



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CURVA DE POTENCIA Y TORQUE DE UN
MOTOR A GASOLINA UTILIZANDO GASOLINA DE DIFERENTE OCTANAJE”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

Ingeniería Automotriz

Línea de investigación:

Producción Industrial y Tecnológica Sostenible

AUTOR: Richard Santiago Aguirre Aguirre

DIRECTOR: Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco PhD.

Ibarra-Ecuador, 2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003966205		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Richard Santiago Aguirre Aguirre		
DIRECCIÓN:	Av. Hernán Gonzales y Hernesto Flores		
EMAIL:	rsaguirrea@outlook.com		
TELÉFONO FIJO:	N/D	TELF. MOVIL	0982979155

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	``Análisis comparativo de la curva de potencia y torque de un motor a gasolina utilizando gasolina de diferente octanaje``
AUTOR (ES):	Richard Santiago Aguirre Aguirre
FECHA:	26/02/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	☒ GRADO ☐ POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
DIRECTOR:	Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco PhD

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Richard Santiago Aguirre Aguirre con cédula de identidad Nro.1003966205, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 26 días del mes de febrero de 2026

AUTOR:

.....

Richard Santiago Aguirre Aguirre
C.C:1003966205

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días, del mes de febrero de 2026

AUTOR:

.....

Richard Santiago Aguirre Aguirre

C.C:1003966205

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 26 de febrero de 2026

Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el informe final del trabajo de Integración Curricular, que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

.....

Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco PhD.

C.C.:0401447826

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CURVA DE POTENCIA Y TORQUE DE UN MOTOR A GASOLINA UTILIZANDO GASOLINA DE DIFERENTE OCTANAJE” elaborado por Richard Santiago Aguirre Aguirre, previo a la obtención del título del Ingeniero Automotriz, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

.....

Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco PhD.

C.C.: 0401447826

.....

Ing. Benavides Cevallos Ignacio Bayardo Msc.

C.C.: 1002415949

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con mucho agradecimiento, a mi familia, por su apoyo constante, paciencia y confianza durante todo mi proceso de formación. Su esfuerzo, comprensión y palabras de ánimo fueron un pilar fundamental para no rendirme y seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

Asimismo, dedico este logro a mis docentes, quienes con su experiencia, dedicación y enseñanzas contribuyeron de manera importante a mi crecimiento académico y profesional. Gracias por compartir sus conocimientos y por formar no solo profesionales, sino también personas comprometidas con su carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a todos los docentes que, con su experiencia y vocación, aportaron a mi formación académica y profesional, brindándome las herramientas necesarias para el desarrollo de este trabajo. Su orientación y exigencia fueron clave para alcanzar los objetivos propuestos.

Asimismo, agradezco a mi familia por el apoyo brindado en cada etapa de este proceso, por su comprensión en los momentos difíciles y por motivarme a seguir adelante. Su respaldo fue fundamental para culminar con éxito esta etapa académica.

RESUMEN

La investigación aborda el problema técnico sobre la influencia real del octanaje de la gasolina en el desempeño de motores a gasolina, situación que conduce al uso inadecuado de combustibles y puede provocar pérdidas de potencia y torque, así como posibles daños mecánicos, por lo que el objetivo general fue evaluar y comparar el comportamiento de las curvas de potencia y torque de un motor Ford 4.0 L V6 de inyección electrónica al emplear gasolinas de diferente octanaje, específicamente extra de 85 y súper de 95, a lo largo de su rango de revoluciones, relacionando los resultados con las propiedades fisicoquímicas del combustible; el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, experimental y explicativo, estructurado en fases que incluyeron la puesta a punto del motor, la selección y caracterización de los combustibles, la ejecución de pruebas controladas en un dinamómetro inercial Vagma BPA-V2R, y la recolección y análisis de datos mediante instrumentos como escáner automotriz y analizador de gases; los resultados evidenciaron diferencias significativas entre ambos combustibles, registrándose con gasolina súper de 95 octanos valores promedio de potencia y torque notablemente superiores (476,03 HP a 4.643,8 rpm y 800 Nm a 4.260 rpm) frente a la gasolina extra de 85 octanos (273,15 HP a 4.294 rpm y 488,5 Nm a 4.108 rpm), además de una mejor estabilidad del desempeño en rangos medios y altos de RPM; el aporte destacado es que el mayor octanaje incrementa la resistencia a la detonación, permitiendo una combustión más controlada y un mejor aprovechamiento del avance de encendido, lo que se traduce en un incremento aproximado del 74% en potencia y 64% en torque, confirmando que el combustible de mayor octanaje favorece una conversión energética más eficiente y una respuesta dinámica superior del motor.

Palabras clave: Potencia; Torque; Octanaje; Eficiencia Térmica

ABSTRACT

This research addresses the technical problem regarding the real influence of gasoline octane ratings on the performance of spark-ignition engines—a situation that often leads to improper fuel use, resulting in power and torque losses, as well as potential mechanical damage, the primary objective was to evaluate and compare the power and torque curves of a Ford 4.0L V6 electronic fuel injection engine using gasolines of different octane ratings (85-octane 'Extra' and 95-octane 'Super') across its RPM range, correlating the results with the physicochemical properties of the fuel, the study followed a quantitative, experimental, and explanatory approach, structured into phases that included engine tuning, fuel selection and characterization, controlled testing on a Vagma BPA-V2R inertial dynamometer, and data collection via automotive scanners and gas analyzers, the results revealed significant differences between the two fuels: 95-octane 'Super' gasoline yielded notably higher average power and torque values 476.03 HP at 4643 RPM and 800 Nm at 4.260 RPM compared to 85-octane Extra gasoline 273.15 HP at 4.294 RPM and 488.5 Nm at 4.108 RPM, as well as better performance stability in the mid-to-high RPM ranges, the key finding is that higher octane ratings increase knock resistance, allowing for more controlled combustion and better utilization of ignition timing, this translates to an approximate increase of 74% in power and 64% in torque, confirming that higher-octane fuel promotes more efficient energy conversion and superior dynamic engine response.

Keywords: Power; Torque; Octane Rating; Thermal Efficiency

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
ÍNDICE DE CONTENIDO	11
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE FIGURAS.....	16
ÍNDICE DE ANEXOS	18
CAPÍTULO I	19
1. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Problema de investigación	19
1.2. Objetivos	19
1.2.1 Objetivo General.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos	20
1.3. Alcance	20
1.4. Justificación	20
CAPÍTULO II	22
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Fundamentos de Motores de Combustión Interna de Ciclo Otto.....	22
2.2. Parámetros fundamentales de rendimiento de un motor	22
2.2.1. Potencia	23
2.2.2. Torque.....	24
2.2.3. Relación potencia-torque.....	25

2.2.4.	Consumo específico de combustible	26
2.3.	Factores que afectan el rendimiento del motor	26
2.4.	Combustibles para Motores de Ciclo Otto.....	27
2.4.1.	Propiedades físico-químicas de las gasolinas.....	28
2.4.2.	Octanaje.....	29
2.4.3.	Métodos de medición del octanaje (RON, MON, AKI).....	29
2.4.4.	Compuestos Antidetonantes	30
2.4.5.	Tipos de gasolina según su octanaje.....	30
2.4.6.	Normativas y estándares internacionales.....	31
2.5.	Fenómenos de Combustión en Motores de Gasolina.....	32
2.5.1.	Proceso de combustión normal.....	32
2.5.2.	Detonación y pre-ignición	33
2.6.	Sistemas de Inyección Electrónica.....	33
2.6.1.	Componentes del sistema de inyección electrónica	33
2.7.	Metodologías para la Medición de Potencia y Torque	34
2.7.1.	Dinamómetros	35
2.7.2.	Protocolos de prueba estandarizados.....	35
2.8.	Curvas características de potencia y torque	36
2.8.1.	Interpretación de Curvas.....	36
2.8.2.	Parámetros críticos y puntos de análisis	36
CAPÍTULO III.....		38
3.	MATERIALES Y MÉTODO	38
3.1.	Enfoque y tipos de investigación	38
3.2.	Materiales.....	38
3.2.1.	Selección del motor a gasolina	38

3.2.2. Equipo para comparar las curva de potencia y torque de un motor	39
3.2.2.1. Dinamómetro	40
3.3. Metodología	41
3.3.1. Puesta a punto del motor	42
3.3.2. Tipo de combustible	43
3.3.2.1. Combustible Extra de 85 octanos	43
3.3.2.2. Combustible Súper de 95 octanos.....	44
3.4. Procedimiento para determinación de potencia y torque en el dinamómetro	46
3.5. Pruebas dinamométricas con los combustibles Extra de 85 y Súper de 95 octanos	46
CAPÍTULO IV.....	48
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Pruebas de Potencia y Torque Utilizando Gasolina Súper de 95 Octanos	48
4.1.1. Prueba de Potencia.....	48
4.1.2. Prueba de Torque.....	49
4.1.3. Curvas Características	50
4.2. Pruebas de Potencia y Torque Utilizando Gasolina Extra de 85 Octanos	51
4.2.1. Prueba de Potencia.....	51
4.2.2. Prueba de Torque.....	53
4.2.3. Curvas Características	54
4.3. Comparación de Resultados de Potencia y Torque con el Combustible Extra y Súper ...	55
4.3.1. Comparación de Potencia	55
4.3.2. Comparación de Torque	56
4.4. Análisis Comparativo del Desempeño de Potencia y Torque en Función de las RPM, el Tiempo y el Tipo de Combustible	57

4.4.1. Análisis comparativo de la potencia frente a RPM y tiempo de respuesta según el tipo de combustible	57
4.4.2. Análisis comparativo del torque frente a RPM y tiempo de respuesta según el tipo de combustible	59
CAPITULO V	61
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1. Conclusiones	61
5.2. Recomendaciones	62
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales Combustibles para Motores de Ciclo Otto.....	27
Tabla 2.	Métodos de medición del octanaje (RON, MON, AKI).....	30
Tabla 3.	Tipos de gasolina según su octanaje.....	31
Tabla 4.	Características del Motor Ford Explorer 4.0 L.....	39
Tabla 5.	Ficha técnica de dinamómetro marca Vamag.....	40
Tabla 6.	Requerimientos para gasolina extra, norma NTE INEN 935:2021	44
Tabla 7.	Requerimientos para gasolina súper, norma NTE INEN 935:2021	45
Tabla 8.	Pruebas de Potencia Utilizando Gasolina Súper de 95 Octanos.....	48
Tabla 9.	Pruebas de Torque Utilizando Gasolina Súper de 95 Octanos.....	49
Tabla 10.	Pruebas de Potencia Utilizando Gasolina Extra de 85 Octanos.....	51
Tabla 11.	Pruebas de Torque Utilizando Gasolina Extra de 85 Octanos.....	53
Tabla 12.	Comparación de Potencia frente a RPM y el Tiempo.....	58
Tabla 13.	Comparación de Torque frente a RPM y el Tiempo.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Motores de Combustión Interna-----	22
Figura 2.	Curvas Características-----	23
Figura 3.	Potencia en un motor de combustión-----	24
Figura 4.	Torque, o par motor-----	25
Figura 5.	Relación potencia-torque.-----	26
Figura 6.	Factores que afectan el rendimiento del motor-----	27
Figura 7.	Propiedades físico-químicas de las gasolinas -----	29
Figura 8.	Componentes del Sistema de Gestión de Combustible -----	34
Figura 9.	Dinamómetros de motor y de chasis-----	35
Figura 10.	Motor de Ford Explorer 4.0 L -----	39
Figura 11.	Dinamómetro inercial Vagma modelo BPA-V2R -----	40
Figura 12.	Metodología de Investigación -----	42
Figura 13.	Puesta a punto del vehículo Ford 4.0L V6, instalado en un prototipo -----	43
Figura 14.	Procedimiento en el dinamómetro para determinar la potencia y torque -----	46
Figura 15.	Pruebas con los combustibles Extra de 85 y Súper de 97 en el dinanometro -----	47
Figura 16.	Pruebas de Potencia con Gasolina Súper de 95 Octanos -----	49
Figura 17.	Pruebas de Torque con Gasolina Súper de 95 Octanos-----	50
Figura 18.	Promedio de Potencia y Torque con Gasolina Súper de 95 Octanos -----	51
Figura 19.	Pruebas de Potencia con Gasolina Extra de 95 Octanos -----	52
Figura 20.	Pruebas de Torque con Gasolina Extra de 85 Octanos -----	54
Figura 21.	Pruebas de Torque con Gasolina Extra de 85 Octanos -----	55
Figura 22.	Comparación de Potencias Utilizando Diferentes Octanajes-----	56
Figura 23.	Comparación de Torque Utilizando Diferentes Octanajes-----	57

Figura 24.	Comparación de la Potencia frente al Rango de Tiempo y Rpm-----	58
Figura 25.	Comparación del Torque frente al Rango de Tiempo y Rpm -----	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Seguridad para Pruebas en el Dinamómetro	67
Anexo 2. Pruebas en el Dinamómetro	67
Anexo 3. Prueba 1 sobre resultados de potencia y torque usando gasolina Super.	68
Anexo 4. Prueba 2 sobre resultados de potencia y torque usando gasolina Extra.	69

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1.Problema de investigación

En la búsqueda de optimizar el rendimiento de los motores de combustión interna, surge la pregunta sobre cómo influye el octanaje de la gasolina. Aunque estos motores están diseñados para funcionar dentro de un rango específico, la disponibilidad y el costo de las gasolinas de alto octanaje a menudo llevan a utilizar combustibles de menor octanaje. Esto genera un desconocimiento generalizado acerca de las verdaderas consecuencias en el desempeño del motor, ya que el uso de un octanaje inadecuado puede reducir la potencia y el torque, incrementar el consumo de combustible e incluso ocasionar daños en los componentes internos. Por ende, este proyecto se propone abordar esta problemática de manera experimental, realizando pruebas controladas en un dinamómetro para medir las curvas de potencia y torque utilizando gasolinas de 85 y 95 octanos. De esta forma, se buscará identificar diferencias significativas y ofrecer información valiosa que contribuya a optimizar el uso de combustibles y mejorar la eficiencia de los motores a gasolina.

1.2.Objetivos

1.2.1 *Objetivo General*

Evaluar y comparar el comportamiento de la curva de potencia y torque de un motor a gasolina específico al utilizar dos gasolinas de diferente octanaje, con el fin de determinar las diferencias en su rendimiento a lo largo del rango de revoluciones del motor y relacionarlas con las propiedades de los combustibles.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Determinar y comparar experimentalmente las curvas de potencia en función de las revoluciones por minuto (RPM) de un motor a gasolina específico al utilizar dos gasolinas de diferente octanaje (especificar los octanajes DE SUPER Y EXTRA).
- Determinar y comparar experimentalmente las curvas de torque en función de las revoluciones por minuto (RPM) del mismo motor a gasolina al utilizar las dos gasolinas de diferente octanaje.
- Analizar y cuantificar las diferencias significativas en los valores máximos de potencia y torque, así como en los rangos de RPM donde se alcanzan estos valores, al utilizar las dos gasolinas de diferente octanaje.
- Relacionar las diferencias observadas en las curvas de potencia y torque con las propiedades fisicoquímicas de las gasolinas de diferente octanaje y los principios de funcionamiento del motor de combustión interna.

1.3. Alcance

La presente investigación surge de la necesidad de evaluar cómo el octanaje de la gasolina influye en el rendimiento de los motores de combustión interna, un factor clave para optimizar la eficiencia energética y reducir costos operativos. Este estudio experimental proporcionará datos precisos y confiables sobre el desempeño de un motor a gasolina específico al utilizar combustibles con diferentes niveles de octanaje.

Mediante la medición y comparación de las curvas de potencia y torque a lo largo del rango de revoluciones por minuto (RPM), se identificarán las diferencias significativas en el rendimiento del motor al emplear gasolinas de octanajes distintos por ejemplo, gasolina súper y extra. Además, se analizará la relación entre estas variaciones y las propiedades físico-químicas de los combustibles, así como los principios de funcionamiento del motor de combustión interna.

1.4. Justificación

El desarrollo e investigación de nuevos sistemas en la industria automotriz avanzan rápidamente, especialmente en la optimización del rendimiento de los motores de combustión interna a gasolina

mediante el análisis del impacto del octanaje. Tradicionalmente, la evaluación del efecto del número de octano en las curvas características de potencia y torque se realizaba mediante métodos empíricos limitados, lo que representa una desventaja en términos de la precisión y profundidad del análisis requerido para estas evaluaciones. Según [1] "los combustibles de mayor octanaje permitirán el diseño y calibración del motor para proporcionar un rendimiento mejorado para el cliente, tanto en términos de economía de combustible como de torque/potencia". En este contexto, según [2], establece como objetivo principal incrementar la producción intensiva en innovación, tecnología y conocimiento dentro del eje económico y generación de empleo.

En los motores a gasolina modernos, las constantes mejoras en los sistemas electrónicos de gestión del motor y control de los procesos de combustión, junto con la sofisticación de los sistemas de inyección directa e indirecta, requieren un análisis detallado del comportamiento con combustibles de diferentes índices de octano. La presente investigación se fundamenta en la necesidad crítica de determinar cómo el octanaje de la gasolina influye en las curvas características de potencia y torque de los motores de combustión interna, aspecto que resulta crucial para la optimización de la eficiencia energética y la reducción de costos operativos. Como establece la literatura especializada, el número de octano es una medida de la resistencia de los combustibles de gasolina a la auto-ignición, por lo que "los números de octano altos reducen el riesgo de detonación del motor, lo que lleva a un umbral de compresión más alto y, en consecuencia, a mayores eficiencias del motor" [1].

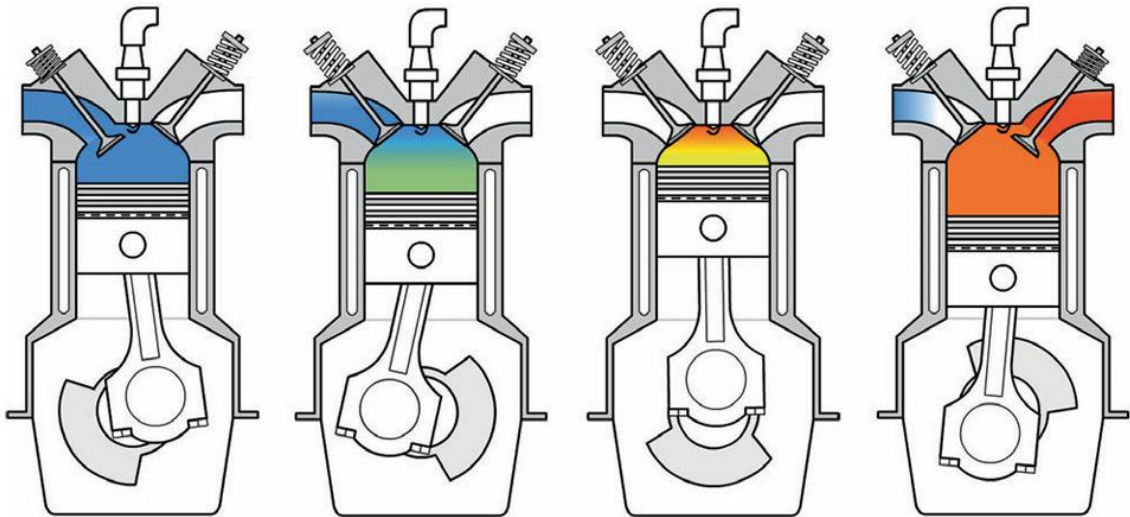
CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos de Motores de Combustión Interna de Ciclo Otto

Los motores de combustión interna de ciclo Otto, desarrollados inicialmente por Nikolaus Otto en 1876, constituyen la base fundamental de la propulsión en vehículos particulares modernos, caracterizándose por un funcionamiento cíclico de cuatro tiempos claramente definidos: admisión, compresión, combustión-expansión y escape [3]. Estos motores transforman la energía química contenida en el combustible en energía mecánica mediante un proceso de combustión interna donde la mezcla aire-combustible se enciende por una chispa eléctrica en el momento preciso del ciclo, diferenciándose así de los motores diésel que funcionan por autoencendido [4]. La eficiencia térmica teórica del ciclo Otto se basa principalmente en la relación de compresión, conforme al principio termodinámico, donde un incremento en la compresión conduce a un rendimiento superior, aunque restringido por las características antidetonantes del combustible empleado [5].

Figura 1. Motores de Combustión Interna



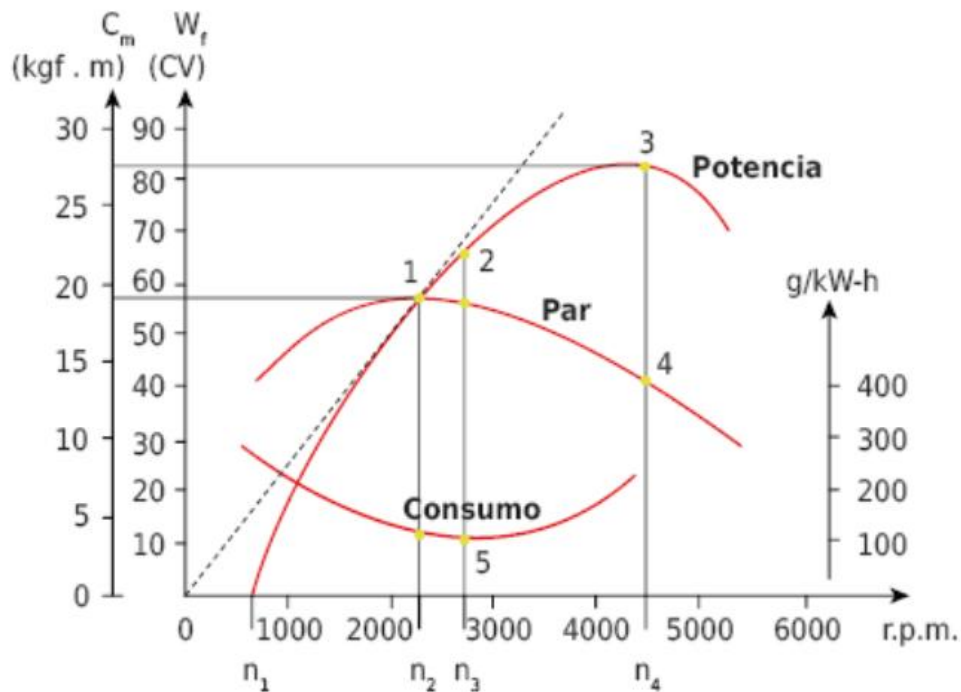
Tomado de: Advanced Automotive Fault Diagnosis [6].

2.2. Parámetros fundamentales de rendimiento de un motor

Los principales parámetros que permiten evaluar el desempeño de los motores de combustión interna son fundamentales para determinar su funcionamiento. Entre ellos destacan la potencia,

que indica la cantidad de energía generada por el motor en un determinado lapso de tiempo; el torque, que mide la fuerza rotacional transmitida al cigüeñal; el consumo específico de combustible, que refleja cuán eficientemente el motor convierte la energía química del combustible en trabajo mecánico; y la eficiencia térmica, que muestra la proporción entre el trabajo útil obtenido y la energía suministrada al motor [3].

Figura 2. Curvas Características



Tomado de: busesymarcas.wordpress.com[7].

2.2.1. Potencia

La potencia en un motor de combustión interna representa la rapidez con la que el motor realiza trabajo mecánico, evidenciando su capacidad para transformar la energía química del combustible en trabajo útil en un periodo determinado [8]. Se expresa comúnmente en caballos de fuerza o kilovatios y se calcula multiplicando el torque por la velocidad angular del motor. La potencia máxima se alcanza a ciertas revoluciones por minuto, lo cual depende del diseño específico del motor. Este parámetro resulta fundamental para analizar el desempeño del vehículo, ya que influye directamente en su capacidad de aceleración y en su habilidad para mantener velocidades constantes.

Figura 3. Potencia en un motor de combustión

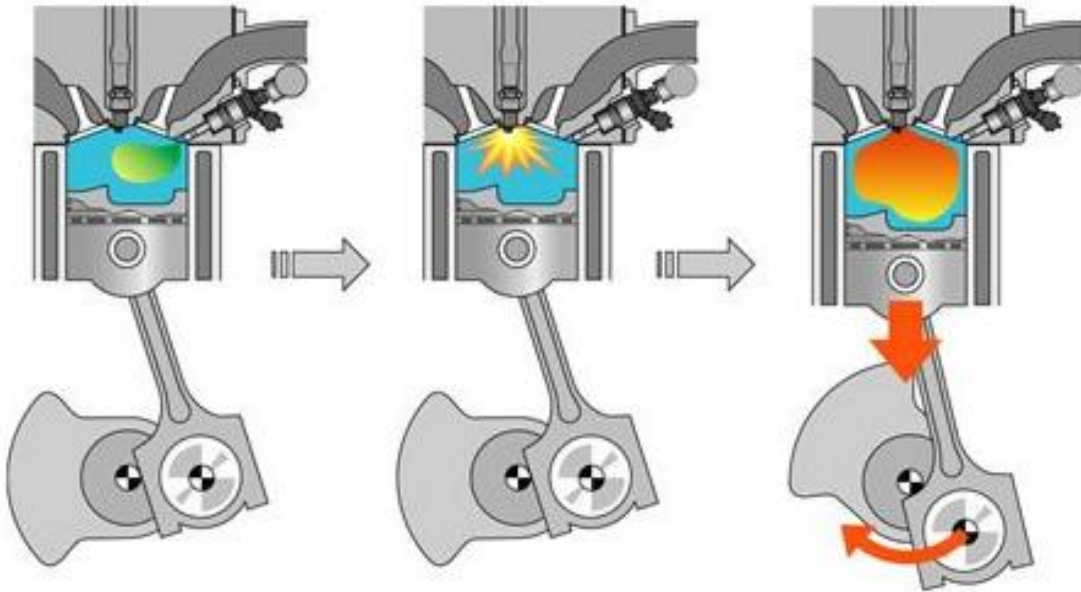


Tomado de: auto10.com [9].

2.2.2. Torque

El torque, o par motor, es un parámetro fundamental en los motores de combustión interna que mide la fuerza de giro aplicada al eje del motor. Se expresa en unidades como newton-metro (Nm) o libra-pie (lb-ft) y resulta de la presión ejercida por los gases de combustión sobre los pistones, la cual se transmite al cigüeñal a través de las bielas. El valor del torque varía según las revoluciones del motor, alcanzando su punto máximo generalmente en rangos medios de rpm, donde la combustión y la eficiencia volumétrica son óptimas. Este indicador es esencial para determinar la respuesta del motor en situaciones que requieren fuerza de tracción, como el arranque, la aceleración o al subir pendientes, y refleja la capacidad del motor para adaptarse a diferentes condiciones de operación[10].

Figura 4. Torque, o par motor

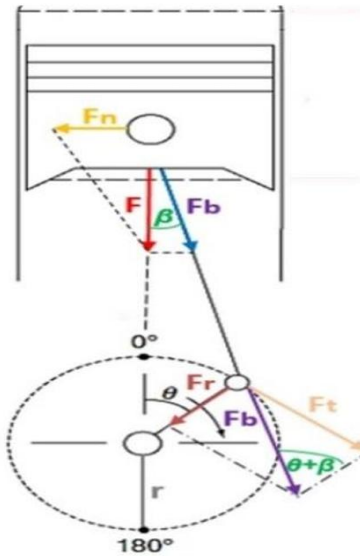


Tomado de: auto10.com [9].

2.2.3. Relación potencia-torque

La relación entre potencia y torque en motores de gasolina se basa en que la potencia se calcula multiplicando el torque producido por la velocidad angular del motor. Mientras el torque indica la fuerza de giro aplicada al cigüeñal, la potencia refleja la rapidez con la que se realiza el trabajo mecánico. Esta relación es fundamental para entender el comportamiento del motor en diferentes rangos de revoluciones, ya que el torque máximo generalmente se presenta a regímenes medios, mejorando la respuesta y la capacidad de tracción, mientras que la potencia máxima se alcanza a revoluciones más elevadas, lo que afecta directamente la aceleración y la velocidad máxima del vehículo [11].

Figura 5. Relación potencia-torque.



Tomado de: Determinación del Torque y Potencia de un Motor de Combustión [12].

2.2.4. Consumo específico de combustible

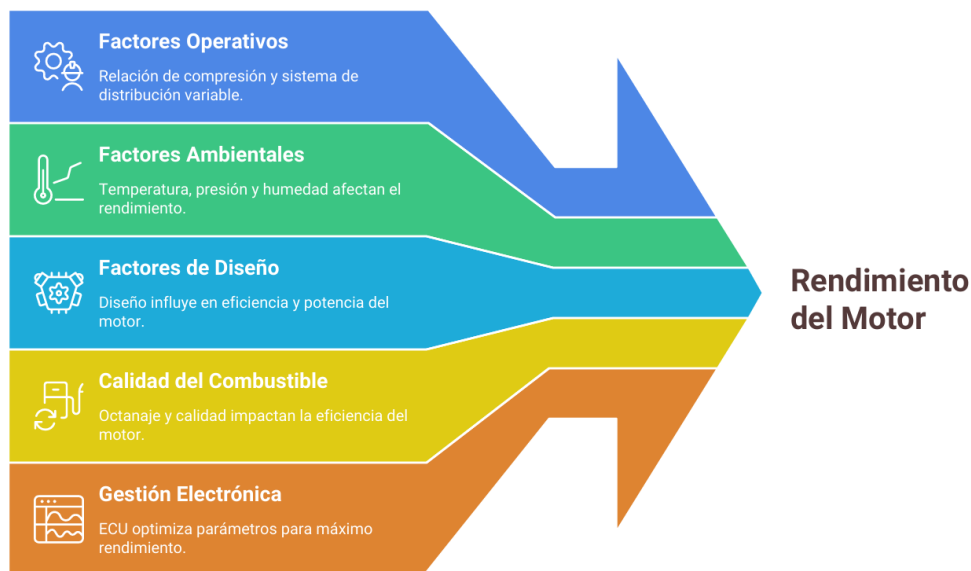
El consumo específico de combustible (BSFC, por sus siglas en inglés) es un parámetro clave en la ingeniería automotriz que mide la eficiencia energética de los motores de combustión interna. Se define como la cantidad de masa de combustible consumida para generar una unidad de energía, generalmente expresada en gramos por kilovatio-hora (g/kWh). Este indicador es fundamental para evaluar y comparar el desempeño de distintas configuraciones de motor. En motores de gasolina, el BSFC suele variar entre 229 y 353 g/kWh, y está inversamente relacionado con la eficiencia térmica del motor; es decir, un menor consumo específico implica una mejor conversión de la energía química del combustible en trabajo mecánico útil. La relevancia de este parámetro radica en su capacidad para describir el comportamiento del motor bajo diversas condiciones de carga y velocidad, siendo una herramienta esencial para optimizar el diseño de motores y para desarrollar estrategias de control orientadas a reducir el consumo de combustible y las emisiones contaminantes [13].

2.3. Factores que afectan el rendimiento del motor

El desempeño de un motor de combustión interna depende de la interacción compleja entre diversos parámetros, como indica la figura 6, la cual representa tecnologías actuales que permiten una optimización continua de estos factores para maximizar el rendimiento en diferentes

condiciones de operación. Estos aspectos son fundamentales para que el motor convierta de manera eficiente la energía química del combustible en trabajo mecánico útil, lo que requiere un enfoque integral de diagnóstico y ajuste constante para asegurar que el sistema propulsor funcione siempre en su nivel óptimo [14].

Figura 6. Factores que afectan el rendimiento del motor



Tomado de: Automotive Engine Performance [14].

2.4. Combustibles para Motores de Ciclo Otto

Los motores de ciclo Otto emplean combustibles diseñados especialmente para facilitar una combustión controlada a través del encendido por chispa. La gasolina es el combustible más utilizado debido a sus características fisicoquímicas, que permiten una buena vaporización, una mezcla adecuada con el aire y una resistencia efectiva al autoencendido como indica la [15].

Tabla 1. Principales Combustibles para Motores de Ciclo Otto

Principales Combustibles para Motores de Ciclo Otto	
Nombre	Características
Gasolina convencional	Diferentes octanajes: 85, 91, 95, 98
Gasohol	Mezclas de gasolina con etanol en diferentes proporciones

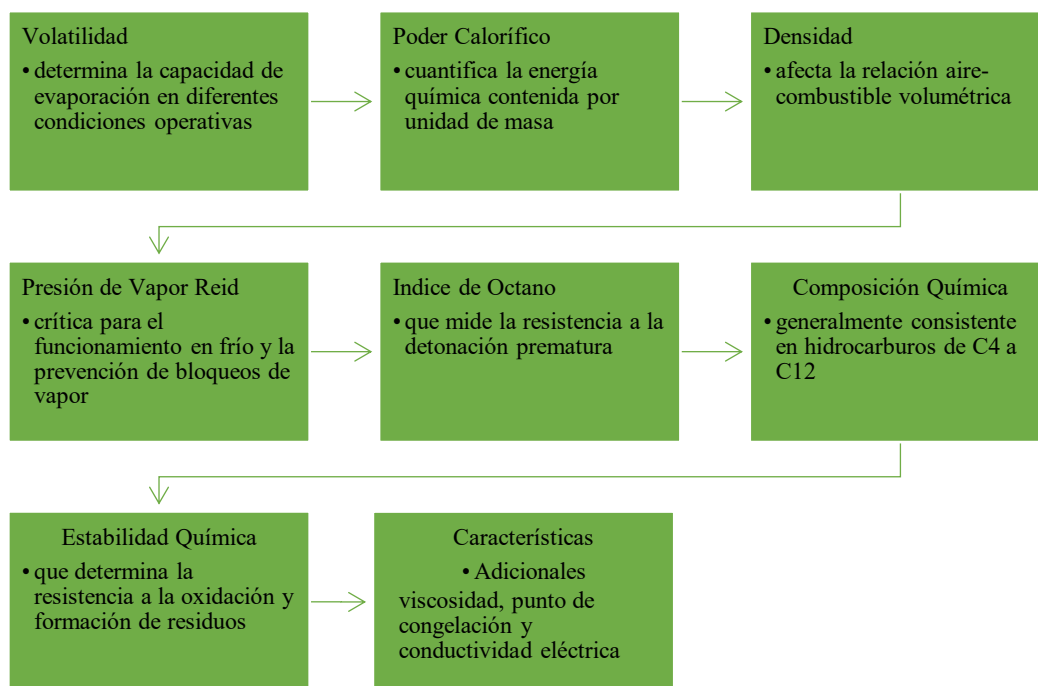
Etanol	E85, E100
Gas natural comprimido	GNC
Gas licuado de petróleo	GLP o propano-butano
Metanol	Uso limitado, principalmente en competición
Biogasolinas	Derivadas de procesos de conversión de biomasa
Combustibles sintéticos	e-fuels
Gasolinas de competición	Formulaciones especiales con elevado octanaje

Tomado de: K. O. and T. Coley, *Automotive Fuels Reference* [15].

2.4.1. *Propiedades físico-químicas de las gasolinas*

Las características físico-químicas de la gasolina, representadas en la figura 7, representan un grupo de propiedades fundamentales que inciden en su rendimiento como combustible en los motores de ciclo Otto, resaltando entre ellas las más relevantes [16].

Figura 7. Propiedades físico-químicas de las gasolinas



Tomado de: Handbook of Petroleum Product Analysis [16].

2.4.2. *Octanaje*

El octanaje evalúa la capacidad de un combustible para resistir la auto-ignición prematura en motores Otto. Una gasolina con octanaje 85 se equipará a una combinación que contiene el 87% de iso-octano y el 13% de n-heptano. Este indicador es vital para la creación de motores ya que establece la relación de compresión segura máxima, influyendo en la eficiencia térmica, potencia y emisiones. Un octanaje incorrecto provoca "golpes", un fenómeno que puede perjudicar seriamente pistones, válvulas y uniones de culata [17].

2.4.3. *Métodos de medición del octanaje (RON, MON, AKI)*

Los procedimientos para determinar el octanaje de los combustibles a gasolina son esenciales para medir su capacidad de resistir la detonación en motores de combustión interna. El Número de Octano de investigación (RON) se calcula bajo condiciones estándar de operación, con bajas velocidades y temperaturas moderadas, lo que refleja cómo se comporta el combustible en circunstancias normales de conducción. Por otro lado, el Número de Octano Motor (MON) se obtiene en condiciones más exigentes, con mayores velocidades y temperaturas elevadas,

simulando situaciones de alta carga y proporcionando una evaluación más rigurosa de la resistencia a la detonación. Finalmente, el Índice Anti-Detonante (AKI), utilizado principalmente en Norteamérica, resulta de promediar el RON y el MON, ofreciendo una referencia sencilla y práctica para el consumidor. Estos métodos son clave para elegir el combustible adecuado que maximice tanto el rendimiento como la vida útil del motor, como se muestra en la tabla 2 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** [8].

Tabla 2. Métodos de medición del octanaje (RON, MON, AKI)

Método	Condiciones de prueba	Características principales	Uso común
RON	Baja velocidad (600 rpm), 52°C	Refleja condiciones normales de manejo	Europa, Asia y mayoría mundial
MON	Alta velocidad (900 rpm), 150°C	Simula condiciones severas de operación	Evaluación en motores de alto rendimiento
AKI	Promedio de RON y MON	Valor práctico para consumidores	Estados Unidos, Canadá

Tomado de: R. Stone, Introducción a los motores de combustión interna [8].

2.4.4. Compuestos Antidetonaantes

Los compuestos antidetonantes son aditivos esenciales en las gasolinas que mejoran la estabilidad del combustible frente a la detonación, fenómeno que puede dañar motores de combustión interna. Estos compuestos, como el Metil Tert-Butil Éter (MTBE), Etil Tert-Butil Éter (ETBE) y ciertos alcoholes, actúan elevando el índice de octano y promoviendo una combustión más controlada y homogénea. Además, algunos compuestos nitrogenados y oxigenados han demostrado eficacia en reducir la formación de pre ignición y golpes de motor, contribuyendo a un mejor rendimiento y menor emisión de contaminantes. La investigación reciente destaca la importancia de optimizar la formulación de estos aditivos para cumplir con normativas ambientales cada vez más estrictas y mejorar la eficiencia del motor [18].

2.4.5. Tipos de gasolina según su octanaje

Los tipos de gasolina según su octanaje determinan su capacidad antidetonante y eficiencia en motores de combustión interna. La gasolina de 85 octanos (RON) es común en vehículos estándar, mientras la gasolina de 95 octanos se emplea en motores de alto rendimiento que requieren mayor resistencia a la pre-ignición. Estudios recientes destacan que el octanaje influye directamente en las emisiones contaminantes y el consumo de combustible como se observa en la Tabla 3 [19].

Tabla 3. Tipos de gasolina según su octanaje

Característica	Gasolina 85 octanos (Extra)	Gasolina 95 octanos (Súper)
RON (Research Octane Number)	85	95
MON (Motor Octane Number)	~82 (estimado)	~88 (estimado)
Aditivos comunes	Etanol (hasta 5%), MTBE	Compuestos oxigenados, mejoradores de octanaje
Uso típico	Motores convencionales de baja compresión	Motores turboalimentados o alta compresión
Emisiones de CO	3.194 g/km (Extra) / 5.939 g/km (Eco país)	4.770 g/km (Súper)
Eficiencia energética	Menor rendimiento en motores avanzados	Optimiza combustión en tecnologías modernas
Normativa aplicable	Cumple estándares básicos de emisiones	Requerida para cumplir regulaciones estrictas

Tomado: Vélez, A. et al. Estudio de la variación del grado de octanaje mediante mezclas de gasolinas extra, súper y aditivo mejorador de octanaje en Ecuador [19].

2.4.6. Normativas y estándares internacionales

Las normativas y estándares internacionales para combustibles automotrices, desarrollados por organizaciones como ASTM International, ISO y el Comité Europeo de Normalización (CEN), aseguran la uniformidad, seguridad y compatibilidad de los combustibles a nivel mundial. Estos

estándares cubren aspectos que van desde el diseño y la producción hasta el mantenimiento de los vehículos, fomentando la confiabilidad y la seguridad, además de promover avances tecnológicos en sistemas de transporte y lubricantes. En particular, los estándares de combustibles establecen criterios y métodos para evaluar propiedades fundamentales como la volatilidad, el contenido de azufre, la estabilidad ante la oxidación y la densidad. En Estados Unidos, la ASTM, a través de su Comité D02, es la entidad encargada de definir las normas para combustibles diésel y biodiésel, garantizando así la compatibilidad global y el desempeño eficiente de los motores modernos [20].

2.5. Fenómenos de Combustión en Motores de Gasolina

La combustión en motores de gasolina es un proceso termoquímico complejo que abarca la ignición mediante chispa, la propagación de la llama en sus etapas laminar y turbulenta, y la generación de gases de escape, todos ellos cruciales para el desempeño, la eficiencia y las emisiones del motor. La velocidad y completitud de la combustión dependen de cómo la llama se extiende desde la bujía hacia la mezcla de aire y combustible no quemada, lo que influye directamente en la eficiencia térmica. Desde la invención de los motores de encendido por chispa, el fenómeno del picado ha sido el principal obstáculo para mejorar la potencia y eficiencia, motivo por el cual ha sido ampliamente estudiado. Además, eventos anómalos como el picado, la pre-ignición y la combustión superficial pueden perjudicar el rendimiento y la durabilidad del motor, por lo que es esencial controlar parámetros como la relación de compresión, el momento de encendido y la composición del combustible para garantizar una combustión estable y eficiente [3].

2.5.1. *Proceso de combustión normal*

Este proceso de combustión normal se rige por principios termodinámicos que convierten la energía química del combustible en trabajo mecánico. La llama avanza de manera turbulenta pero ordenada, quemando la mezcla de aire y combustible de forma predecible. La velocidad a la que se propaga la llama está influenciada por factores como la turbulencia interna, la proporción aire-combustible, la temperatura, la presión y la forma de la cámara de combustión. A diferencia de eventos anómalos como el picado, la combustión normal asegura una transferencia eficiente de energía térmica sin generar ondas de presión que puedan dañar el motor, siendo esencial para el diseño y el desempeño óptimo de los motores actuales [21].

2.5.2. Detonación y pre-ignición

La detonación y la pre ignición son irregularidades que pueden presentarse en motores a gasolina y que, si no se controlan, pueden ocasionar daños graves en el motor. La detonación se produce cuando la mezcla de aire y combustible se inflama de forma espontánea después de la chispa de encendido, generando ondas de choque que pueden afectar componentes como pistones y válvulas. Por otro lado, la pre ignición ocurre cuando la mezcla se enciende antes de que se produzca la chispa, generalmente debido a puntos calientes en la cámara de combustión, como depósitos de carbón o bujías demasiado calientes, lo que provoca una expansión prematura y fuerzas que interfieren negativamente en el ciclo de combustión. Ambos fenómenos disminuyen la eficiencia del motor y pueden reducir su vida útil si no se detectan y corrigen a tiempo. Según [3], estos problemas están estrechamente vinculados con la calidad del combustible, las condiciones térmicas del motor y el diseño de la cámara de combustión.

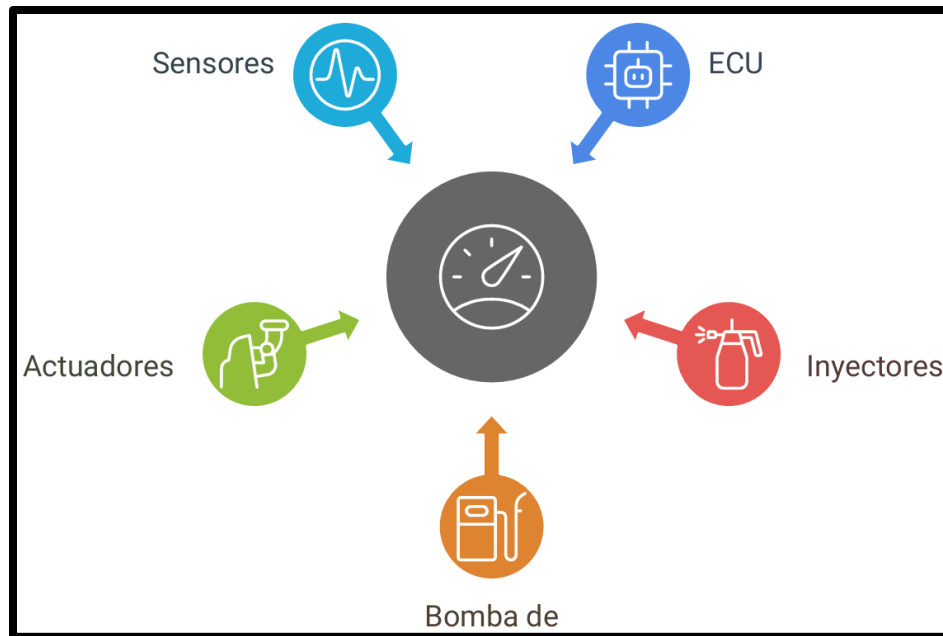
2.6. Sistemas de Inyección Electrónica

Los sistemas de inyección electrónica son tecnologías cruciales en los motores modernos, ya que permiten controlar con exactitud tanto la cantidad como el momento en que se inyecta el combustible, adaptándose a las condiciones de operación del motor. Esto mejora el rendimiento, incrementa la eficiencia y disminuye las emisiones contaminantes. Mediante el uso de sensores y una unidad de control electrónico (ECU), el sistema ajusta en tiempo real la mezcla de aire y combustible, representando un avance significativo respecto a los antiguos sistemas de carburación. Estos sistemas son fundamentales para una gestión eficiente de la combustión en motores de gasolina actuales. Según [22], la inyección electrónica ha sido determinante para cumplir con las normativas ambientales y optimizar el desempeño de los vehículos.

2.6.1. Componentes del sistema de inyección electrónica

De acuerdo con [23], es fundamental que estos componentes funcionen e interactúen adecuadamente para garantizar un buen desempeño del motor y el cumplimiento de las regulaciones actuales sobre emisiones. El sistema de inyección electrónica está formado por varios elementos que colaboran para lograr una dosificación exacta del combustible, tal como se observa en la figura 8.

Figura 8. Componentes del Sistema de Gestión de Combustible

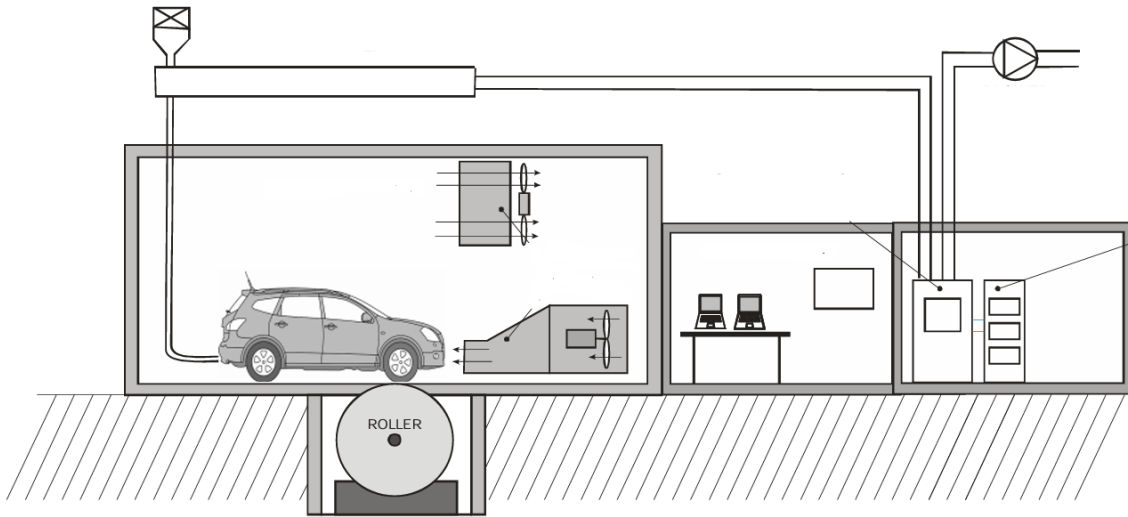


Tomado de: Halderman, J. D. Automotive Fuel and Emissions Control Systems [23].

2.7. Metodologías para la Medición de Potencia y Torque

Las técnicas para medir la potencia y el torque en motores son esenciales para analizar el rendimiento y la eficiencia de los vehículos. Entre estas metodologías se encuentran los dinamómetros de motor y de chasis, que permiten obtener mediciones precisas de la fuerza y el par bajo diversas condiciones de operación. La correcta utilización de estos métodos es clave para el desarrollo, ajuste y diagnóstico de motores, garantizando que se cumplan los requisitos de rendimiento y emisiones. Estudios recientes indican que el uso de sistemas de medición avanzados contribuye a la optimización de motores [24].

Figura 9. Dinamómetros de motor y de chasis



Tomado de: Improving Fuel Economy and Engine Performance through Gasoline Fuel Octane Rating [25].

2.7.1. *Dinamómetros*

Los dinamómetros son instrumentos fundamentales para evaluar el desempeño de motores a gasolina, ya que permiten medir con precisión el torque y la potencia producidos. Principalmente, existen dos tipos: los dinamómetros de freno o de banco, que se conectan directamente al cigüeñal o eje de salida del motor, y los dinamómetros de chasis, que miden el rendimiento a través de las ruedas motrices del vehículo. Su funcionamiento depende del tipo, utilizando resistencias hidráulicas, eléctricas o por fricción para aplicar una carga al motor y así medir la fuerza generada. La dinamometría es vital para validar diseños, realizar pruebas de emisiones y ajustar parámetros operativos del motor en tiempo real [26].

2.7.2. *Protocolos de prueba estandarizados*

Los protocolos estandarizados para pruebas en dinamómetros son esenciales para asegurar que los resultados obtenidos en la evaluación de motores a gasolina sean precisos, repetibles y comparables. Normas como SAE J1349 e ISO 1585 establecen condiciones específicas de ensayo, incluyendo temperatura ambiente, presión atmosférica, tipo de combustible y métodos para corregir los datos, lo que permite reproducir de forma controlada el comportamiento del motor bajo condiciones reales de operación. La aplicación de estos protocolos garantiza que las mediciones de torque y potencia reflejen con exactitud el rendimiento del motor, minimizando la influencia de factores externos. Según [27], la estandarización en las pruebas dinamométricas es

clave para validar avances tecnológicos, asegurar el cumplimiento de regulaciones ambientales y facilitar la comparación entre diferentes diseños de motores.

2.8. Curvas características de potencia y torque

Las curvas de potencia y torque son herramientas gráficas fundamentales en la ingeniería automotriz que describen cómo un motor de combustión interna responde según su velocidad de giro (RPM). El torque, que indica la fuerza rotacional que el motor puede generar, generalmente alcanza su punto máximo en velocidades medias-bajas y luego disminuye debido a limitaciones en el llenado de cilindros y pérdidas por fricción. Por otro lado, la potencia, que resulta de multiplicar el torque por la velocidad angular, sigue aumentando hasta un máximo en regímenes altos de RPM antes de reducirse. Estas curvas son clave para que los ingenieros determinen las condiciones ideales de funcionamiento del motor, elijan las relaciones de transmisión adecuadas y evalúen el rendimiento del vehículo en diferentes escenarios de carga y velocidad, facilitando así un diseño eficiente y equilibrado [28].

2.8.1. Interpretación de Curvas

Comprender las curvas de potencia y torque es fundamental para analizar el comportamiento dinámico de un motor a gasolina en distintas condiciones de operación. La curva de torque revela el rango de revoluciones en el que el motor proporciona su máxima fuerza de giro, información vital para aplicaciones que requieren alta capacidad de arrastre o aceleración a bajas RPM. Por otro lado, la curva de potencia muestra el punto en el que el motor alcanza su máxima eficiencia energética, lo que resulta clave para evaluar la velocidad máxima y la respuesta a altas revoluciones. Evaluar ambas curvas en conjunto permite optimizar la selección del sistema de transmisión, la estrategia de cambios de marcha y el consumo de combustible. En definitiva, una correcta interpretación de estas curvas es esencial para diseñar vehículos más eficientes y adaptados a sus condiciones específicas de uso [8].

2.8.2. Parámetros críticos y puntos de análisis

En el estudio de las curvas de potencia y torque de motores a gasolina, los parámetros críticos y puntos de análisis incluyen el torque máximo, la potencia máxima, el rango operativo efectivo de revoluciones y el punto donde ambas curvas se intersectan, ya que estos elementos definen cómo

responde el motor frente a distintas cargas y velocidades. Estos indicadores son vitales para optimizar el rendimiento del vehículo, ajustar adecuadamente el sistema de transmisión, mejorar la eficiencia del consumo de combustible y cumplir con las normativas ambientales. Asimismo, permiten al ingeniero determinar el régimen de operación más eficiente y tomar decisiones acertadas en la calibración del motor y el diseño del tren motriz. De acuerdo con [29] interpretar correctamente estos parámetros son indispensable para lograr un balance óptimo entre desempeño, durabilidad y eficiencia en motores de combustión interna.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Enfoque y tipos de investigación

El estudio utiliza un enfoque cuantitativo y experimental, ya que se enfoca en cuantificar el efecto del octanaje de la gasolina (85 y 95) sobre variables como la potencia, el torque y las revoluciones por minuto (RPM) a través de pruebas controladas realizadas en un dinamómetro. Esto permite identificar relaciones causales entre el tipo de combustible y el desempeño del motor. En cuanto al tipo de investigación, se clasifica como explicativa, porque busca entender las causas físico-químicas detrás de las diferencias encontradas, y como experimental aplicada, dado que se modifica intencionalmente el octanaje para obtener datos prácticos que ayuden a mejorar la eficiencia del uso de combustibles en motores reales.

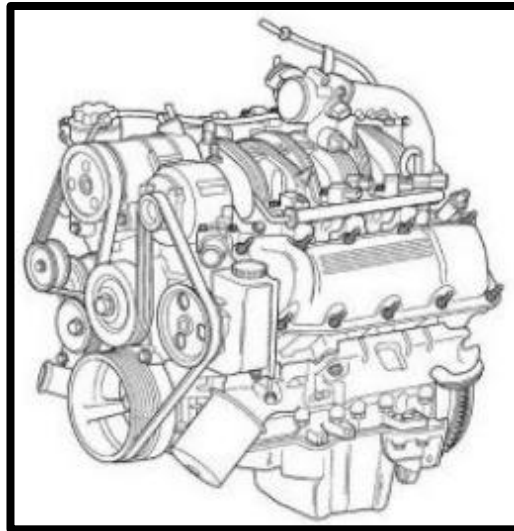
3.2. Materiales

En este capítulo se describen los materiales y equipos utilizados para realizar el análisis comparativo de la curva de potencia y torque de un motor a gasolina, con el objetivo de evaluar y comparar el comportamiento de la curva de potencia y torque de un motor a gasolina utilizando dos gasolinas de diferente octanaje, con el fin de determinar las diferencias en su rendimiento. Se incluyen especificaciones detalladas de los instrumentos y materiales.

3.2.1. Selección del motor a gasolina

El motor utilizado en esta investigación es de un Ford 4.0L V6 a inyección electrónica, instalado en un prototipo. A continuación, en la Figura 10 y la Tabla 4, se presentan los datos técnicos del motor utilizado para las pruebas.

Figura 10. Motor de Ford Explorer 4.0 L



Tomado de: opinautos.com [30].

Tabla 4. Características del Motor Ford Explorer 4.0 L

Motor Ford Explorer 4.0 L	
Potencia máxima	160 CV @ 4200 rpm.
Potencia por litro	40.4 CV/l
Par máximo	305 Nm @ 2800 rpm.
Posición del motor	Front, Longitudinal
Cilindrada -real-	3958 cm ³
Número de cilindros	6
Distribución de los cilindros	En V
Diámetro del cilindro	100 mm
Recorrido del cilindro	84 mm
Ratio de compresión	9
Número de válvulas por cilindro	2
Sistema de combustible	Inyección indirecta multipunto

Tomado de: auto-data.net [31].

3.2.2. Equipo para comparar las curva de potencia y torque de un motor

La evaluación comparativa de las curvas de potencia y torque de un motor es fundamental para comprender cómo diferentes niveles de octanaje en el combustible afectan tanto el desempeño

como la duración del motor. Mediante el análisis de estas curvas, se puede identificar cambios relacionados con el octanaje. Por consiguiente, este método ofrece una forma directa y efectiva para valorar el estado general y la vida útil del motor, basándose en su comportamiento frente a distintos tipos de gasolina. Los equipos utilizados para la evaluación comparativa son los siguientes.

3.2.2.1. Dinamómetro

El dinamómetro inercial Vagma modelo BPA-V2R se conecta directamente a un computador, lo que permite que cualquier vehículo pueda ser probado a distintas velocidades mientras se registran gráficamente los valores de torque y potencia del motor. Su principio de funcionamiento se basa en medir la energía requerida para acelerar una masa en un tiempo determinado, lo que a su vez permite calcular la potencia generada; para obtener el par motor, es necesario que esta masa esté en proceso de aceleración. En la Figura 11 se muestra el dinamómetro italiano Vagma utilizado en las pruebas de torque y potencia, mientras que la Tabla 5 detalla sus especificaciones técnicas.

Figura 11. Dinamómetro inercial Vagma modelo BPA-V2R



Tomado de: Dinamómetro inercial del taller FICA-UTN.

Tabla 5. Ficha técnica de dinamómetro marca Vamag.

Ficha técnica de dinamómetro marca Vamag	
Marca	Italiana Vamag
Modelo	BPA-V2R
Potencia Máxima	400 HP
Torque	1 500 Nm
Voltaje de suministro	220 - 400V AC (1-3/N/PE)
Frecuencia	50 - 60 HZ

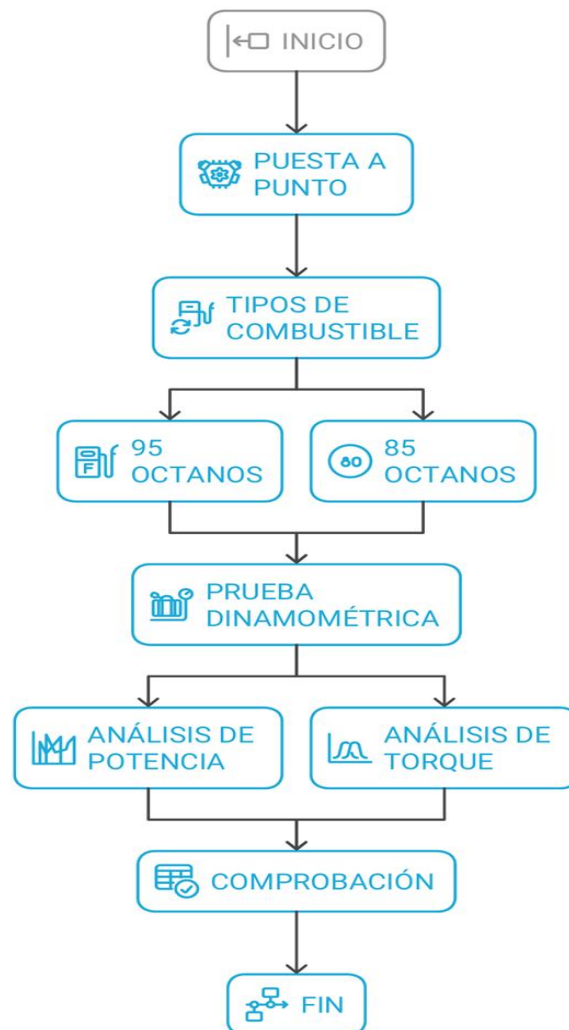
Corriente nominal	16 Amp
Masa	1 200 kg
Dimensiones	3 070 x 870 x 310 h mm
Presión del comprimido circuito de aire	6 bar
Diámetro del rodillo	240 mm
Ancho de rodillo	660 mm
Velocidad máxima	180 km/h

Tomado de: Vamag, 2017.

3.3. Metodología

Este capítulo describe la metodología que se utilizó para realizar un análisis comparativo de la curva de potencia y torque de un motor a gasolina, empleando combustibles con distintos niveles de octanaje. En la Figura 12 se presentó el flujograma del proceso de recolección de datos y el análisis comparativo de los resultados obtenidos, donde se resumen los pasos que se efectuaron para desarrollar el presente trabajo de investigación, el cual inicia con la puesta a punto de vehículo para realizar las pruebas. Posteriormente, se seleccionaron dos variantes de combustible para el estudio, Extra de 85 octanos y Súper de 95 octanos. Una vez seleccionadas los tipos de combustibles y su octanaje se describe el procedimiento para realizar las pruebas en el dinamómetro inercial Vagma modelo BPA-V2R en el vehículo en el cual se realizó los diferentes pruebas de torque y potencia, así mismo se describen todos los instrumentos que se utilizaron para determinar dichos parámetros. Finalmente se detalla el proceso para realizar las comprobaciones para la obtención de resultados con su respectiva tabulación y análisis.

Figura 12. Metodología de Investigación



3.3.1. Puesta a punto del motor

A continuación, en la figura 13, se describe el proceso de puesta a punto del vehículo para la ejecución de las pruebas comprendió una intervención integral que inició con la revisión exhaustiva del sistema eléctrico y la corrección de los puntos de distribución, asegurando así una base operativa confiable. Para optimizar el rendimiento del motor y el suministro de energía, se procedió con el cambio de bujías, la instalación de una nueva bomba de combustible y la sustitución de las cañerías de combustible, complementado con el reemplazo del balanceador de motor para garantizar la estabilidad mecánica. Finalmente, se reforzó la seguridad y el control del automóvil mediante el cambio de la bomba principal de freno, la reparación del selector de marchas

y el reemplazo de los espárragos de rueda, dejando la unidad en condiciones óptimas para las evaluaciones de desempeño.

Figura 13. Puesta a punto del vehículo Ford 4.0L V6, instalado en un prototipo



3.3.2. Tipo de combustible

Para llevar a cabo las pruebas de esta investigación, se seleccionaron dos tipos de gasolina que son de uso frecuente en el país: la extra de 85 octanos y la súper de 95 octanos. Estos combustibles fueron empleados para analizar el rendimiento de un motor Ford 4.0L V6 con inyección electrónica, utilizando un dinamómetro como herramienta de medición. Es fundamental que ambos combustibles cumplan con las normativas técnicas vigentes.

3.3.2.1. Combustible Extra de 85 octanos

La gasolina Extra de 85 octanos es un combustible automotriz formulado para ofrecer un buen desempeño en motores de combustión interna, cumpliendo con estrictos requisitos técnicos como muestra la tabla 6. Estas especificaciones aseguran su eficiencia, estabilidad y compatibilidad con motores modernos, contribuyendo a un funcionamiento más limpio y confiable.

Tabla 6. Requerimientos para gasolina extra, norma NTE INEN 935:2021

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo ^a
Número de Octano de investigación (RON)	--	85,0	--	NTE INEN 2102 ASTM D2699
Temperatura de destilación:	°C	--	70	ASTM D86
10 %				
50 %				
90 %				
Punto final de ebullición				
Residuo de destilación	% c	--	2,0	
Temperatura para la relación vapor/líquido igual a 20	°C	56,0	--	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60,0	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	No.1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100m L	--	3,0	ASTM D381
Contenido de azufre	% d	--	0,0650	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% c	--	30,0	ASTM D1319 ASTM D6730 ASTM D6733
Contenido de benceno	% c	--	1,00	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% c	--	18,0	ASTM D1319 ASTM D6730 ASTM D6733

Tomado de: Fuente: (INEN)

3.3.2.2. Combustible Súper de 95 octanos

La gasolina Súper de 95 octanos es un combustible de alta calidad diseñado para motores de alto rendimiento y alta compresión, caracterizado por un índice mínimo de octano de investigación (RON) de 95.0, que garantiza una excelente resistencia a la detonación prematura. Este combustible cumple con estrictas especificaciones técnicas como indica la tabla 7.

Tabla 7. Requerimientos para gasolina súper, norma NTE INEN 935:2021

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Número de octano de investigación (RON)	RON	95.0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10%	°C	--	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	
90%	°C	--	190	
Punto final	°C	--	220	
Residuo de destilación, φ_r	%	--	2	
Relación vapor – líquido, a 60°C, V/L	--	--	20	NTE INEN 932 ASMT D 5188
Presión de vapor	kPa	--	60	NTE INEN 928 ASTM D 4953 ASTM D 5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50°C)	--	--	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	--	4,0	NTE INEN 933
Contenido de azufre	Ppm	--	650	NTE INEN 929 ASTM D 4294
Contenido de aromáticos, φ_a	%	--	35,0	NTE INEN 2252 ASTM D 6730
Contenido de benceno, φ_b	%	--	2,0	ASTM D 3606 ASTM D 5580 ASTM D 6277 ASTM D 6230
Contenido de olefinas, φ_o	%	--	25,0	NTE INEN 2252 ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	mín.	240	--	NTE INEN 934 ASTM D 7525
W contenido de oxígeno	%	--	2,7	ASTM D 4815 ASTM D 5845 ASTM D 6730
Contenido de plomo	mg/l	--	No detectado	ASTM D 3237 ASTM D 5185
Contenido de manganeso	mg/l	--	No detectado	ASTM D 3831 ASTM D 5185
Contenido de hierro	mg/l	--	No detectado	ASTM D 5185

Tomado de: Fuente: (INEN)

3.4. Procedimiento para determinación de potencia y torque en el dinamómetro

Para la obtención de la potencia y torque que brinda el vehículo con cada muestra de combustible se siguió el procedimiento como se muestra en la figura 14. Este proceso para la determinación de potencia y torque inicia con la preparación del vehículo, que incluye su alineación con los rodillos, la fijación mediante correas de sujeciones delanteras y traseras, el bloqueo de la suspensión para mitigar movimientos excesivos y la disposición de ventiladores de alta potencia para simular el flujo de aire real. Posteriormente, se define el tipo de prueba y se procede con la calibración del dinamómetro según las especificaciones del vehículo, sincronizando las RPM de ambos sistemas y suministrando combustible de 85 y 95 octanos para las mediciones. Finalmente, tras arrancar el motor y alcanzar la temperatura normal de operación con cargas ligeras, se selecciona la marcha con relación 1:1 para estabilizar el régimen a 2000 rpm, ejecutando una aceleración progresiva a fondo hasta la máxima velocidad segura para la posterior verificación de resultados y gráficas de desempeño.

Figura 14. Procedimiento en el dinamómetro para determinar la potencia y torque



3.5. Pruebas dinamométricas con los combustibles Extra de 85 y Súper de 95 octanos

Para la ejecución de las pruebas con los combustibles extra de 85 octanos y súper de 95 octanos en el dinamómetro, se llevó a cabo la preparación del dinamómetro inercial Vagma modelo BPA-V2R, así como de todos los elementos necesarios para garantizar la obtención de datos precisos y confiables como se indica en la figura 15.

A continuación, se detalla la secuencia de pasos seguida durante la realización de estas pruebas, asegurando el correcto funcionamiento del equipo y la validez de los resultados obtenidos.

- Colocar el combustible de 85 octanos y de 95 octanos
- Calibrar las RPM del vehículo con las RPM del dinamómetro
- Arrancar el motor
- Llevar a temperatura normal de operación
- Cargas ligeras iniciales
- Seleccionar la marcha correcta, relación 1:1
- Estabilizar RPM inicial 2000 rpm
- Aceleración progresiva a fondo hasta RPM máxima segura
- Verificación de resultados y graficas

Figura 15. Pruebas con los combustibles Extra de 85 y Súper de 95 en el dinamómetro



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo presenta los resultados derivados de la fase experimental, en la cual se recopilamos las curvas de potencia y torque mediante un dinamómetro inercial de rodillos Vagma BPA-V2R. Las pruebas se realizaron en un motor Ford 4.0L V6 de inyección electrónica montado en un prototipo, logrando evidenciar variaciones significativas en el desempeño motor al contrastar el uso de combustibles en dos escenarios con distintos niveles de octanaje.

- El primero escenario se basa la utilización de Combustible Extra de 85 octanos
- El segundo escenario se basa la utilización de Combustible Súper de 95 octanos

4.1. Pruebas de Potencia y Torque Utilizando Gasolina Súper de 95 Octanos

4.1.1. *Prueba de Potencia*

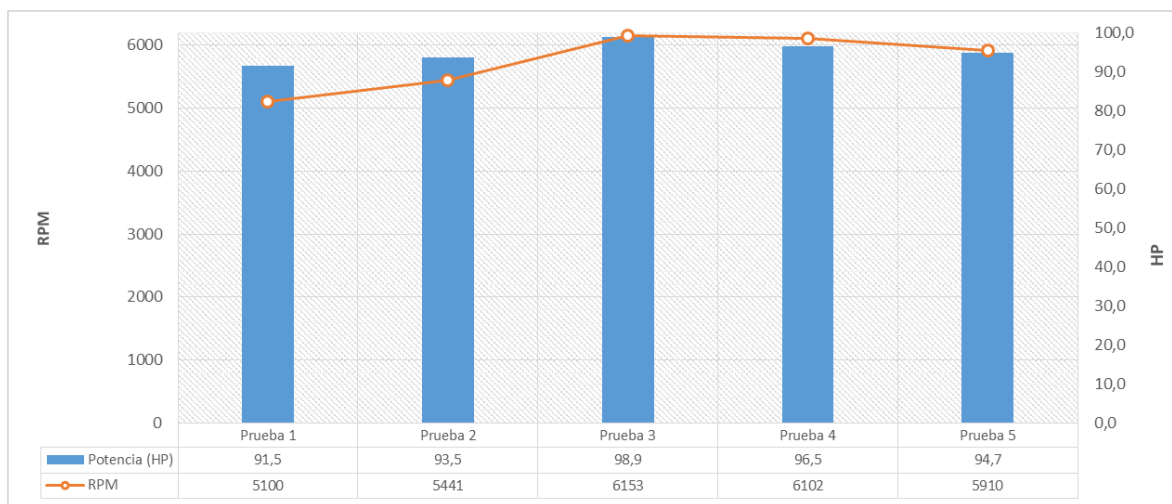
En la Tabla 8 se muestran los resultados de potencia máxima obtenidos en dos pruebas realizadas en el dinamómetro en función de la velocidad, revoluciones por minuto y el promedio de las mismas, datos que fueron obtenidos usando gasolina súper de 95 octanos como combustible.

Tabla 8. Pruebas de Potencia Utilizando Gasolina Súper de 95 Octanos

Nº de prueba	Velocidad (km/h)	Potencia (HP)	RPM
Prueba 1	100	91,5	5100
Prueba 2	107	93,5	5441
Prueba 3	120	98,9	6153
Prueba 4	119	96,5	6102
Prueba 5	116	94,7	5910
Promedio	112	95	5741

El análisis de los resultados obtenidos en el primer escenario de prueba reveló cinco mediciones de curvas de potencia significativas. La primera prueba de medición registró la potencia más baja del conjunto, alcanzando 91.5 HP a 5100 RPM, la segunda medición registró una potencia 93,5 HP a 5441RPM, La tercera prueba arrojó un valor máximo de 98,9 HP a 6153 RPM, la cuarta medición registró la potencia de 96.5 HP a 6102 RPM y la quinta medición registró la potencia de 94.7 HP a 5910 RPM. El promedio de estos dos ensayos establece una potencia resultante de 95 HP a 5741RPM.

Figura 16. Pruebas de Potencia con Gasolina Súper de 95 Octanos



La Figura 16 ilustra, mediante un diagrama de barras, la comparativa de los niveles de curvas de potencia alcanzados frente a sus respectivos regímenes de revoluciones en cada ensayo. En dicha representación, se destaca que la tercera prueba registró el desempeño superior del conjunto, alcanzando una potencia máxima de 98,9 HP.

4.1.2. Prueba de Torque

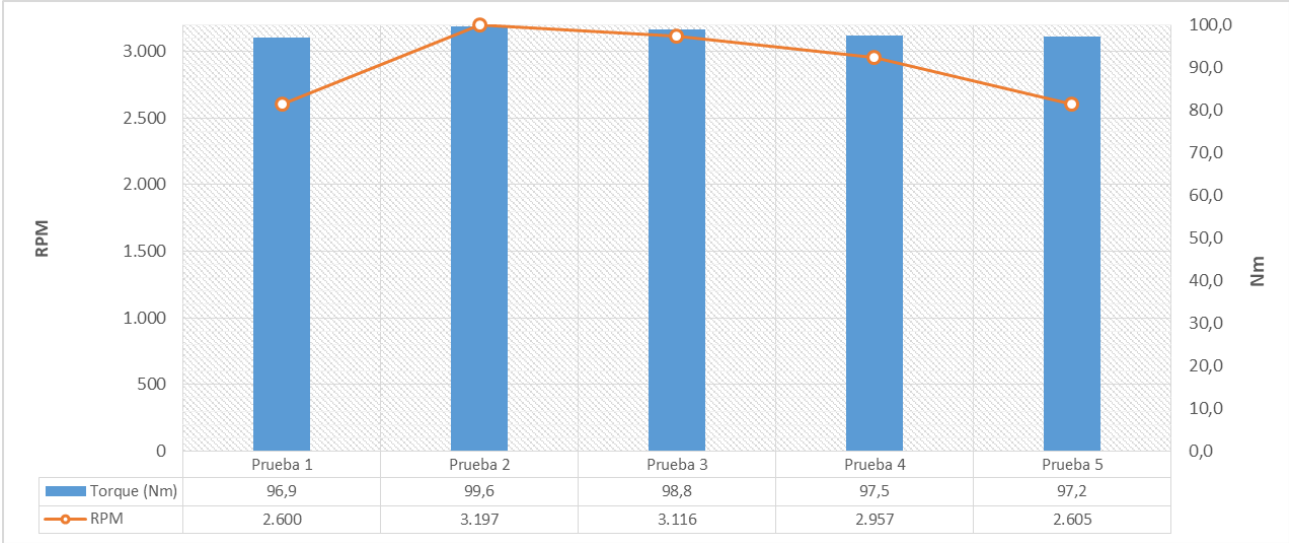
La Tabla 9 refleja los resultados registrados en el dinamómetro, en relación con la curva de torque y las revoluciones por minuto correspondientes a ambos ensayos realizados con gasolina súper de 95 octanos. Asimismo, se especifican los valores promedios de los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 9. Pruebas de Torque Utilizando Gasolina Súper de 95 Octanos

N° de prueba	Velocidad (km/h)	Torque (Nm)	RPM
Prueba 1	65	96,9	2600
Prueba 2	66	99,6	3197
Prueba 3	65	98,8	3116
Prueba 4	65	97,5	2957
Prueba 5	64	97,2	2605
Promedio	65	98	2895

Los resultados de las curvas de torque muestran una variación notable entre los ensayos, destacando la primera prueba de medición registró un torque más bajo del conjunto, alcanzando 96.9 Nm a 2600 RPM, la segunda registró un valor máximo de un torque de 99.6 Nm a 3197 RPM, la tercera prueba registró un torque de 98.8 Nm a 3116 RPM, La cuarta medición registró un torque de 97.5 Nm a 2957 RPM, la quinta medición registró un torque de 97.2 Nm a 2605 RPM. El promedio de estos dos ensayos establece un torque resultante de 98 Nm a 2895 RPM.

Figura 17. Pruebas de Torque con Gasolina Súper de 95 Octanos

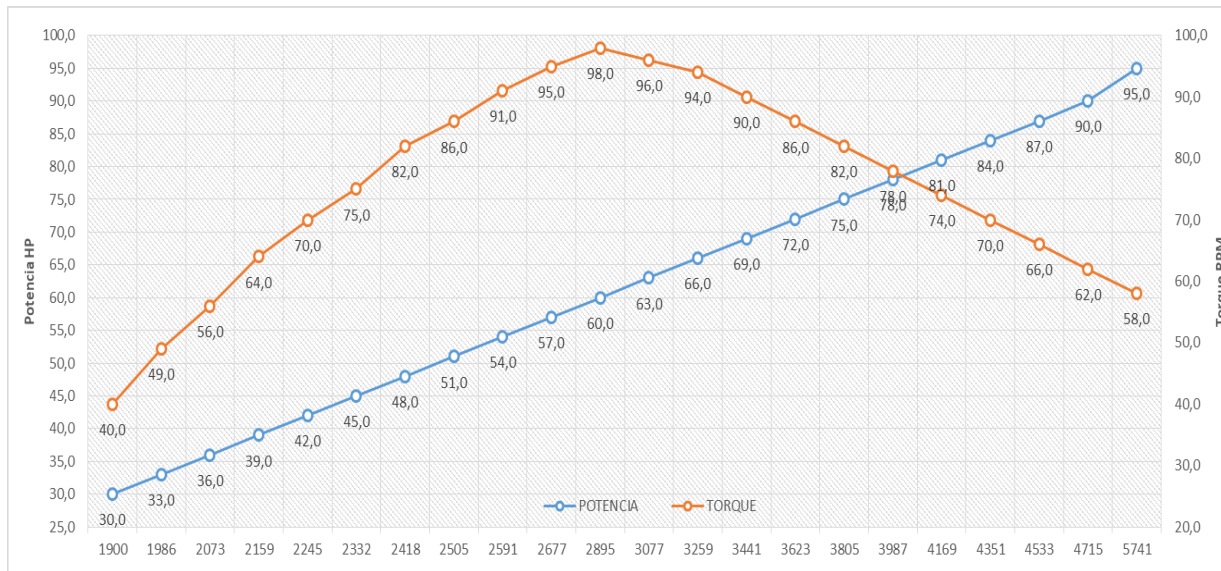


La Figura 17 muestra un diagrama de barras que correlaciona los valores de las curvas de torque obtenidos frente al régimen de revoluciones por minuto utilizando combustible Súper de 95 octanos. El análisis de los datos permite identificar que el rendimiento óptimo se alcanzó durante la tercera prueba, donde se registró el valor máximo de torque con 99.6 Nm a 3197 RPM.

4.1.3. Curvas Características

Las curvas características ilustran el desempeño dinámico del motor Ford 4.0L V6 con inyección electrónica, instalado en el prototipo, mediante la correlación de la potencia (HP) y el torque (Nm) frente al régimen de revoluciones por minuto obtenido durante los ensayos en el dinamómetro.

Figura 18. Promedio de Potencia y Torque con Gasolina Súper de 95 Octanos



La Figura 18 presenta las curvas características de potencia y torque basadas en los promedios de los ensayos realizados con gasolina Súper de 95 octanos. En esta representación, se identifican los puntos de máximo desempeño del sistema, alcanzando una potencia media de 95 HP a 5741RPM y un torque máximo de 98 Nm a 2895 RPM.

4.2. Pruebas de Potencia y Torque Utilizando Gasolina Extra de 85 Octanos

4.2.1. Prueba de Potencia

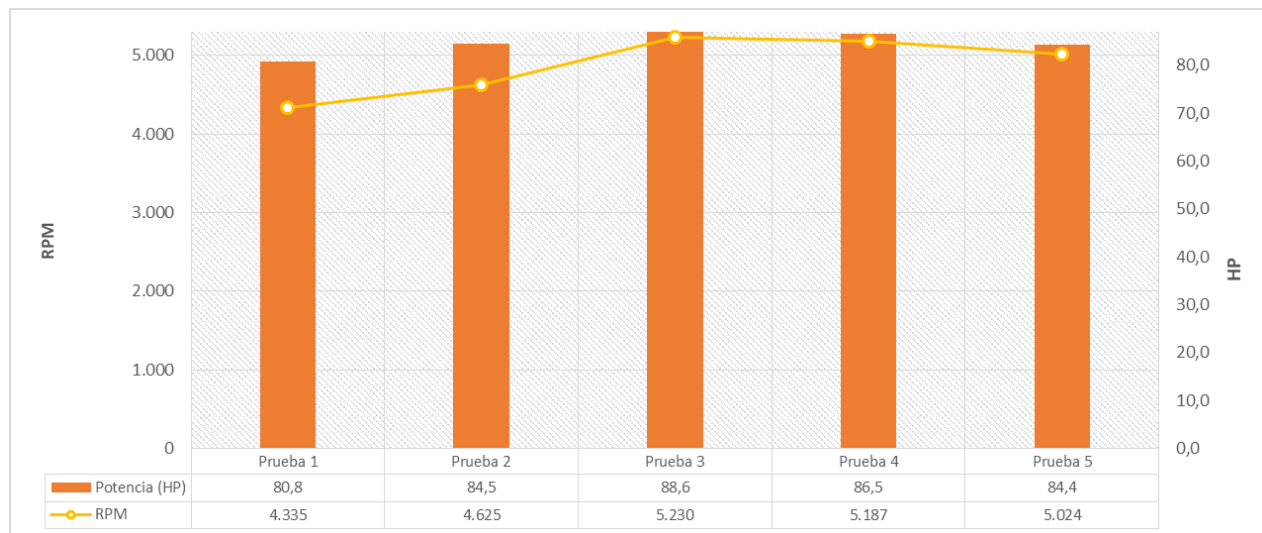
En la Tabla 10 se muestran los resultados de la curva de potencia máxima obtenidos en dos pruebas realizadas en el dinamómetro en función de la velocidad, revoluciones por minuto y el promedio de las mismas, datos que fueron obtenidos usando gasolina extra de 85 octanos como combustible.

Tabla 10. Pruebas de Potencia Utilizando Gasolina Extra de 85 Octanos

N° de prueba	Velocidad (km/h)	Potencia (HP)	RPM
Prueba 1	95	80,8	4335
Prueba 2	110	84,5	4625
Prueba 3	118	88,6	5230
Prueba 4	116	86,5	5187
Prueba 5	114	84,4	5024
Promedio	110	85	4880

El análisis de los resultados obtenidos en el segundo escenario de prueba reveló dos mediciones de la curva de potencia significativas. La primera prueba de medición registró la potencia más baja del conjunto, alcanzando 80.8HP a 4335 RPM, la segunda medición registró una potencia de 84.5 HP a 4625 RPM, la tercera medición registró con un valor máximo de potencia de 88.9 HP a 5230 RPM, la cuarta medición registró la potencia 86.5 HP a 5187 RPM, la quinta prueba registró la potencia de 84.4 HP a 5024 RPM. El promedio de estos dos ensayos establece una potencia resultante de 85 HP a 4880 RPM

Figura 19. Pruebas de Potencia con Gasolina Extra de 85 Octanos



La Figura 19 ilustra, mediante un diagrama de barras, la comparativa de los niveles de la curva de potencia alcanzados frente a sus respectivos regímenes de revoluciones en cada ensayo. En dicha representación, se destaca que la tercera prueba registró el desempeño superior del conjunto, alcanzando una potencia máxima de 88.6 HP.

4.2.2. Prueba de Torque

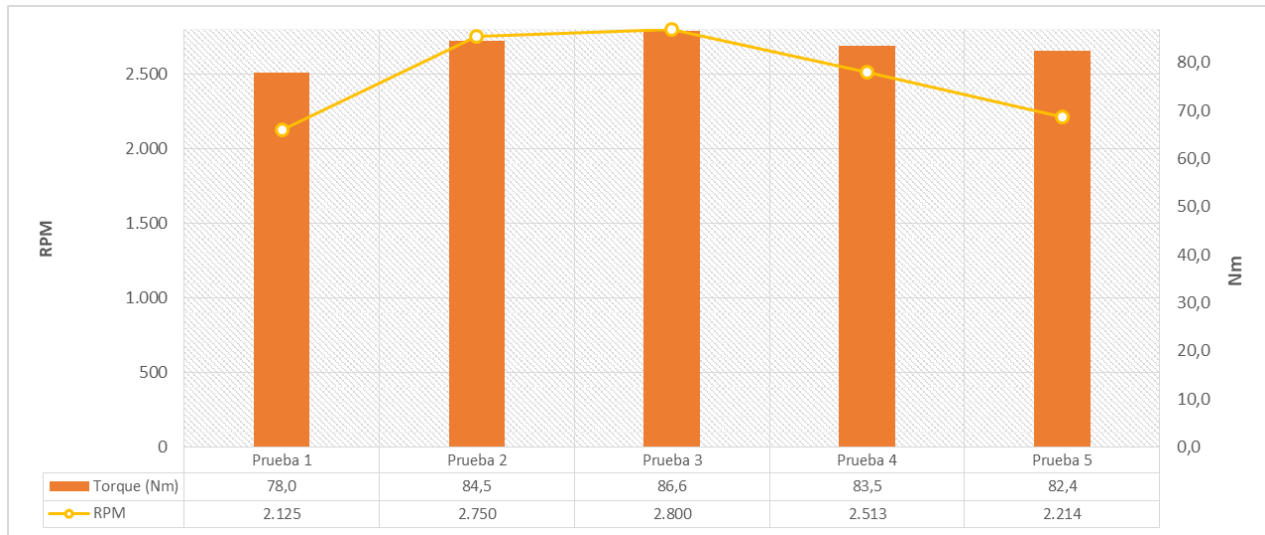
La Tabla 11 refleja los resultados registrados en el dinamómetro, en relación con la curva de torque y las revoluciones por minuto correspondientes a los ensayos realizados con gasolina extra de 85 octanos. Asimismo, se especifican los valores promedios de los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 11. Pruebas de Torque Utilizando Gasolina Extra de 85 Octanos

N° de prueba	Velocidad (km/h)	Torque (Nm)	RPM
Prueba 1	60	78,0	2125
Prueba 2	75	84,5	2750
Prueba 3	72	86,6	2800
Prueba 4	55	83,5	2513
Prueba 5	48	82,4	2214
Promedio	62	83	2481

Los resultados de la curva de torque muestran una variación notable entre los ensayos, destacando que la primera prueba registró la potencia más baja del conjunto, alcanzando los 78 Nm a 2125 RPM, mientras que la segunda medición registró un torque 84,5 Nm a 2750 RPM, la tercera medición registró un torque con un valor máximo 86,6 Nm a 2800 RPM, la cuarta medición registró un torque de 83,5 Nm a 2513 RPM y la quinta medición registró un torque 82,4 Nm a 2214 RPM. A partir de estas mediciones, se determinó un promedio es de 83 Nm a 2481 RPM, lo que refleja el comportamiento dinámico del sistema bajo diferentes regímenes de operación.

Figura 20. Pruebas de Torque con Gasolina Extra de 85 Octanos

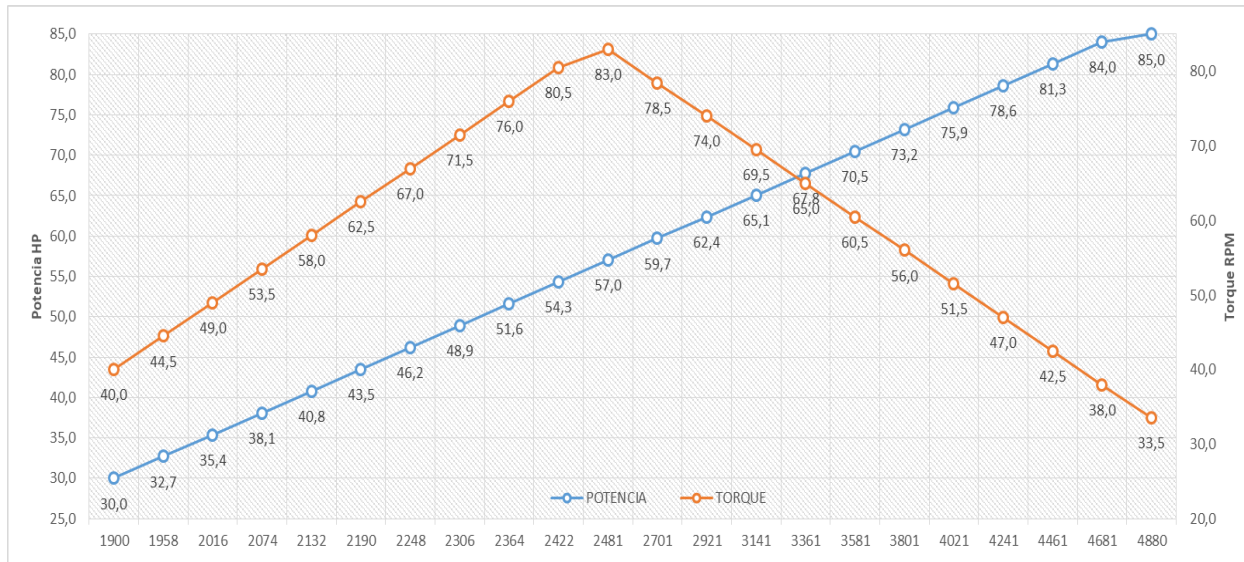


La Figura 20 muestra un diagrama de barras que correlaciona los valores de la curva de torque obtenidos frente al régimen de revoluciones por minuto utilizando combustible extra de 85 octanos. El análisis de los datos permite identificar que el rendimiento óptimo se alcanzó durante la tercera prueba, donde se registró el valor máximo de torque con 86,6 Nm a 2800 RPM.

4.2.3. Curvas Características

Las curvas características ilustran el desempeño dinámico del motor Ford 4.0L V6 con inyección electrónica, instalado en el prototipo, mediante la correlación del torque (Nm) y la potencia (HP) frente al régimen de revoluciones por minuto obtenido durante los ensayos en el dinamómetro.

Figura 21. Pruebas de Torque con Gasolina Extra de 85 Octanos



La Figura 21 presenta las curvas características de torque y potencia basadas en los promedios de los ensayos realizados con gasolina extra de 85 octanos. En esta representación, se identifican los puntos de máximo desempeño del sistema, alcanzando una potencia media de 85 HP a 4880 RPM y un torque de 83 Nm a 2481 RPM.

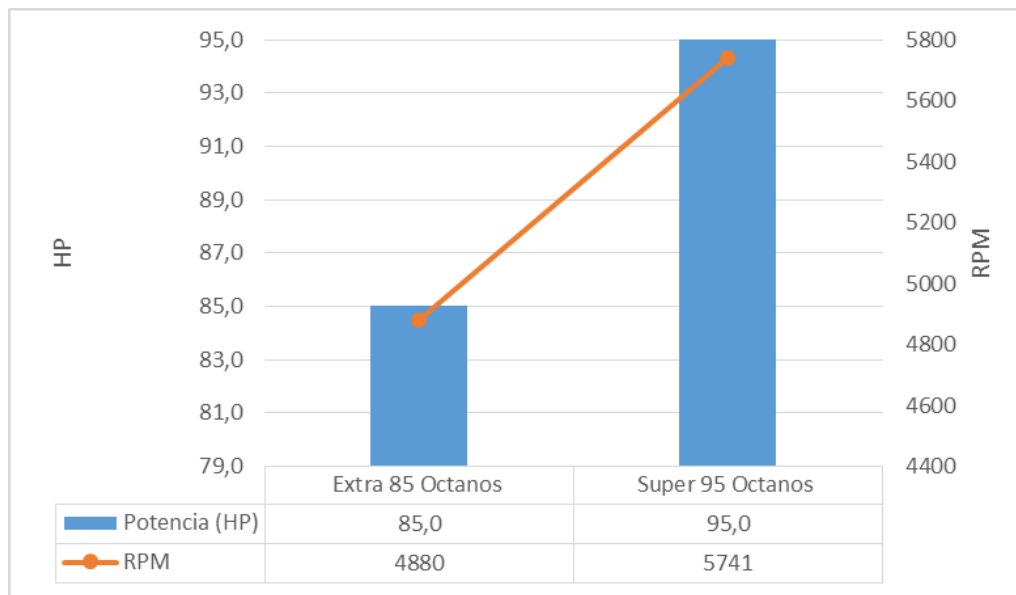
4.3. Comparación de Resultados de Potencia y Torque con el Combustible Extra y Súper

Tras concluir el análisis individual de las curvas de potencia y torque para cada tipo de combustible, es fundamental realizar una comparativa integral de los datos registrados, con el objetivo de determinar con precisión qué variante de octanaje optimiza el rendimiento térmico y mecánico del sistema.

4.3.1. Comparación de Potencia

Debido a que las pruebas de la curva de potencia en el dinamómetro generaron resultados variables según el tipo de combustible empleado, resulta adecuado consolidar dichas mediciones en una representación gráfica unificada, permitiendo así una visualización clara y comparativa de los rangos de desempeño alcanzados por cada variante.

Figura 22. Comparación de Potencias Utilizando Diferentes Octanajes

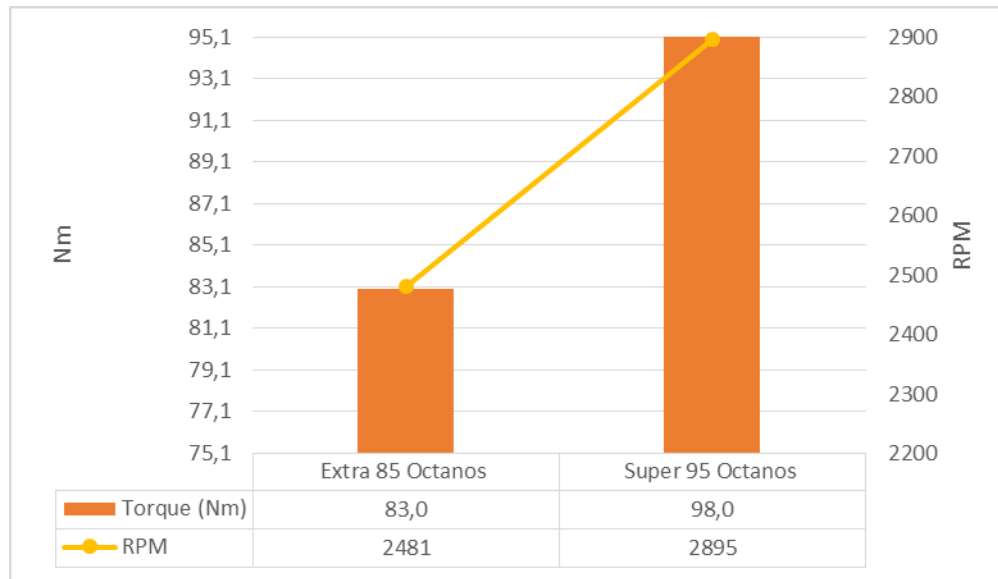


La Figura 22 ilustra comparativamente los niveles máximos de la curva de potencia obtenidos según la variante de combustible empleada, destacando una brecha de rendimiento significativa entre ambas. El desempeño superior se registró con la gasolina Súper de 95 octanos, alcanzando un pico de 95 HP a 5741RPM, mientras que el uso de gasolina Extra de 85 octanos resultó en una potencia máxima considerablemente menor, situada en 85 HP a 4880 RPM. Lo que representa una reducción del 10,53% en la potencia máxima en comparación con la gasolina Súper.

4.3.2. Comparación de Torque

Tras la ejecución de los pruebas de la curva de torque en el dinamómetro, se registraron variaciones significativas en función del tipo de combustible empleado; por consiguiente, resulta procedente consolidar estos hallazgos en una representación gráfica unificada que permita contrastar con precisión los rangos de desempeño y los picos de fuerza alcanzados por cada variante.

Figura 23. Comparación de Torque Utilizando Diferentes Octanajes



La Figura 23 presenta una comparativa de los niveles máximos de las curvas torque en función del combustible utilizado, evidenciando una diferencia considerable en el rendimiento mecánico. El desempeño óptimo se obtuvo con la gasolina Súper de 95 octanos, que alcanzó un pico de 98 Nm a 2895 RPM, mientras que el empleo de gasolina Extra de 85 octanos generó un torque significativamente inferior, registrando un valor máximo de 83 Nm a 2481 RPM, lo que representa una reducción del 15,31 % en el torque máximo en comparación con la gasolina Súper.

4.4. Análisis Comparativo del Desempeño de Potencia y Torque en Función de las RPM, el Tiempo y el Tipo de Combustible

Una vez finalizado los ensayos de las curvas de potencia y torque en el dinamómetro, se realizó un análisis comparativo de los datos obtenidos para identificar qué variante de combustible optimiza el tiempo de respuesta hacia la potencia máxima. Debido a las variaciones significativas detectadas según el octanaje, se procedió a realizar una representación gráfica unificada, facilitando así el contraste preciso entre los rangos de desempeño y los picos de fuerza generados por cada combustible.

4.4.1. Análisis comparativo de la potencia frente a RPM y tiempo de respuesta según el tipo de combustible

La Tabla 12 presenta un análisis comparativo de la curva de potencia máxima y el tiempo de respuesta en función de los rangos de RPM, contrastando los resultados obtenidos en las pruebas

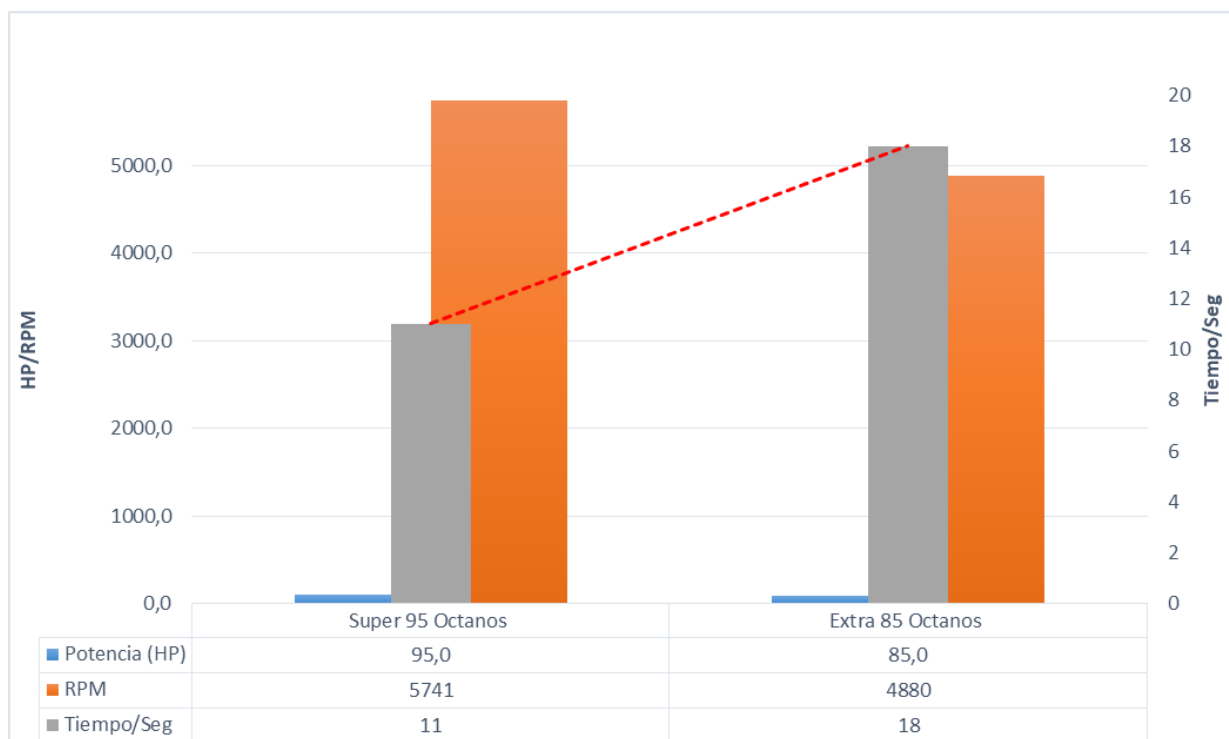
realizadas con gasolinas Extra (85 octanos) y Súper (95 octanos). El promedio de estos dos ensayos establece una potencia resultante de 90 HP a 5310 RPM y con un tiempo de 14,5 segundos.

Tabla 12. Comparación de Potencia frente a RPM y el Tiempo

Tipo de Prueba	Potencia (HP)	RPM	Tiempo/Seg
Súper 95 Octanos	95,0	5741	11
Extra 85 Octanos	85,0	4880	18
Promedio	90	5310	14,5

El análisis comparativo de la curva de potencia frente a RPM y tiempo se comprobó una mejora significativa con el uso de gasolina Súper de 95 octanos, la cual alcanzó un pico de 95 HP a 5741 RPM en solo 11 segundos; en contraste, la gasolina Extra de 85 octanos registró 85 HP a 4880 RPM en 18 segundos, lo que representa una reducción de 7 segundos en el tiempo de respuesta para alcanzar la potencia máxima.

Figura 24. Comparación de la Potencia frente al Rango de Tiempo y Rpm



La Figura 24 presenta una comparativa de los niveles máximos de la curva de potencia en función de los dos tipos de combustible utilizados, evidenciando una notable diferencia en el tiempo de

respuesta. El desempeño óptimo se obtuvo con la gasolina Súper de 95 octanos, que alcanzó un pico de 95 HP a 5741 RPM en solo 11 segundos, mientras que la gasolina Extra de 85 octanos registró una potencia máxima de 85 HP a 4880 RPM en un lapso de 18 segundos. Esta diferencia de 7 segundos implica que el uso de gasolina Extra conlleva un incremento del 62,58% en el tiempo de respuesta para alcanzar su pico de potencia en comparación con la gasolina Súper.

4.4.2. Análisis comparativo del torque frente a RPM y tiempo de respuesta según el tipo de combustible

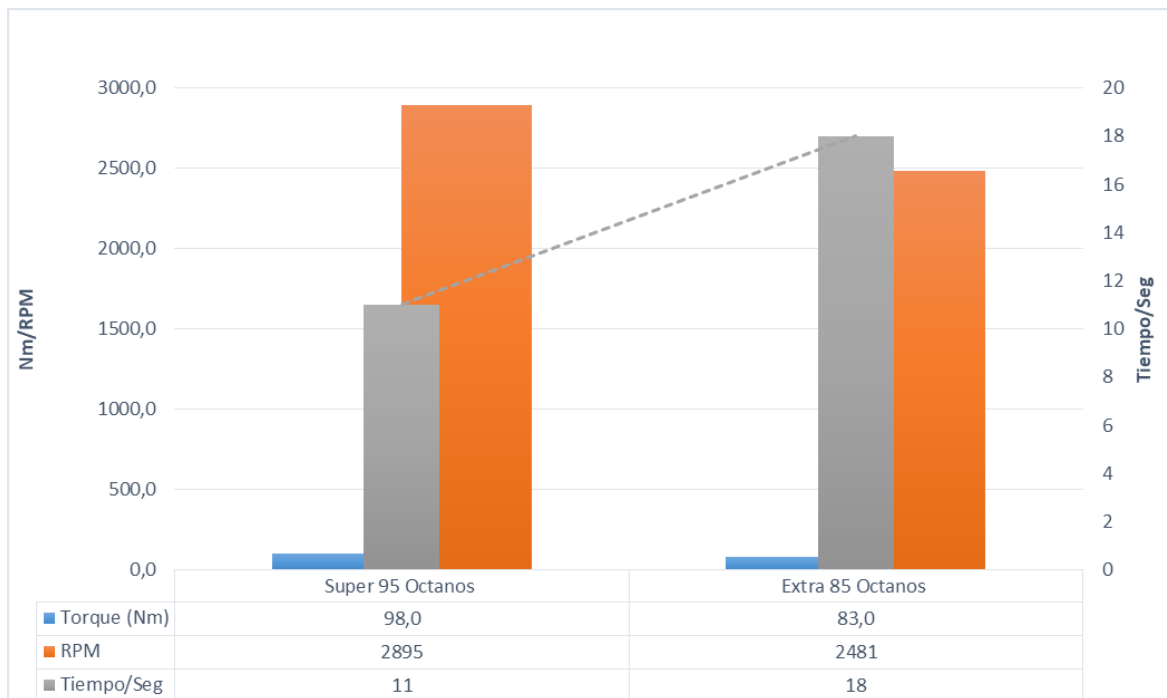
La Tabla 13 presenta un análisis comparativo de la curva de torque máximo y el tiempo de respuesta en función de los rangos de RPM, contrastando los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con gasolinas Extra (85 octanos) y Súper (95 octanos). El promedio de estos dos ensayos establece un torque resultante de 90,5 Nm a 2688 RPM y con un tiempo de 14,5 segundos.

Tabla 13. Comparación de Torque frente a RPM y el Tiempo

Tipo de Prueba	Torque (HP)	RPM	Tiempo/Seg
Súper 95 Octanos	98	2895	11
Extra 85 Octanos	83	2481	18
Promedio	90,5	2688	14,5

El análisis comparativo de la curva de torque frente a RPM y tiempo se comprobó una mejora significativa con el uso de gasolina Súper de 95 octanos, la cual alcanzó un pico de 98 Nm a 2895 RPM en solo 11 segundos; en contraste, la gasolina Extra de 85 octanos registró 83 Nm a 2481 RPM en 18 segundos, lo que representa una reducción de 7 segundos en el tiempo de respuesta para alcanzar el torque máximo.

Figura 25. Comparación del Torque frente al Rango de Tiempo y Rpm



La Figura 25 presenta una comparativa de los niveles máximos de la curva de torque en función de los dos tipos de combustible utilizados, evidenciando una notable diferencia en el tiempo de respuesta. El desempeño óptimo se obtuvo con la gasolina Súper de 95 octanos, que alcanzó un pico de 98 Nm a 2895 RPM en solo 11 segundos, mientras que la gasolina Extra de 85 octanos registró un torque máximo de 83 Nm a 2481 RPM en un lapso de 18 segundos. Esta diferencia de 7 segundos implica que, la gasolina Súper logra alcanzar su pico de torque de 37,42% menos de tiempo que la variante de menor octanaje, lo que confirma una mayor eficiencia térmica y operativa con el combustible de mayor octanaje.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El análisis experimental de las curvas de potencia del motor Ford 4.0L V6 en el dinamómetro evidenció una diferencia en función del octanaje del combustible empleado. Con gasolina Súper de 95 octanos, la curva de potencia mostró un comportamiento superior en todo el rango operativo, alcanzando una potencia media máxima de 95 HP a 5741 RPM, mientras que con gasolina Extra de 85 octanos la potencia promedio se limitó a 85 HP a 4880 RPM. Esta diferencia no solo refleja un mayor valor pico, sino también una curva más eficiente y sostenida a regímenes medios y altos cuando se utiliza el combustible de mayor octanaje, confirmando su impacto positivo en el desempeño energético del motor.
- Las curvas de torque obtenidas experimentalmente mostraron que el uso de gasolina Súper de 95 octanos permite al motor desarrollar un torque significativamente mayor y más estable en comparación con la gasolina Extra de 85 octanos. En términos promedio, el torque máximo con combustible Súper fue de 98 Nm a 2895 RPM, frente a 83 Nm a 2481 RPM con combustible Extra. Este comportamiento indica una mayor capacidad de generación de fuerza efectiva en el cigüeñal, especialmente en regímenes de carga media, lo cual se traduce en una respuesta más contundente y eficiente del motor cuando opera con un mayor índice de octanaje.
- Al comparar el rendimiento de los valores máximos de potencia y torque se observan diferencias cuantitativas y operativas relevantes entre ambos combustibles. La gasolina Súper de 95 octanos permitió incrementos aproximados del 11,76 % en potencia máxima y del 18,07 % en torque máximo respecto a la gasolina Extra de 85 octanos. Además, el motor no solo alcanzó un mejor desempeño a revoluciones más altas, sino que lo hizo mucho más rápido, reduciendo el tiempo de respuesta de 18 a solo 11 segundos. Esto

demuestra que un mayor octanaje no solo aumenta la potencia y el torque, sino que permite que el motor trabaje de manera mucho más eficiente y equilibrada.

- Las diferencias observadas en las curvas de potencia y torque se correlacionan directamente con las propiedades fisicoquímicas de las gasolinas evaluadas y los principios termodinámicos del motor de combustión interna. El mayor octanaje de la gasolina Súper de 95 octanos incrementa la resistencia a la detonación, permitiendo una combustión más controlada, un mejor aprovechamiento del avance de encendido y una presión media efectiva superior dentro del cilindro. Por el contrario, la gasolina Extra de 85 octanos limita estas condiciones, reduciendo la eficiencia térmica y mecánica global. En consecuencia, el combustible de mayor octanaje favorece una conversión energética más eficiente, reflejada en mayores niveles de potencia, torque y una respuesta dinámica más rápida del motor. Específicamente, la gasolina Súper de 95 octanos alcanza sus picos de potencia y torque a un promedio de 5310 RPM y en un tiempo promedio de 11.00 segundos, mientras que la gasolina Extra de 85 octanos lo hace a un promedio de 2688 RPM y en un tiempo promedio de 18.00 segundos.

5.2. Recomendaciones

- Para optimizar el rendimiento del motor Ford 4.0L V6 de inyección electrónica, se recomienda utilizar exclusivamente gasolina Súper de 95 octanos en pruebas de dinamómetro, ya que esta genera una potencia máxima promedio de 95 HP a 5741 RPM un 11,76 % superior a los 85 HP a 4880 RPM de la gasolina Extra de 85 octanos, lo que asegura una combustión más eficiente, minimiza detonaciones prematuras y maximiza la transferencia de energía térmica al eje motriz.
- Se recomienda priorizar gasolina Súper de 95 octanos para maximizar el torque, alcanzando 98 Nm a 2895 RPM frente a los 83 Nm a 2481 rpm con gasolina Extra de 85 octanos un incremento del 18,07 %, permitiendo una mayor fuerza motriz en regímenes medios que mejora la aceleración y la respuesta dinámica del vehículo sin sobrecargar componentes mecánicos.

- En operaciones dinámicas se recomienda, implemente gasolina Súper de 95 octanos para reducir el tiempo de respuesta a potencia y torque máximos a solo 11 segundos contra 18 segundos con 85 octanos, una mejora del 39%, optimizando la eficiencia operativa y la competitividad en escenarios de alto desempeño donde la rapidez en alcanzar picos es crítica.
- Para el diseño y calibración de sistemas de inyección electrónica en motores como el Ford 4.0L V6, seleccione combustibles de 95 octanos como estándar, dado que sus curvas características desplazan los picos de potencia y torque hacia regímenes más altos y consistentes, garantizando estabilidad, mayor rendimiento y alineación con normas de optimización energética en pruebas de dinamómetro inercial.

BIBLIOGRAFÍA

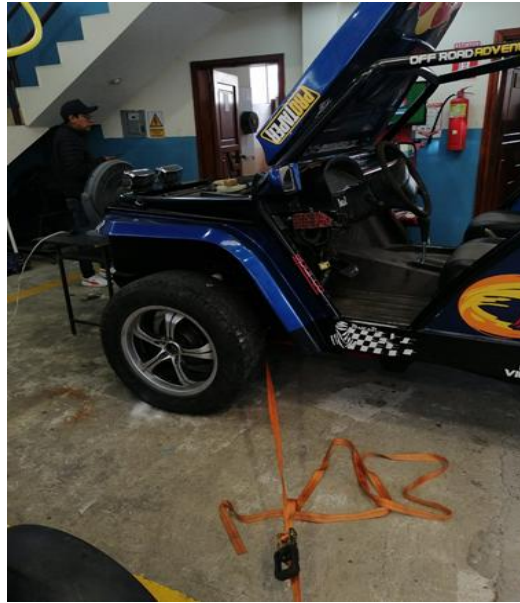
- [1] J. Rodríguez-Fernández, Á. Ramos, J. Barba, D. Cárdenas, and J. Delgado, “Improving fuel economy and engine performance through gasoline fuel octane rating,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 13, Jul. 2020, doi: 10.3390/en13133499.
- [2] Secretaría Nacional de Planificación del Ecuador., “Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador.” Accessed: Jun. 05, 2025. [Online]. Available: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025-de-ecuador>
- [3] J. B. Heywood, “*Fundamentos del motor de combustión interna*,” 2 ed. 2018.
- [4] C. R. F. y A. T. Kirkpatrick, “*Motores de combustión interna: termociencias aplicadas*,” 3ª ed. Hoboken, NJ, EE. UU, 2016.
- [5] F. P. y J. M. Desantes, “*Motores de combustión interna alternativos*.” Barcelona, España, 2021.
- [6] Tom Denton, “Advanced Automotive Fault Diagnosis,” New York, 2017.
- [7] Aixier Padron, “SELECCIÓN DEL TREN MOTRIZ DE VEHÍCULOS PESADOS (CARGA Y PASAJEROS) DESTINADOS AL SERVICIO PÚBLICO.” Accessed: Jun. 07, 2025. [Online]. Available: <https://busesymarcas.wordpress.com/2020/01/16/seleccion-del-tren-motriz-de-vehiculos-pesados-carga-y-pasajeros-destinados-al-servicio-publico/>
- [8] R. Stone, “*Introducción a los motores de combustión interna*,” 4ª ed. Londres, Reino Unido, 2012.
- [9] Antonio Roncero, “POTENCIA Y PAR ¿CÓMO INTERPRETAR UN GRÁFICO? .” Accessed: Jun. 07, 2025. [Online]. Available: 2009 <https://www.auto10.com/actualidad/el-plan-grande-panda-4x4-asi-muestra-fiat-lo-que-podria-ser-su-nuevo-todoterreno-urbano/23356>
- [10] W. W. Pulkrabek, *Fundamentos de ingeniería del motor de combustión interna*. NJ, EE. UU, 2014.
- [11] Senzahydrogen, “La Relación y Función del Desplazamiento, Caballos de Fuerza, Potencia y Torque en los Motores de Automóviles.” Accessed: Jun. 06, 2025. [Online]. Available: <https://senzahydrogen.com/es/the-relationship-and-function-of-displacement-horsepower-power-and-torque-in-automobile-engines/>
- [12] 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.

- [13] Y. R. L. Y. G. T. C. L. F. Roberto P. González Valdés, “Consumo de combustible de los motores de combustión interna,” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 19, 2010. Accessed: Jun. 06, 2025. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542010000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [14] J. D. Halderman, *Automotive Engine Performance*, 6th ed. 2020.
- [15] K. O. and T. Coley, *Automotive Fuels Reference Book*, 3rd ed. PA, USA:, 2018.
- [16] J. G. Speight, *Handbook of Petroleum Product Analysis*, 2nd ed. Hoboken, NJ, USA, 2015.
- [17] The Motor Vehicle, T. K. Garrett, K. Newton, and W. Steeds, 13th ed. Oxford, 2001.
- [18] M. , L. R. , & M. P. García, “Advances in Antiknock Additives for Gasoline Engines: A Review,” *Fuel Processing Technology*, vol. 205, 2020.
- [19] G. M. Chandi, M. M. Borja, L. F. Cárdenas, and M. R. Espín, “Study of the variation of octane rating by blending extra, super and octane-boosting additive in Ecuador,” *European Public and Social Innovation Review*, vol. 10, Jan. 2025, doi: 10.31637/epsir-2025-1388.
- [20] G. E. , S. R. J. , & F. D. R. Totten, *Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing*, 2 ed. 2020.
- [21] C. R. , & K. A. T. Ferguson, *Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences*, 3rd Edition.
- [22] J. E. Duffy, *Modern Automotive Technology*, 8th Edition. 2013.
- [23] J. D. Halderman, *Automotive Fuel and Emissions Control Systems*, 4th Edition. 2015.
- [24] F. A. , & R. M. A. Ortiz, “Evaluación del desempeño de un vehículo motor de combustión interna a diésel, con un sistema de inyección GLP como combustible de aporte.,” 2018. Accessed: Jun. 02, 2025. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:171719426>
- [25] J. Rodríguez-Fernández, Á. Ramos, J. Barba, D. Cárdenas, and J. Delgado, “Improving fuel economy and engine performance through gasoline fuel octane rating,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 13, Jul. 2020, doi: 10.3390/en13133499.
- [26] J. , M. F. , & G. H. Cárdenas, “Análisis y clasificación de dinamómetros utilizados en ensayos de motores de combustión interna,” *Revista Ingeniería Mecánica, Tecnología y Desarrollo*, pp. 45–53, 2021.
- [27] M. , P. D. , & S. A. Rodríguez, “Estudio de protocolos normalizados en pruebas de dinamómetro para motores térmicos.,” *Revista Ciencia y Técnica*, pp. 112–120, 2022.

- [28] E. Daniel and J. José Arrospide, “Banco de ensayos para motores de combustión interna y curvas características Proyecto Final UNIVERSIDAD TENCOLÓGICA NACIONAL-FACULTAD REGIONAL LA PLATA,” 2016.
- [29] V. Ganesan, *Internal Combustion Engines*, 4th ed. New Delhi, India, 2012.
- [30] opinautos, “¿Qué significan las especificaciones técnicas del motor de tu Explorer?” Accessed: Jun. 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.opinautos.com/ford/explorer/guias/especificaciones-tecnicas-del-motor>
- [31] auto-data.net, “1995 Ford Explorer II 4.0 V6 (155 CV) | Ficha técnica y consumo , Medidas,” 2010. Accessed: Jun. 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.auto-data.net/es/ford-explorer-ii-4.0-v6-155hp-7866>

ANEXOS

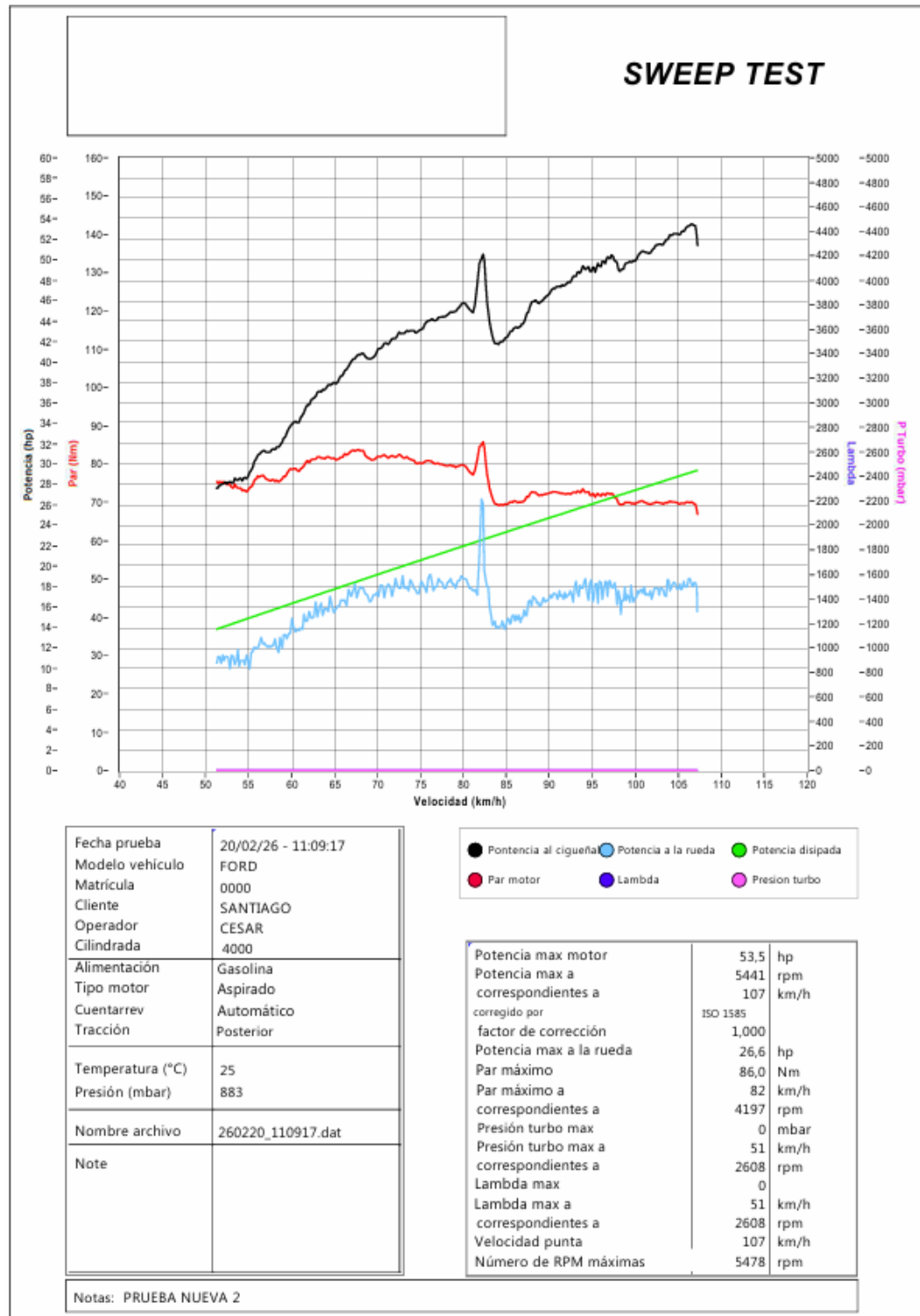
ANÁLISIS DE POTENCIA Y TORQUE



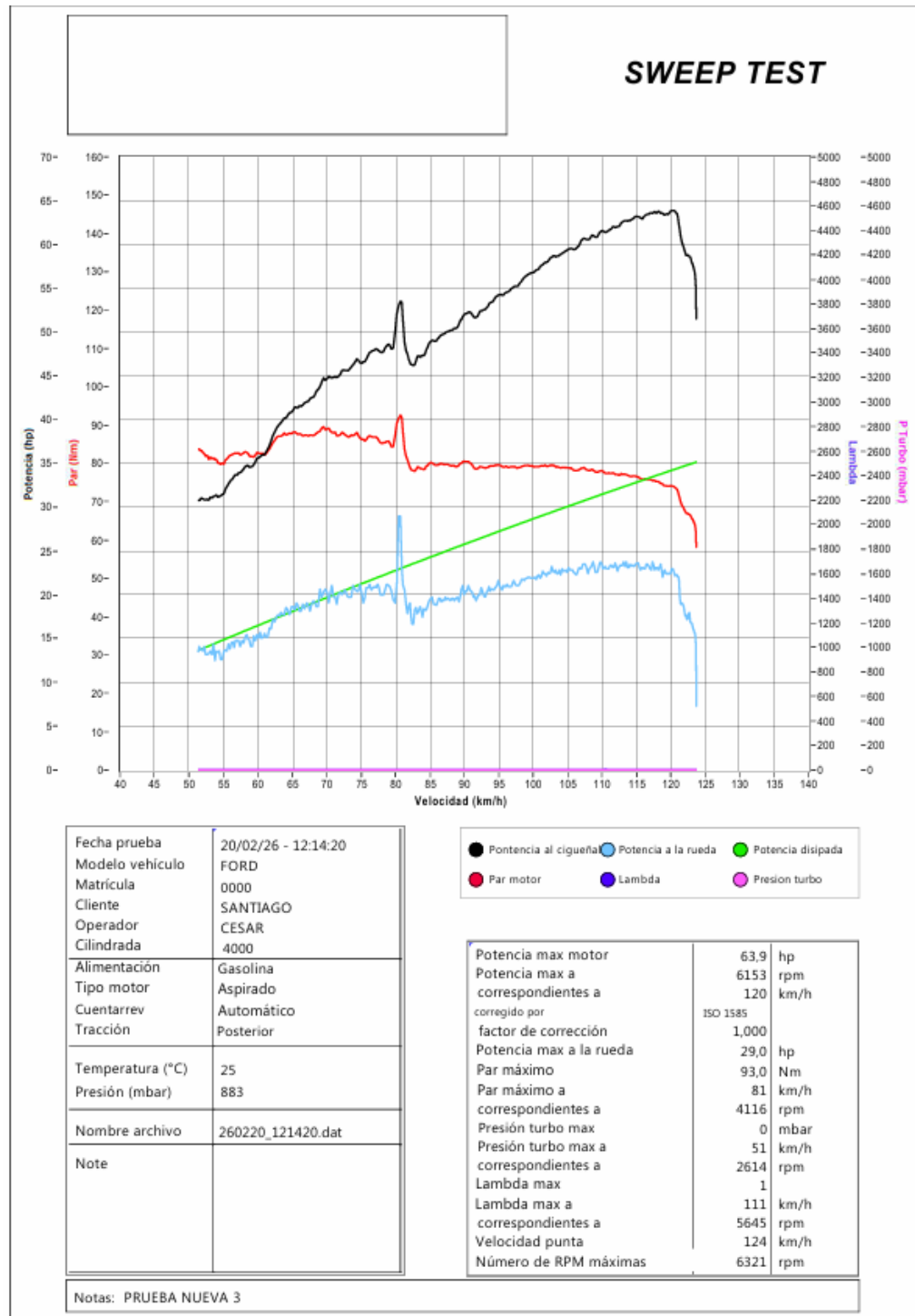
Anexo 1. Seguridad para Pruebas en el Dinamómetro



Anexo 2. Pruebas en el Dinamómetro



Anexo 3. Prueba sobre resultados de potencia y torque usando gasolina Super.



Anexo 4. Prueba 2 sobre resultados de potencia y torque usando gasolina Extra.