio de filtro de aire en el tiempo sugerido por el fabricante.

Palabras clave: *filtro de aire, potencia, torque, capacidad de aceleración, dinamómetro de chasis*

Abstract— Within the sports automotive world, the increase in power and torque is sought to reach higher speeds. This can be accomplished through modifications to vehicle parts and systems. Companies like K&N manufacture products to improve the performance of the vehicle, such as the higher flow air filter made with cotton fibers that would facilitate the passage of up to 50% more air in relation to the original filter made of paper; this would allow more power to be obtained since the

computer will use more fuel to compensate for the mixture, improving the performance of the vehicle. This investigation determines the percentage of variation of torque, power and acceleration capacity with the original used filter (15,000 km), original new and new K&N conical filter. The variation between the best scenarios with the new filters was approximately 1%. On the other hand, when comparing the new filters with the filter driven 15,000 km, they are approximately 2% higher; In this way, it can be pointed out that it's important to change the air filter at the time suggested by the manufacturer.

Keywords: *air filters, power, torque, acceleration capacity, chassis dynamometer*

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito automotriz deportivo, el aumento de potencia y torque es un objetivo para aumentar la velocidad y aceleración de los vehículos. Esto se puede lograr modificando las piezas del motor, implementando un turbo cargador o modificando los sistemas principales (admisión, escape, transmisión, entre otros), pero ¿se puede aumentar la potencia y torque cambiando el filtro de aire original a uno de mayor flujo?

Como estrategia de comercialización de filtros de alto flujo K&N en Bogotá, Colombia, se expresa que estos incrementan la potencia 7% [1]. Pero según Prieto [2] la ganancia que produce un filtro de aire de alto flujo es 4,3 caballos y los valores de torque también incrementan proporcionalmente. AUTODOC [3] menciona que, cambiando un filtro de aire estándar a uno de mayor flujo, la aceleración aumenta entre 6 y 11%. Mitsubishi [4] manifiesta que el filtro de aire se debe cambiar cada 15 000 km y que un filtro de aire

sucio puede provocar menos potencia del vehículo. Al haber diferentes resultados en cuanto al valor de potencia y torque con los diferentes filtros, surge la pregunta ¿varía la potencia, torque y capacidad de aceleración cambiando el filtro original por uno de mayor flujo?

A. Objetivo general:

Determinar la potencia, torque y capacidad de aceleración de un vehículo Renault Sandero 2014 cambiando el filtro de aire original usado a uno nuevo y a un filtro de aire de mayor flujo K&N y comparar los valores obtenidos.

B. Objetivos específicos:

- Determinar la potencia y torque del vehículo con los filtros originales usado, nuevo y con un filtro K&N de mayor flujo.
- Calcular la capacidad de aceleración del vehículo con los filtros originales del vehículo y filtro de mayor flujo bajo la norma SAE J1491.
- Comparar los resultados de potencia, torque y capacidad de aceleración con cada filtro.

II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO:

A. Funcionamiento del motor de combustión interna de ciclo Otto

En un motor de combustión interna de ciclo Otto de 4 tiempos, el objetivo es obtener energía mecánica a partir de energía química. Esto es posible con 4 fases o tiempos: admisión, la válvula de admisión se abre y el cilindro aspira la mezcla de aire y combustible; compresión, en este tiempo la válvula de admisión se cierra y el pistón comprime la mezcla de aire y combustible; combustión, durante esta fase, la mezcla de aire y combustible explota y la potencia de la explosión mueve el pistón hacia abajo; escape, los gases de combustión en los cilindros son expulsados a través de válvulas de escape [5]

Este trabajo se enfoca en el tiempo de admisión y está constituido por elementos que permiten que esta fase se lleve a cabo como el filtro de aire, que es el que retiene partículas evitando su ingreso en los cilindros, ya que si esto ocurre podría contaminar la mezcla dañando las piezas internas del motor y reduciendo su eficiencia. El filtro y su cuerpo, además de su efecto acústico, sirve para optimizar la ruta del flujo de aire. Lo ideal aquí es la distribución sea lo más uniforme posible. La velocidad del aire perpendicular al elemento del filtro debe ser homogénea en toda el área de la superficie del filtro; cuando esto no ocurre, hay una mayor pérdida de presión en el elemento filtrante y se degrada la eficiencia del motor [6]. También un elemento importante es el múltiple de admisión, que distribuye la mezcla de aire y combustible de manera uniforme en cada cilindro. El sensor MAF mide la cantidad de aire que aspira el motor, y generalmente se instala con un sensor de temperatura del aire de

admisión que envía la información a través de una conexión eléctrica a la computadora del automóvil. Por último, el cuerpo de mariposa que se encarga de controlar el flujo de aire al colector de admisión con un acelerador que se abre y cierra cuando según la posición el acelerador [7].

B. El torque y potencia en el motor de combustión interna

1) Torque

La combustión de la mezcla aire con combustible aumenta la presión y la temperatura dentro de los cilindros del motor debido a la acción de la chispa producida por la bujía. Esta presión interna, como se puede visualizar en la Fig. 1, a su vez crea un empuje F en el pistón para empujarlo, lo que da como resultado el mecanismo biela-cigüeñal de un motor de combustión interna alternativo, donde el movimiento lineal del pistón dentro del cilindro se traduce en movimiento circular por acción del cigüeñal. La fuerza que actúa sobre el pistón es proporcional a la presión media efectiva durante la carrera de expansión (Genta) [8], que depende de qué tan bien se llene el cilindro, la relación de compresión, el desplazamiento y la eficiencia de la combustión. En la Fig. 1, la fuerza F que actúa sobre el pistón se descompone en la fuerza F_b que actúa sobre la cabeza de la biela y la fuerza F_n que produce un empuje lateral sobre la pared del cilindro.

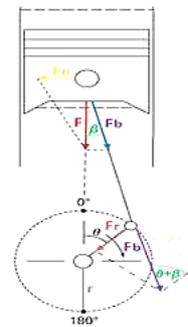


Fig. 1 Esquema para la obtención del torque motor [9]

Así, el producto F_b por el radio r de la manivela determina el torque motor representado en la Ecuación (1).

$$T = F_b * r \quad (1)$$

T = Torque del motor (N.m)

F_b = Fuerza sobre la biela (N)

r = Radio de la manivela del cigüeñal (m)

La fuerza que produce el torque es variable que, en un motor de cuatro tiempos, es máxima durante la fase de combustión y su posterior expansión en el cilindro, y el torque es negativo durante las demás fases. El rendimiento del motor no siempre es el mismo durante la fase de trabajo, ya que depende de la velocidad de giro y por tanto del empuje producido. A bajas

revoluciones, la combustión de la mezcla no es óptima debido a la baja inercia del gas; es decir, se produce un llenado y vaciado insatisfactorio del cilindro. En cambio, si el motor está funcionando a alta velocidad, el llenado del cilindro no es completo debido al poco tiempo que tiene el gas para ocupar todo el espacio disponible. Además, desde el punto óptimo de revoluciones por minuto del motor, mientras se quema más combustible y se obtiene más potencia a través de la aceleración, se reduce el torque.

2) Potencia

La potencia expresa cuantas veces está disponible el torque en el tiempo, es decir, con qué velocidad se puede disponer del torque. La potencia desarrollada por un motor depende de la relación de compresión y de la cilindrada, ya que a mayores valores de estas le corresponde mayor explosión y más fuerza aplicada al pistón; también depende de las revoluciones por minuto a las que gira el motor. La potencia puede ser determinada mediante la Ecuación (2).

$$P = T * \omega = \frac{T \cdot n}{\frac{60}{2\pi}} \quad (2)$$

P = Potencia del motor (kW)

T = Torque (N.m)

ω = Velocidad angular del eje del cigüeñal (rad/s)

n = Revoluciones por minuto (rpm)

Después de obtener la potencia máxima del motor, el exceso de revoluciones ocasiona que la potencia disminuya debido a que el sistema de inyección de combustible tiene un límite operativo, superado el mismo, no tiene precisión suficiente para inyectar el combustible eficazmente; además, el sistema de distribución no puede abrir y cerrar las válvulas con la suficiente velocidad para que los gases de escape y de admisión fluyan eficientemente [10]. En fichas técnicas de los vehículos normalmente se especifican la potencia en caballos de fuerza o caballos de vapor, las equivalencias entre unidades de potencia son las siguientes:

1 CV (Caballo de vapor) = 0,736 kW

1 kW (Kilo Watt) = 1,36 CV [11].

C. Razones para aumentar potencia y torque

En el ámbito automotriz deportivo, al aumentar la potencia, se puede llegar a mayores velocidades. Por otro lado, el aumento de torque, permite un arranque más rápido [12].

D. Filtro de aire de mayor flujo

Permite el paso de una mayor cantidad de aire y la unidad de control del motor utilizará más combustible para compensar la mezcla, por lo que el motor producirá más potencia [3].

1) Filtro de aire de alto flujo K&N

Durante Para Fortune Business Insights, K&N es una de las principales empresas en ventas de filtros de aire. Estos filtros están fabricados de algodón y permiten hasta un 50 % más de flujo de aire que los filtros de papel tradicionales, y más flujo de aire significa más potencia y torque [13].

K&N, nombra varios factores que intervienen en los valores de potencia y torque en el dinamómetro, estos son: consistencia de los parámetros de prueba, presión de las llantas, condición del vehículo, condiciones atmosféricas y ya que la potencia y torque disminuye con la altitud debido a que la presión en el cilindro es menor respecto a la que se obtiene a nivel del mar a lo largo de todo el ciclo del motor, se utiliza factores de corrección bajo la norma SAE J1345 consiste en que las condiciones estándar de prueba son: aire seco a 25°C, presión atmosférica de 99 kPa y 0% de humedad [14].

E. Capacidad de aceleración

Esta prueba consiste en registrar el tiempo total para que un vehículo alcance cierta velocidad partiendo del reposo en un terreno plano. SAE estableció una norma SAE J1491 para estandarizar las condiciones de esta prueba, que son: temperatura ambiente, entre -1 y 32 °C; condiciones climatológicas, las pruebas no se pueden realizar durante condiciones de niebla o lluvia; velocidad del viento, las pruebas no se pueden realizar cuando las velocidades del viento promedio son más de 24 km / h; el camino debe ser recto y la carretera debe estar seca, limpia, lisa y no debe exceder el 0.5% de grado de pendiente; también se tiene en cuenta la limitación de velocidad, si se ejecuta en carreteras públicas o carreteras, la velocidad no debe exceder el límite de velocidad establecido por la ley [15].

F. Dinamómetro de chasis

Es un instrumento que permite obtener la potencia y torque en rueda de los vehículos; para esto dispone de uno o más rodillos sobre los que se asientan las ruedas del vehículo y estas impulsan el o los rodillos que se encuentran acoplados a la unidad de absorción de potencia. Conforme el motor transmite potencia a las ruedas estas movilizan los rodillos, los cuales son frenados por la unidad de absorción de potencia para poder simular una condición específica de carga sobre el motor. El dinamómetro puede tener diferente porcentaje de carga según la resistencia que ejerce.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se aseguró el vehículo en el banco de pruebas como se muestra en la Fig. 2, se conecta el sensor de rpm del dinamómetro en la patea del cigüeñal del vehículo, se enciende el motor y cuando este alcance su temperatura normal de funcionamiento (80-90 °C) según el tablero del vehículo se realizó una primera prueba de aceleración para determinar la velocidad en rueda y motor con la que el vehículo está cerca de

alcanzar el corte de inyección en cuarta marcha (relación de transmisión directa), en este caso fue 145 [km/h] y se determinó que en esta misma marcha a una velocidad de 45 [km/h] se tiene una velocidad en el motor de aproximadamente 2.000 rpm; con este rango de velocidad del motor y rueda se determinará la potencia y torque máximo. Es así entonces que se arranca el vehículo y al alcanzar una velocidad de 45 [km/h] se engrana cuarta marcha, se acelera con la máxima apertura de la mariposa de aceleración hasta alcanzar una velocidad de 145 [km/h]; de esta manera se hicieron las 12 pruebas con cada filtro de aire, 3 por cada porcentaje de carga del dinamómetro (0, 8, 10, 12%).

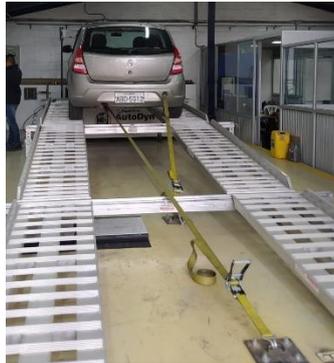


Fig. 2 Vehículo asegurado en el dinamómetro

Se hicieron 36 pruebas de capacidad de capacidad de aceleración y se pudo registrar el tiempo en alcanzar una velocidad de 90 [km/h] con el software “GPS Logger”, que registra coordenadas GPS, velocidad y distancia cada segundo.

Para estas pruebas se utilizó como combustible gasolina Eco-país de 85 octanos.

Por otro lado, se ejecutaron 36 pruebas de capacidad de capacidad de aceleración y se pudo registrar con la aplicación “GPS Logger”, que registra coordenadas GPS, velocidad y distancia cada segundo.

Para estas pruebas se utilizó como combustible gasolina Eco-país de 85 octanos.

A. Vehículo utilizado

En la TABLA I se detallan las especificaciones del vehículo a utilizar.

TABLA I.
Especificaciones técnicas del vehículo de prueba

Denominación	Descripción
Marca	Renault
Modelo	Sandero
Año de fabricación	2014
Cilindrada total	1,6 L
Potencia máxima	85@ 5250 rpm
Torque máximo	131@ 2750 rpm

B. Dinamómetro

Para determinar los valores de potencia y torque se utilizó un dinamómetro de chasis SuperFlow AutoDyn

30 que tiene un rodillo de 76,2 cm, soporta una potencia máxima de 2.200 [hp], peso máximo de 3.629 [kg] velocidad máxima de 362 [km/h] [16].

C. Filtros

Los filtros a utilizar, como se muestran en la Fig. 3 y Fig. 4 son filtro de aire original usado 15.000 [km], filtro de aire original nuevo y filtro de aire de mayor flujo.



Fig. 3 Filtro de aire original



Fig. 4 Filtro de aire de mayor flujo

IV. RESULTADOS

En la Fig. 5 y Fig. 6 se muestran los valores obtenidos de potencia y torque respectivamente con el dinamómetro de chasis.

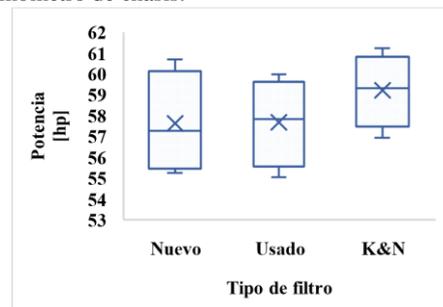


Fig. 5 Valores obtenidos de potencia con cada filtro

Con el filtro nuevo se obtiene una potencia de $57,62 \pm 2,4$ [hp]; filtro usado $57,68 \pm 1,85$ [hp] y filtro de mayor flujo $59,21 \pm 1,73$ [hp].

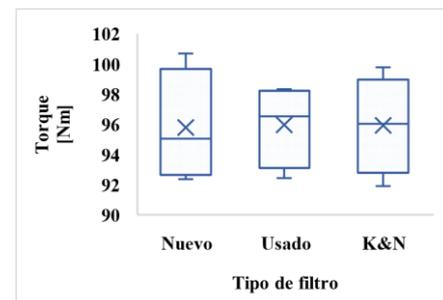


Fig. 6 Valores obtenidos de torque con cada filtro

Con el filtro nuevo se obtiene un valor de torque de $95,79 \pm 3,65$ [Nm]; filtro usado $95,96 \pm 2,69$ [Nm] y filtro de mayor flujo $95,94 \pm 3,18$ [Nm].

En la Fig. 7 se detallan los resultados obtenidos de capacidad de aceleración del vehículo con cada filtro.

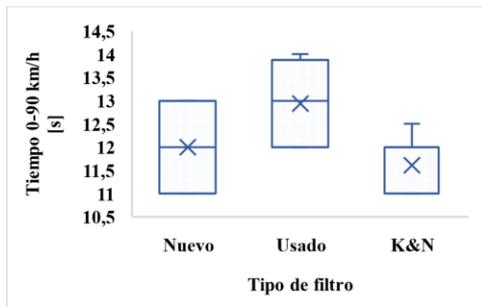


Fig. 7 Resultados de capacidad de aceleración con cada filtro

Se puede alcanzar una velocidad de 90 km/h partiendo del reposo en $12 \pm 0,39$ segundos con el filtro nuevo, $12,94 \pm 0,59$ segundos con el filtro usado y $12 \pm 0,72$ segundos con el filtro K&N.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó el valor de torque, potencia y capacidad de aceleración con los diferentes filtros, donde no existe variación considerable para que esta única modificación sea la opción principal para aumentar potencia y torque en el vehículo.

La variación entre los mejores escenarios entre los filtros nuevos fue aproximadamente de 1%. En cambio, al comparar los filtros nuevos con el filtro recorrido 15.000 km son superiores aproximadamente 2%; por lo cual, es importante realizar el cambio de filtro de aire en el tiempo sugerido por el fabricante. Al mismo tiempo, este particular podría afectar al consumo de combustible, lo cual se plantea como un trabajo en el futuro conjuntamente con la determinación de parámetros en el sistema de admisión como: flujo másico y temperatura del fluido. Finalmente, otro ámbito a considerar podría ser el cambio del sonido con la instalación de los diferentes filtros.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo investigativo se pudo desarrollar gracias al apoyo de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad del Azuay, especialmente al Ing. Gustavo Álvarez Coello, Mgt y al Ing. Pablo Paredes Castro, Mgt quién fue un apoyo en el uso del dinamómetro para la obtención de torque y potencia del vehículo.

VI. REFERENCIAS

[1] A. María, A. Arbeláez, and J. Esteve Gómez, ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN PARA FILTROS DE AIRE PREMIU M EN COLOMBIA,” 2005, Accessed: Apr. 27, 2022. [Online]. Available:

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/22162/u262160.pdf?sequence=1>

- [2] Á. Prieto, “¿Dan los filtros de aire de alto rendimiento más potencia?,” Jan. 18, 2019. <https://www.autonocion.com/filtros-de-aire-de-alto-rendimiento-mas-potencia/> (accessed May 25, 2022).
- [3] AUTODOC, “Filtro de aire deportivo: Qué es y su importancia,” Sep. 22, 2020. <https://club.autodoc.es/magazin/filtro-de-aire-deportivo-que-es-y-su-importancia> (accessed May 25, 2022).
- [4] Mitsubishi, “¿Cuándo se debe cambiar el filtro de aire del auto?,” Feb. 24, 2022. <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/cuando-cambiar-filtro-aire-auto/#Tu-auto-parece-tener-menos-potencia> (accessed Jun. 26, 2022).
- [5] Kia, “¿Cómo funcionan los motores de los automóviles?,” May 16, 2022. <https://www.kia.com/cr/discover-kia/ask/how-do-car-engines-work.html> (accessed May 15, 2022).
- [6] R. van Basshuysen and F. Schäfer, *Internal Combustion Engine Handbook Basics, Components, Systems, and Perspectives*. SAE International, 2004. [Online]. Available: <http://store.sae.org>.
- [7] Autolab, “Funcionamiento del sistema de admisión,” May 31, 2019. <https://autolab.com.co/blog/funcionamiento-del-sistema-admision/> (accessed May 15, 2022).
- [8] G. Genta, L. Morello, F. Cavallino, and L. Filtri, “Mechanical Engineering Series The Motor Car.” [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/1161>
- [9] J. Castillo, ; Rojas, Vicente, ; Martínez, and Jorge, “Determinación del Torque y Potencia de un Motor de Combustión Interna a

Gasolina Mediante el Uso de Bujía con Sensor de Presión Adaptado y Aplicación de un Modelo Matemático,” 2017.

- [10] J. Castillo; Rojas, Vicente ; Martínez, and Jorge, “Determinación del Torque y Potencia de un Motor de Combustión Interna a Gasolina Mediante el Uso de Bujía con Sensor de Presión Adaptado y Aplicación de un Modelo Matemático,” 2017.
- [11] S. Escudero, J. González, J. L. Rivas, and A. Suárez, “Motores,” 2011.
- [12] BMW, “Technology explained, simply: Torque in cars | BMW.com,” Apr. 13, 2021. <https://www.bmw.com/en/performance/torque-in-cars-explained.html> (accessed Oct. 12, 2022).
- [13] K&N, “Filtros De Aire,” 2022. <https://www.knfilters.com/air-filters> (accessed May 25, 2022).
- [14] J. Cesler, “Dyno Correction Factors - Real Wheel Horsepower,” 2011. <https://www.motortrend.com/how-to/ghtp-1109-fact-and-fiction-of-dyno-correction-real-wheel-horsepower/> (accessed May 25, 2022).
- [15] F. Bravo, “ESTUDIO DEL DESEMPEÑO MECÁNICO USANDO MEDICIONES DE CAPACIDAD EN BASE A LA NORMA SAE J1491.” Accessed: Feb. 11, 2023. [Online]. Available: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20355/1/9934_1.FABIAN%20BRAVO.pdf
- [16] SuperFlow, “SuperFlow Dynamometers & Flowbenches | Sussex, Wisconsin.” <https://superflow.com/product/sf-832-chassis-dyno/> (accessed May 25, 2022).