

# UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Arquitectura e Ingeniería

Ingeniería Mecánica Automotriz

Tema: Comportamiento de un MEP de baja cilindrada bajo el efecto de diferentes gasolinas.

Dennis Aristóteles Martínez Loaiza.

Nota del autor

Dennis Aristóteles Martínez Loaiza, Facultad de Ingeniería Arquitectura e Ingeniería,

Universidad Internacional SEK.

Director Ing. Edilberto Antonio Llanes Cedeño, PhD

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:

[dmartinez.mec@uisek.edu.ec](mailto:dmartinez.mec@uisek.edu.ec)

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## **Declaración Juramentada**

Yo, Dennis Aristóteles Martínez Loaiza, con cédula de identidad 110355052-9, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Dennis Aristóteles Martínez Loaiza

C.I: 110355052-9

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Índice de Contenidos

Declaración Juramentada.....	2
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Antecedentes.....	10
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos .....	12
Estado del arte .....	13
El Motor de Combustión Interna.....	13
Ciclos de un motor de combustión interna .....	14
Ciclo Otto .....	14
Admisión .....	14
Compresión.....	15
Combustión.....	15
Expansión .....	15
Escape.....	15
Ciclo Diésel .....	16
Sistema de Inyección electrónica. ....	16
Sistema de Inyección directa. ....	16
Sistema de Inyección Indirecta. ....	16
Sistemas de Inyección Monopunto.....	17
Sistemas de Inyección Multipunto. ....	17
Sistema de Inyección Jetronic. ....	17
Sistema de Inyección Motronic .....	18
Emisiones de Gases Contaminantes. ....	18
Monóxido de carbono (CO).....	18
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	19
Hidrocarburo (HC). ....	19
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ). ....	19
Factores de emisión .....	19
Combustibles .....	20
Octanaje.....	21
Densidad .....	21
Poder calorífico.....	21

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Punto de inflamación .....	21
Gasolina .....	22
Ciclo de Conducción Eficiente .....	22
Ciclo de Conducción Normal .....	22
Método.....	23
Selección y Características del Vehículo.....	23
Ciclo IM240.....	24
Dinamómetro MAHA LPS3000.....	25
Analizador de gases MAHA MDO 2 LON. ....	26
Ventilador MAHA AIR 7/1 .....	27
Pruebas de Potencia y Par Motor.....	28
Consumo de combustible.....	30
Protocolo de pruebas consumo de combustible:.....	31
Pruebas de emisiones de gases. ....	32
Diseño experimental .....	33
Resultado y Discusión .....	34
Análisis de los resultados para la Potencia.....	34
Discusión de resultados de potencia. ....	35
Análisis de los resultados para el Torque .....	35
Discusión de resultados de torque. ....	36
Análisis de los resultados para las emisiones .....	37
Discusión de los resultados para las emisiones .....	38
Conclusiones.....	40
Recomendaciones .....	42
Referencia Bibliografía.....	43
Anexos .....	48

COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

**Índice de figuras**

Figura 1. Vehículo empleado en las pruebas _____	24
Figura 2. Ciclo de conducción IM240 _____	24
Figura 3. Dinamómetro de chasis LPS 3000 _____	26
Figura 4. Analizador de gases _____	26
Figura 5. Ventilador de pruebas _____	28
Figura 6. Recipiente para el control del consumo de combustible _____	30
Figura 7. Probetas para la cuantificación del volumen e combustible _____	32
Figura 8. Gráfico comparativo de la Potencia para las distintas gasolinas _____	35
Figura 9. Gráfico comparativo del Torque para las distintas gasolinas _____	36
Figura 10. Gráfico comparativo del Factor de emisión CO para las distintas gasolinas _____	37
Figura 11. Gráfico comparativo del Factor de emisión HC para las distintas gasolinas _____	38
Figura 12. Gráfico comparativo del Factor de emisión NOx para las distintas gasolinas _____	38

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Índice de tablas

Tabla 1 Especificaciones del motor _____	23
Tabla 2 Especificaciones del Dinamómetro MAHA LPS3000 _____	25
Tabla 3 Especificaciones del Analizador de gases _____	27
Tabla 4 Especificaciones del Ventilador _____	28
Tabla 5 Tratamientos para el análisis de diferencias significativas _____	33
Tabla 6 Tratamientos para el análisis de diferencias significativas Potencia _____	34
Tabla 7 Tratamientos para el análisis de diferencias significativas _____	36

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Resumen

El transporte automotor es esencial para la movilidad humana, el mismo juega un rol fundamental en el desarrollo del comercio exterior e interior de cualquier nación, en la actualidad el mayor porcentaje de los automotores consume energía de procedencia fósil, la cual es altamente contaminante. En el Ecuador, se comercializan varios tipos de gasolinas las cuales se pueden comportar diferentes en relación al consumo, potencia, torque y emisiones en función del tipo de vehículo y condiciones de explotación. El presente trabajo tiene como objetivo general, Evaluar el comportamiento de un MEP de baja cilindrada bajo el efecto de diferentes gasolinas, mediante la experimentación en ciclo de conducción dinamométrica, para la evaluación de la mejor variante. Las pruebas se realizaron en un motor de combustión interna de cuatro cilindros (Chevrolet Spark GT 2015), para la determinación del torque y potencia se utilizó el dinamómetro de chasis perteneciente al Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), utilizando los tres tipos de gasolina que se comercializan en Quito, Ecuador (Extra, Súper y Súper G-prix), se utiliza el ciclo 6 IM240 para las pruebas estáticas de laboratorio donde se analizan las emisiones contaminantes. Como resultado se obtiene, que la gasolina Súper G-Prix posee el mejor comportamiento en relación al torque y potencia, mientras los menores factores de emisión se obtienen para la gasolina Ecopais.

Palabras Claves: Motor encendido provocado, factor de emisión, combustibles, ciclo de conducción, potencia, Par motor.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Abstract

Automotive transport is essential for human mobility, it plays a fundamental role in the development of foreign and internal trade of any nation, currently the highest percentage of motor vehicles consume energy from fossil sources, which is highly polluting. In Ecuador, several types of gasoline are marketed which may behave differently in relation to consumption, power, torque and emissions depending on the type of vehicle and operating conditions. The present work has the general objective of evaluating the behavior of a low-displacement MEP under the effect of different gasoline, through experimentation in the dynamometric driving cycle, for the evaluation of the best variant. The tests were carried out on a four-cylinder internal combustion engine (Chevrolet Spark GT 2015), for the determination of torque and power, the chassis dynamometer belonging to the Technology Transfer Center for Training and Research in Vehicle Emission Control (CCICEV), using the three types of gasoline that are marketed in Quito, Ecuador (Extra, Super and Super G-prix), cycle 6 IM240 is used for static laboratory tests where polluting emissions are analyzed. As a result, it is obtained that the Super G-Prix gasoline has the best behavior in relation to torque and power, while the lowest emission factors are obtained for Ecopais gasoline.

Key Words: Engine ignition caused, emission factor, fuels, driving cycle, power, torque.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Introducción

En la actualidad el consumo de combustible de los motores de combustión interna (MCI) a partir de derivados del petróleo, tiene una gran importancia teniendo en cuenta el alto precio de los mismos ya que se ha retirado el subsidio de la mayoría de los combustibles. así como el progresivo agotamiento del petróleo. Desde otro punto de vista innumerables autores analizan y evalúan los aspectos relacionados con la contaminación ambiental provocada por los desechos de la combustión. (Rocha, 2018; Llanes,2018).

La contaminación ambiental que se genera en los países proviene principalmente de medios de transporte, de emisiones de industrias y de emisiones que se generan en las ciudades; pero tengamos presente siempre que, al final, estos altos niveles de contaminación dependen del alto consumo de productos, energía y servicios que utiliza la sociedad. La sociedad dentro de sus actividades cotidianas tiene la necesidad de movilizarse de un punto a otro, por el cual utilizan medios de transporte con motores de combustión interna. Hay miles de vehículos con motores de combustión interna circulando por el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y cada uno de ellos es una fuente de contaminación. Estos producen emisiones contaminantes que son un conjunto de gases tóxicos para el medio ambiente, que tienen origen de la combustión que se genera en el motor de un vehículo. Las emisiones contaminantes que generan los motores de combustión interna son una preocupación que existe a nivel mundial, por lo que se han creado leyes y regulaciones respecto a las emisiones de gases que exigen a la industria automotriz a colocarse a la vanguardia tecnológica para que se diseñen motores que cumplan con las normas y leyes de emisiones que se promueve en cada país que determina la cantidad de emisiones contaminantes que un vehículo puede

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

producir. Los principales gases contaminantes que se detectan en un motor de combustión interna son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) e hidrocarburos (HC).

En la industria automotriz constantemente se hacen investigaciones que tienen como objetivo la mejoría en el rendimiento de los automotores. Las investigaciones realizadas están específicamente enlazadas a la demostración de consumo de combustible, emisiones contaminantes, torque y potencia que genera cada vehículo, que son realizadas en laboratorios específicos que analizan al nivel del mar como referencia y el uso de combustibles disponibles en las regiones en donde se hacen las pruebas anteriormente mencionadas. El alcance de la investigación planteada es el consumo de combustible, emisiones contaminantes que emana el vehículo el cual causa el proceso de combustión el operar de la manera que superan los 2000 msnm ocasiona perjuicios económicos y ambientales generadas por el alto consumo de combustible.

### **Antecedentes.**

La contaminación producida en el sector automovilístico es un tema que en la actualidad ha sido parte del pensamiento de los seres humanos, una gran parte de dicha contaminación es producida por vehículos de encendido por combustión interna. En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se lleva a cabo anualmente un control de emisiones contaminantes a través de la Corpaire, en la cual los automotores a gasolina son sometidos a una prueba de aceleración libre, como lo indica la norma INEN 2202. Sin embargo, dicha prueba no refleja las condiciones de trabajo a las que se encuentra expuesto normalmente un vehículo cuando transita por una carretera.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

En el país, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2015) entre 2010 y 2015 se registró un aumento de vehículos motorizados del 57 %, es decir 1 925 368. De los cuales Pichincha presenta el mayor parque automotor del país con 492 568 vehículos matriculados, seguido de Guayas y Manabí. En relación a las marcas, la Chevrolet lidera el podio con 554.042 vehículos a nivel nacional (INEC, 2015). En el caso de Quito, transitan en un promedio de más de 450 mil vehículos, de los cuales alrededor el parque automotor liviano con motor a gasolina figura el 91 % (5.4 % de motos y 85.6 % automóviles), son causantes de más del 40 % de las emisiones de material particulado (PM) y de gases contaminantes como CO, HC, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> (Secretaría de Ambiente de Quito, 2016).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por habitante. Lo que representa un 0,1% de emisiones a nivel mundial. A pesar de ser un país con emisiones que representan menos del 0,5 % de CO<sub>2</sub> en el mundo, el gobierno trabaja para potenciar las acciones de mitigación y adaptación del cambio climático, con el fin de perfeccionar la calidad de vida, en términos de bienestar ambiental y social. Sin embargo, hay otra vialidad a la disminución de gases contaminantes producidos por las fuentes móviles, es la de optimizar las propiedades de los combustibles y para lograrlo en la mayoría de los casos sin ningún respaldo técnico se propone añadir aditivos, oxigenar el combustible con etanol, realizar mezclas entre combustibles, etc. Realizar mezclas entre los combustibles en el Ecuador sigue siendo un mito, no es posible emitir un criterio técnico sobre si se debe o no se debe combinar las gasolinas y su afectación en el desempeño del motor de combustión interna.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Por lo anteriormente expuesto, se tiene como problema ¿Cómo se comporta desde el punto de vista mecánico y ambiental, vehículos de baja cilindrada bajo el efecto las gasolinas comercializadas en la sierra ecuatoriana?

### **Objetivo general**

Evaluar el comportamiento de un MEP de baja cilindrada bajo el efecto de diferentes gasolinas, mediante la experimentación en ciclo de conducción dinamométrica, para la evaluación de la mejor variante.

### **Objetivos específicos**

Medir los parámetros de torque, potencia, consumo de combustible y factores de emisiones, mediante un dinamómetro de chasis y aplicación del ciclo 6 IM240, para la evaluación del comportamiento mecánico y ambiental.

Realizar el análisis de los resultados, mediante un diseño experimental y aplicación de la estadística, para la determinación de la mejor variante en función del combustible.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Estado del arte

Desde su creación, el motor de combustión interna ha sido tema de desarrollo, en el propósito de optimizar sus prestaciones y aumentar su efectividad. Es así como se han sugerido hacer cambios a los ciclos Otto y Diésel que intentan no solo aprovechar más eficientemente la energía suministrada por el combustible, sino también la disminución de los gases contaminantes.

### El Motor de Combustión Interna

El motor de combustión interna de encendido provocado, es el responsable de convertir la energía térmica del combustible en trabajo útil, la misma que será usada para generar el movimiento del vehículo. La particularidad fundamental de este motor es que el origen de la combustión se crea una contribución de energía externo al periodo termodinámico, al hacer saltar la chispa en los electrodos de la bujía, debiendo producirse en el instante idóneo para lograr que el proceso de combustión sea lo más eficiente posible. La altitud a la que funcionan los motores de combustión interna, tiene un poder directo sobre su operatividad, debido a la pérdida de potencia por la reducción del aire a mayor altitud.

En los motores de combustión interna la energía es liberada por la ignición del combustible dentro del motor. En un motor de combustión interna ingresa aire y combustible. En los motores de encendido por chispa, la mezcla de aire y combustible se preparaba antiguamente en el carburador y es luego conducida al cilindro, ahora en la actualidad es por medio de inyectores, lo que permite un ahorro de combustible y un mejor aprovechamiento del mismo; en los motores de encendido por compresión se

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

realiza directamente en el cilindro, donde el combustible se inyecta después de haber sido introducido y comprimido el aire.

### **Ciclos de un motor de combustión interna**

Los ciclos empleados en el funcionamiento de los motores de combustión interna son el ciclo Otto y el ciclo Diesel.

#### **Ciclo Otto**

Todos los motores tienen su inicio de un ciclo termodinámico, el cual consta de una serie de hechos en los que la energía se recibe a un nivel elevado, convirtiéndose en trabajo su mayor parte y los residuos se echan al medio ambiente como emisiones. En 1862, el francés Beau De Rochas patentó un ciclo, el cual fue utilizado por los alemanes Otto y Langen en un motor de cuatro tiempos. Este motor fue el primero de los motores de ciclo Otto. El ciclo mecánico de un motor Otto de cuatro tiempos, se completa con cuatro carreras del pistón, dos vueltas del cigüeñal y una del árbol de levas. (Calleja, Motores, 2018)

#### **Admisión**

La presión de la mezcla a lo largo de la aspiración está por debajo de la presión atmosférica, por lo tanto, el cierre de la válvula de admisión se produce después que el pistón llega al punto muerto inferior, es decir, se prolonga el período de admisión y entra en el cilindro la máxima cantidad de mezcla de aire y combustible. (Calleja, Motores, 2018)

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## **Compresión**

El combustible transmite calor al cilindro, posteriormente, el gas se enfría y obtiene menos presión.

## **Combustión**

La combustión no es instantánea y el volumen de la mezcla cambia mientras se propaga la ignición. La chispa debe saltar antes de que el pistón haya terminado la carrera de compresión, de esta manera aumenta considerablemente la presión alcanzada después de la combustión y de esta forma el trabajo ganado será notable. (Calleja, Motores, 2018)

## **Expansión**

El crecimiento de temperatura en el interior del cilindro durante la combustión que produce la expansión, que los gases dan calor al cilindro y se enfrían, dando como resultado una presión menor. (Calleja, Motores, 2018)

## **Escape**

La válvula de escape se abre antes de que el pistón llegue al punto muerto inferior, de este modo la presión del gas tendrá tiempo de reducir mientras el pistón termina su carrera descendente, al realizar éste su carrera ascendente sólo encontrará delante de él gases expansionados ya casi por completo. La válvula de admisión se abre antes de que el pistón llegue al punto muerto superior, produciendo una cierta depresión en el cilindro que hace que la aspiración sea más enérgica. (Payri González, 2020)

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## **Ciclo Diésel**

El motor Diésel es un motor de combustión interna cuyo desempeño se basa en el ciclo Otto, a diferencia que se inyecta combustible dentro del pistón una vez realizada la compresión del aire. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

## **Sistema de Inyección electrónica.**

Cuando hay el arranque en el automóvil, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de rotación indica a la unidad de comando el giro del motor. En el movimiento de bajada, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo llegando hasta los cilindros del motor. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

## **Sistema de Inyección directa.**

Los sistemas de inyección directa radican en una bomba mecánica que empuja al combustible por un conducto hasta un inyector situado en la cámara de combustión. Este tipo de inyección fue usado por mucho tiempo en los motores con ciclo Otto, pero debido a su elevado costo fue sustituido por sistemas de inyección indirecta. La fundamental disimilitud con los sistemas de inyección indirecta además de la ubicación del inyector, es la precisión que debe tener el sistema para proveer el combustible. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

## **Sistema de Inyección Indirecta.**

En este tipo de inyección, el combustible es introducido en el ducto de admisión encima de la válvula para que luego de la apertura de la misma el combustible pase a la

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

cámara de combustión. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

### **Sistemas de Inyección Monopunto**

Este tipo de inyección surgió por la necesidad de bajar los costos que tienen los sistemas de inyección multipunto en la década de los 90 y por la necesidad de eliminar el carburador en los vehículos particulares de bajo costo con el fin de poder cumplir con las normas anticontaminación exigidas. El sistema monopunto consiste en único inyector ubicado antes de la mariposa de gases, donde el combustible se inyecta a pulsos y a una presión de 0,5 bar. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

La dosificación de combustible que proporciona el inyector viene determinada por la ECU la cual, como en los sistemas de inyección multipunto recibe información de diferentes sensores. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

### **Sistemas de Inyección Multipunto.**

Los motores con inyección multipunto cuentan con un inyector independiente para cada cilindro ubicados en el múltiple de admisión o en la cabeza, encima de los puertos de admisión. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

### **Sistema de Inyección Jetronic.**

El sistema Jetronic es controlado electrónicamente y pulveriza el combustible en el múltiple de admisión. Su trabajo es (Gisbert, 2009) suministrar el volumen exacto para

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

los distintos regímenes de revolución. El sistema Jetronic es analógico. Por este motivo no posee memoria para guardar posibles averías que pueden ocurrir. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel, 2015)

### **Sistema de Inyección Motronic**

El sistema Motronic también es un sistema multipunto. Diferente del sistema Jetronic, en que trae incorporado en la unidad de comando también el sistema de encendido. Tiene sonda lambda en el sistema de inyección, que está instalada en el tubo de escape. El sistema Motronic es digital, por el cual tiene memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero. (Calleja, Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo otto, 2015)

### **Emisiones de Gases Contaminantes.**

El motor de combustión de ciclo Otto no es capaz de combustionar en su totalidad el combustible dentro de los cilindros, es decir se produce una combustión incompleta. Entre las emisiones expulsadas en los gases de escape encontramos: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), los cuales representan una fracción del total de la cantidad de gases combustionados. (Payri González, 2020)

### **Monóxido de carbono (CO).**

Se produce en la combustión incompleta, es un gas incoloro, inodoro, explosivo y altamente tóxico.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

### **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).**

Es un gas incoloro y no combustible, producidos al quemarse los combustibles compuestos de carbono, es el responsable de reducir la capa de ozono que sirve de protección contra los rayos U.V. El dióxido de carbono es el gas tóxico de mayor preocupación en el tema del calentamiento global puesto este gas es el que origina el efecto invernadero, cada vez más común (Pérez, 2017).

### **Hidrocarburo (HC).**

Son restos no combustionados del combustible, aparecen en los gases de escape luego de una combustión incompleta. La combustión ineficiente es debido a la falta de oxígeno durante la combustión (mezcla rica) o también por una baja velocidad de inflamación (mezcla pobre) (Gisbert, 2009).

### **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).**

Son combinaciones de nitrógeno N<sub>2</sub> y oxígeno O<sub>2</sub> como, por ejemplo: NO, NO<sub>2</sub>. Los óxidos de nitrógeno se generan al existir altas presiones y temperaturas con exceso de oxígeno durante la combustión del motor (Gisbert, 2009).

### **Factores de emisión**

Los factores de emisión son importantes para quienes toman decisiones en los estudios de impacto ambiental, para crear estrategias y sobre todo para la estimación de los inventarios de emisiones y poder evaluar los programas de control de la contaminación ambiental (Pérez, 2017).

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Un factor de emisión es considerado una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad o proceso (consumo de energía, unidades de producción, kilómetros recorridos, etc.); las normas buscan la reducción de estos factores, en base a la tecnología, combustible, uso, régimen, control, entre otros (Pérez, 2017).

Los factores de emisión se expresan en gramos de contaminante por kilómetro recorrido o kilogramos de contaminante por cantidad de combustible quemado.

### **Combustibles**

Los combustibles se definen como cualquier material con la capacidad de liberar energía al oxidarse de forma violenta con desprendimiento de calor. Los más populares son la gasolina y el diésel, pero además de ellos, existen otros tipos de combustibles para vehículos en el mercado. (Castro, 1997)

Los combustibles líquidos como la gasolina, el queroseno, el gasóleo o la nafta provienen del petróleo bruto y son empleados en su mayoría a instancias de motores de combustión. Se caracterizan por su poder calorífico, volatilidad, viscosidad, densidad específica, contenido de azufre, punto de inflamación y punto de enturbiamiento y congelación. (Payri González, 2020)

Para la caracterización del combustible es importante conocer las características fisicoquímicas más importantes, a continuación, se describen las mismas según Payri (2011), densidad, octanaje y poder calorífico.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## **Octanaje**

La definición de octanaje o número de octanos es una medida de la calidad y capacidad antidetonante de las gasolinas para evitar las detonaciones y explosiones en las máquinas de combustión interna de tal manera que se libere o se produzca la máxima cantidad de energía útil es decir la medida de la resistencia de un combustible a auto encenderse (Molina, 2016).

## **Densidad**

Se la expone como la masa por unidad de volumen del fluido.

## **Poder calorífico**

Es la energía liberada en forma de calor en la ignición estequiométrica de una unidad de masa de combustible, donde los productos quemados quedan en las mismas condiciones de temperatura y presión que los reactivos iniciales

## **Punto de inflamación**

Es la temperatura a la cual los vapores de la superficie del combustible se queman cuando se exponen a una llama. El punto de inflamación generalmente se especifica para la seguridad de manipulación y almacenamiento de combustible. (Payri González, 2020)

Cuando el punto de inflamación no cumple con las especificaciones mínimas, indica que está contaminado con otra sustancia más volátil y está afectando el rendimiento del motor (Hughey, 2015).

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## **Gasolina**

La gasolina se conoce como la mezcla de hidrocarburos relativamente volátiles, libres de agua, sedimento y material sólido en suspensión, destinada a ser empleado como combustible para motores de combustión interna de encendido por chispa. Se clasifican en dos tipos de acuerdo con el octanaje: gasolina de 87 octanos (nombre comercial Extra) y gasolina de 92 octanos (nombre comercial Súper) (INEN 935, 2016).

## **Ciclo de Conducción Eficiente**

La conducción ecológica es un tipo de conducción eficiente que tiene como propósito disminuir el consumo de combustible y la contaminación ambiental. Está consiste en procesos que especifican la potencia, torque y velocidad para operar el motor en los límites óptimos del mismo.

## **Ciclo de Conducción Normal**

Según García y Villalba, (2016) este tipo de conducción se caracteriza por la circulación de un vehículo a las velocidades establecidas o puestas por la ley, con un tranquilo cambio de velocidades y un uso moderado del pedal del acelerador, por lo cual las emisiones no serán excesivas a comparación de la conducción agresiva.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Método

### Selección y Características del Vehículo

Para realizar la caracterización y el análisis comparativo tanto de consumo de combustible, emisiones contaminantes, torque y potencia en un motor a gasolina, se utilizó un automóvil Chevrolet, modelo Spark Gt 1.2 del año 2015, dicho vehículo fue escogido por la afluencia de la marca y la representación que tiene en nuestro país, ya que es uno de los *hatchbacks* más comercializados en Ecuador por su baja cilindrada y por ende bajo consumo. El vehículo se encontró en un estado óptimo de funcionamiento ya que se tomó en cuenta todos los parámetros de seguridad y el correcto mantenimiento preventivo del vehículo, para poder obtener el óptimo funcionamiento y desempeño en las pruebas realizadas en el dinamómetro.

En la Tabla 1 se puede apreciar las distintas especificaciones técnicas del vehículo que son necesarias para realizar las pruebas de consumo de combustible, emisiones, torque y potencia. En el Anexo 1 se detallan las características de las gasolinas experimentadas y en la Figura 1 se muestra el vehículo experimentado.

Tabla 1

#### *Especificaciones del motor*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL AUTOMOVIL</b>	
CILINDRAJE	1200cc
NÚMERO DE CILINDROS	4
POTENCIA	80.5hp
TORQUE	110Nm
TRACCIÓN	Delantera
COMBUSTIBLE	Gasolina
TONELAJE	0.75T
DESIGNACION DE LAS RUEDAS	155/70 R14

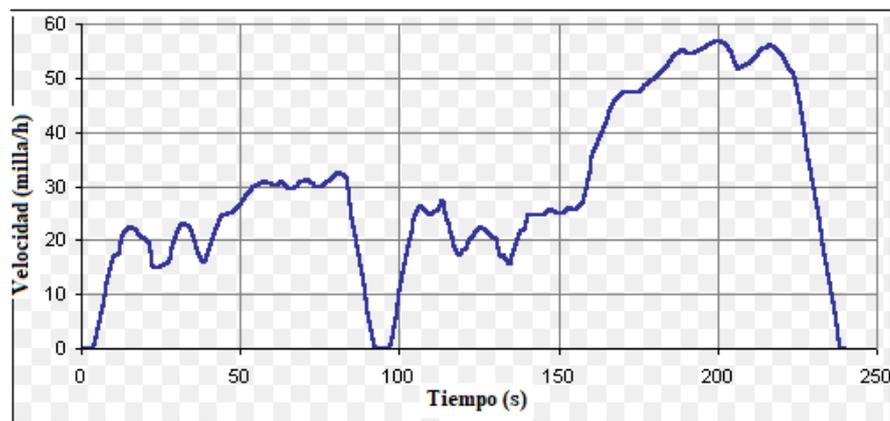
## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



*Figura 1.* Vehículo empleado en las pruebas

### **Ciclo IM240**

El ciclo IM240 es una prueba de 240 segundos en la cual los vehículos deben cumplir un ciclo de conducción simulado e interpretar la conducta o patrón de manejo en el tránsito urbano y en carretera. El IM240 es una parte del ciclo FTP-75 que es una prueba dinámica establecida por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos de gasolina o Diésel (ver Figura 2). Este ciclo se lo puede realizar en un dinamómetro.



*Figura 2.* Ciclo de conducción IM240

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Dinamómetro MAHA LPS3000

Es un banco de potencia de rodillos partidos para un eje para vehículos con accionamiento 4x4 con una carga axial de 2,4 T con un freno de corrientes parásitas y un motor eléctrico por juego de rodillos para medir hasta velocidades de prueba hasta 300 km/h este rodillo tiene las características de medir potencia estática con revoluciones continuas, medición de potencia estática con velocidad constante, medición de potencia estática con fuerza de tracción constante, medición de potencia dinámica con aceleración regulable. La medición de la potencia de arrastre de MAHA garantiza la más alta precisión en la medición de la potencia. En la Tabla 2 se detallan las características del dinamómetro, y en la Figura 3 se muestra su estructura.

Tabla 2

### *Especificaciones del Dinamómetro MAHA LPS3000*

<b>Datos técnicos MAHA LPS3000</b>	
N.º de rodillos	1x R100
Carga por eje	2500kg
Dimensiones de los rodillos	3345 x 1100 x 625 mm
Longitud de los rodillos	750 mm
Diámetro de los rodillos	318 mm
Distancia entre rodillos	540 mm
Mínimo diámetro de ruedas	13 in
Máxima velocidad de pruebas	260 km/h
Distancia entre ejes min/máx..	800/2300 mm
Máxima potencia transmitida	260/400 kW
Máximo Par	6000 N
Precisión de medición	2 %
Alimentación	230V / 1F+N+T/50Hz (16A)
Presión de aire comprimido	6-8 bar
Peso total	1200 kg

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



*Figura 3.* Dinamómetro de chasis LPS 3000

### **Analizador de gases MAHA MDO 2 LON.**

El analizador de gases marca AXION R/S se utiliza para el análisis de HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> con cálculo del valor Landa con un control interno de protección a la introducción de condensación, con separador activo de agua condensada mediante bomba separadora de membrana, con la posibilidad de medición de gases CNG, LPG. Indicando los resultados en monitor del PC. En la Figura 4 y Tabla 3 se relacionan las características fundamentales del analizador de gases.



*Figura 4.* Analizador de gases

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Tabla 3

### *Especificaciones del Analizador de gases*

<b>Datos Técnicos</b>	
Gases mesurables	HC, CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , NO
Principio de medición	Absorción Fotométrica
Longitud de onda de la luz proyectada.	567 mm
Longitud de la célula de medición	430 mm
Diámetro int/ext.	28 mm/25 mm
Tiempo de calentamiento aprox	180 s
Tensión de a bordo	12 V/24V
Consumo de potencia medio/máx.	0.11 kW/0.13 kW
Alimentación de corriente	1/N/PE 230V 50Hz
Dimensiones totales (La x An x Al)	230 mm x 550 mm x 245 mm
Peso	13 kg

### **Ventilador MAHA AIR 7/1**

Es un Ventilador de viento relativo universal y potente para todo tipo de vehículos livianos y pesado con una potencia de aire regulable en dos niveles con un canal de salida amplio y elevado dirigido al radiador y debajo del vehículo para evitar sobrecalentamiento del vehículo, este ventilador se puede desplazar fácilmente por medio de sus 4 ruedas regulables. El ventilador simula la resistencia del viento para ajustar la prueba a condiciones reales. En la Figura 5 y Tabla 4 se relacionan las características fundamentales del ventilador.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Figura 5. Ventilador de pruebas

Tabla 4

## Especificaciones del Ventilador

<b>Datos Técnicos</b>	
Potencia de Aire	18000 m <sup>3</sup> /h / 23000 m <sup>3</sup> /h
Velocidad de Aire	78 km/h /98 km/h
Apertura de Salida de aire (La x An)	890 mm x 260 mm
Alto de Salida de Aire	1095 mm
Potencia Motriz	2.5 kW / 6.5 kW
Fusible gG	35 A
Alimentación de Corriente	3/N/PE 400V 50 Hz
Dimensiones Totales (La x An x Al)	1620 mm x 700 mm x 1265 mm
Peso	350kg

## Pruebas de Potencia y Par Motor

Para la elaboración de una prueba dinámica en un Dinamómetro de Chasis LPS 3000, se cumple el siguiente proceso de pruebas:

1. Constatar que el diámetro de las ruedas sea mayor de rin 13" (R13), y que cumplan con la condición de peso establecida por el fabricante.
2. Ubicar el vehículo de prueba en los rodillos del dinamómetro.
3. Inspeccionar que el perfil del neumático esté libre de piedras en el labrado.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

4. Descender el elevador y dejar apoyadas las ruedas sobre los rodillos.
5. Revisar la alineación del tren en donde se encuentra la transmisión con respecto a los rodillos del dinamómetro, haciendo girar las ruedas a una velocidad máxima de 20 km/h.
6. Sujetar el vehículo con cintas o cuerdas para evitar que este se salga de los rodillos.
7. Analizar la seguridad del área de prueba.
8. En el software LPS 3000, se deben insertar los datos técnicos referentes al vehículo a ser probado.
9. Cerciorarse la relación de cambio y de transmisión de la unidad, la cual debe ser en relación 1:1.
10. Asegúrese que la temperatura del motor sea la normal de funcionamiento, caso contrario debe pasar un periodo de calentamiento del motor para alcanzar dicha temperatura.
11. Poner en funcionamiento el ventilador de refrigeración del banco de pruebas LPS 3000.
12. Empezar la prueba de medición.
13. El chofer acelera el vehículo con el pedal a fondo en la marcha de prueba para lograr la velocidad deseada, llamada “corte de rpm” (4500 – 6000 rpm).
14. Cuando se ha llegado al “corte de rpm”, el chofer pisa el embrague, dejando la marcha puesta. El banco de potencia desacelera hasta pararse. El resultado de la medición se presenta en la pantalla del monitor pudiéndose analizar los resultados obtenidos de potencia, par motor, pérdidas de los mecanismos de rodadura, y la potencia a las ruedas (Rocha, 2015).

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

La prueba se realiza a 2800 metros sobre el nivel del mar, con una presión atmosférica de 102 811 Pa. La evaluación del rendimiento obtenido en el eje de salida a través del dinamómetro se realizó bajo la norma ISO 1585 e ISO 3173 (Rocha et al., 2019).

Se efectúa cada prueba siguiendo un protocolo amparado en las normas NTE INEN 960, SAE J1349, ISO 1585:1992 e ISO 14599:1999, donde se establece el método general de ensayo para la evaluación del rendimiento de vehículos automotores, con el propósito de determinar los valores de torque y potencia a carga completa como funciones de la velocidad de la máquina (Castillo, Rojas, y Martínez, 2017).

### **Consumo de combustible**

El propósito de esta evaluación es descubrir el rendimiento real del automóvil, esto es la proporción de combustible necesaria para una distancia recorrida, para esto se instalan un medidor de consumo de combustible a la línea de suministro y de retorno del sistema de combustible (ver Figura 6), obteniendo una desigualdad que representa el consumo total.



*Figura 6.* Recipiente para el control del consumo de combustible

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

### **Protocolo de pruebas consumo de combustible:**

La prueba de consumo de combustible se realizó mediante el equipo que anteriormente se refirió, para su correcto uso es necesario seguir los pasos siguientes:

1. Verificar que el vehículo se encuentre apagado.
2. Identificar las tuberías de admisión y retorno de combustible.
3. Buscar en las cañerías los acoples que puedan ser desinstalados fácilmente, y desconectarlos.
4. Instalar las cañerías del equipo de medición a las tuberías de admisión y retorno del sistema de combustible del vehículo.
5. Revisar que todas las conexiones estén bien sujetas.
6. Colocar 5 litros del combustible a ensayar.
7. Verificar que se encuentre tapado y sellado correctamente la cámara de depósito.
8. Generar presión (en PSI) de inyección de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
9. Poner en modo abierto a las válvulas de paso (admisión y retorno)
10. Encender el automóvil y comprobar que no existan fugas.

Las mediciones del combustible se le realiza con una probeta calibrada como se muestra en la Figura 7.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



*Figura 7.* Probetas para la cuantificación del volumen e combustible

### **Pruebas de emisiones de gases.**

Las mediciones de las emisiones se ejecutaron mediante el analizador de gases MAHA MDO 2 LON, las concentraciones de los contaminantes producto de la combustión permiten evaluar el grado de emisiones contaminantes del motor, la prueba se la realiza en condición estática, en la condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de funcionamiento, en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:2002.

Protocolo de pruebas para emisiones:

1. Alistar el automóvil.
2. Disponer del equipo necesario para el diagnóstico: Analizador de emisiones.
3. Mantener encendido el vehículo para que logre la temperatura normal de funcionamiento
4. Encender el analizador de gases una vez que la sonda se encuentre conectada al tubo de escape.
5. Colocar la configuración del equipo analizador para la lectura de datos de las emisiones contaminantes

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

6. Registrar los datos desplegados en el monitor del equipo (Rocha, 2015).

### Diseño experimental

En el estudio se expone el comportamiento de las variables dependientes: Potencia (kW), Torque (Nm) y Factor de emisión (g/km); al emplear las principales gasolinas comercializadas en la sierra del Ecuador, específicamente en la ciudad de Quito (Extra, Súper y Súper G-Prix), en unos de los vehículos más comercializados en el mercado en la categoría de *Hatchback* (Chevrolet Spark) en ciclos simulados en dinamómetro de chasis (Ciclo 6 IM240).

Para el análisis y comparación de los resultados se emplea el software *Statgraphics Centurion XVI*, realizándose un ANOVA simple para los diferentes tratamientos (combinaciones) que se muestran en la Tabla 5. Se realizaron 3 repeticiones de cada tratamiento según lo establecido por la norma NTE INEN 2205 en el apartado 6 sobre métodos de ensayo donde en el punto 6.1.5.4 refiere “Registrar y promediar un mínimo de 3 lecturas en cada prueba”.

Tabla 5

*Tratamientos para el análisis de diferencias significativas*

<b>Número de</b>	<b>Autos</b>	<b>Combustibles</b>
<b>Tratamientos</b>		
T1	Chevrolet Spark	Súper
T2	Chevrolet Spark	Súper G-Prix
T3	Chevrolet Spark	Extra

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Resultado y Discusión

### Análisis de los resultados para la Potencia

En la Tabla 6 y Figura 8, se representa la prueba de múltiple rango y gráfico de caja y bigotes para la variable dependiente Potencia, en la misma se aplica el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con un nivel del 95,0 % de confianza. Se concluye que existe diferencia significativa entre las gasolinas, siendo la Súper G-Prix la de mejor resultado. En el anexo 4 se relacionan los datos y curvas obtenidos por el laboratorio para la Potencia y Torque con las distintas gasolinas experimentadas.

Tabla 6

*Tratamientos para el análisis de diferencias significativas Potencia*

<b>Combustible</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
Extra	3	53,2	X
súper	3	54,33	X
súper G-Prix	3	55,03	X

*Nota:* Método: 95,0 porcentaje LSD

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

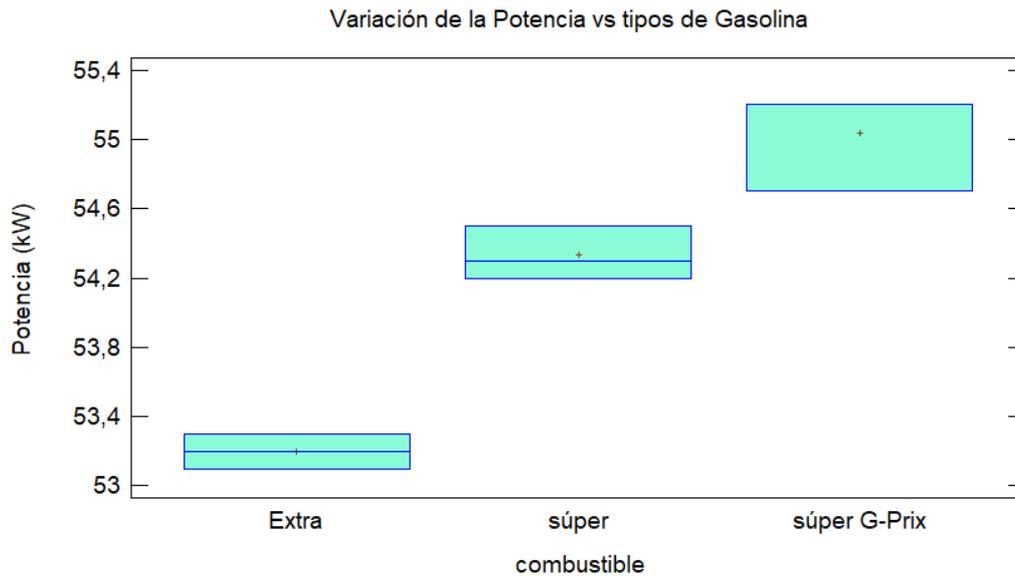


Figura 8. Gráfico comparativo de la Potencia para las distintas gasolinas

### Discusión de resultados de potencia.

Se muestra que la potencia máxima alcanzada por el combustible Super G-prix corrobora los resultados obtenidos por Rocha & Zambrano (2015), donde señalan que hay un incremento de 2 % en la Potencia con el uso de aditivos sólidos.

### Análisis de los resultados para el Torque

En la Tabla 7 y Figura 9, se representa la prueba de múltiple rango y gráfico de caja y bigotes para la variable dependiente Torque, en la misma se aplica el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con un nivel del 95,0 % de confianza. Se concluye que existe diferencia significativa entre el torque al aplicar distintas gasolinas, siendo el Súper G-Prix y Súper las de mejores resultados. No obstante, cuando se aplica Súper G-Prix se aprecia pequeños incrementos en relación a la Súper independientemente de no ser significativo.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Tabla 7

*Tratamientos para el análisis de diferencias significativas*

Combustible	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Extra	3	91,8767	X
súper	3	95,9067	X
súper G-Prix	3	96,04	X

Nota: Método: 95,0 porcentaje LSD

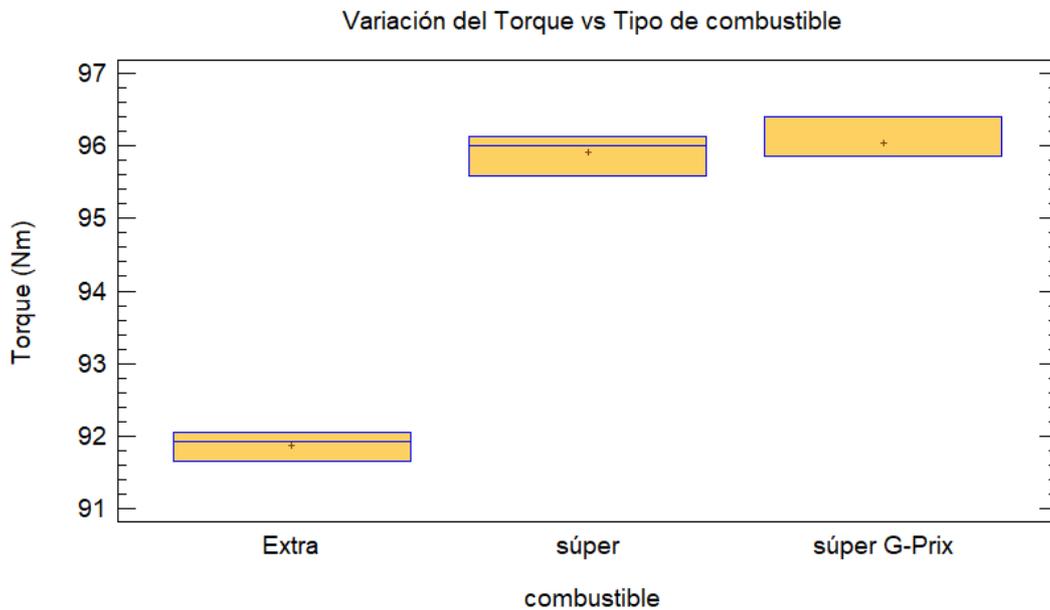


Figura 9. Gráfico comparativo del Torque para las distintas gasolinas

## Discusión de resultados de torque.

La figura 9 muestra el comportamiento del Par motor o Torque usando los combustibles anteriormente mencionados, donde se sustenta un valor de 96 N.m, en el combustible Super G-prix teniendo un aumento significativo en su Par motor con respecto al combustible Súper y Extra. Los dos combustibles restantes no tienen algún beneficio en el Torque del motor. En el estudio realizado por Rocha y Zambrano

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

(2015), al utilizar aditivo sólido en la mezcla hay una reducción del 2 % en el par motor, y en el caso del combustible extra el torque no experimenta un cambio resaltable en mezclas con altos contenidos de etanol (Camarillo Montero, 2011).

### Análisis de los resultados para las emisiones

En las Figuras 10, 11, y 12, se representa el comportamiento de los factores de emisión para el monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC) y los óxidos de nitrógenos (NOx). Se observa que cuando se usa gasolina Ecopais los factores de emisión para el CO y NOx son menores con relación al resto de las gasolinas, no siendo así para el caso del factor de emisión HC, donde los mejores resultados se presentan cuando se usa gasolina Súper. La gasolina G-Prix produce mayores emisiones de HC y NOx.

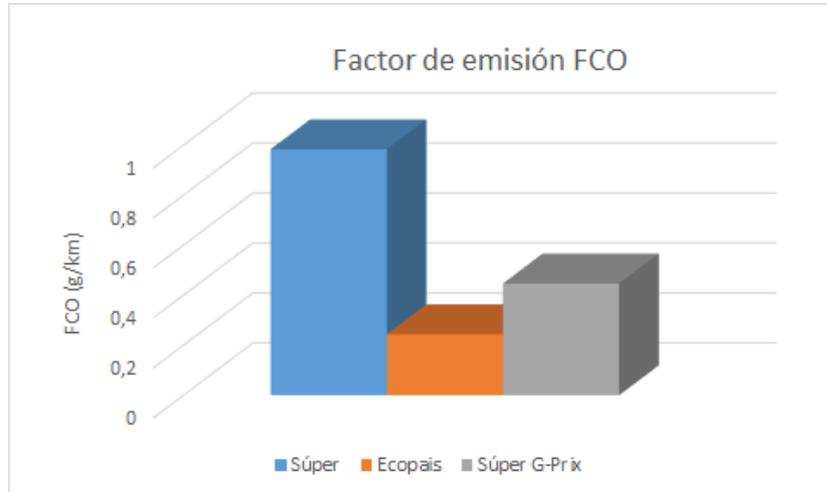


Figura 10. Gráfico comparativo del Factor de emisión CO para las distintas gasolinas

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

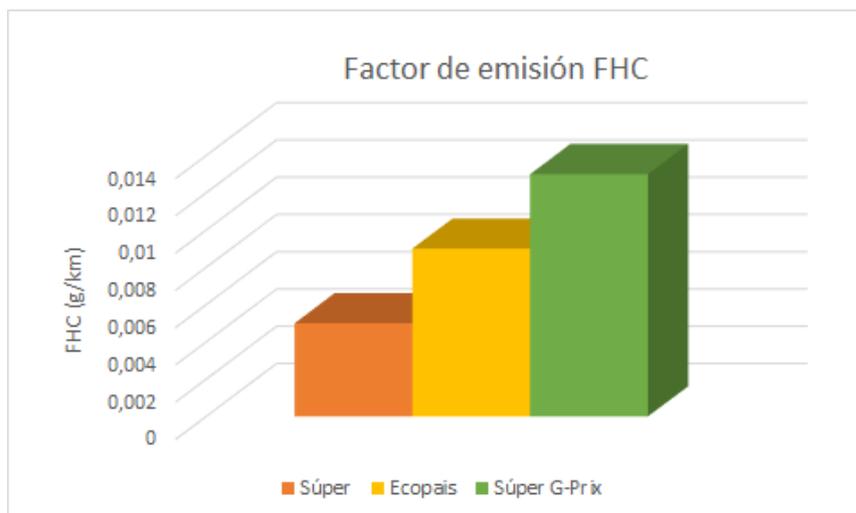


Figura 11. Gráfico comparativo del Factor de emisión HC para las distintas gasolinas

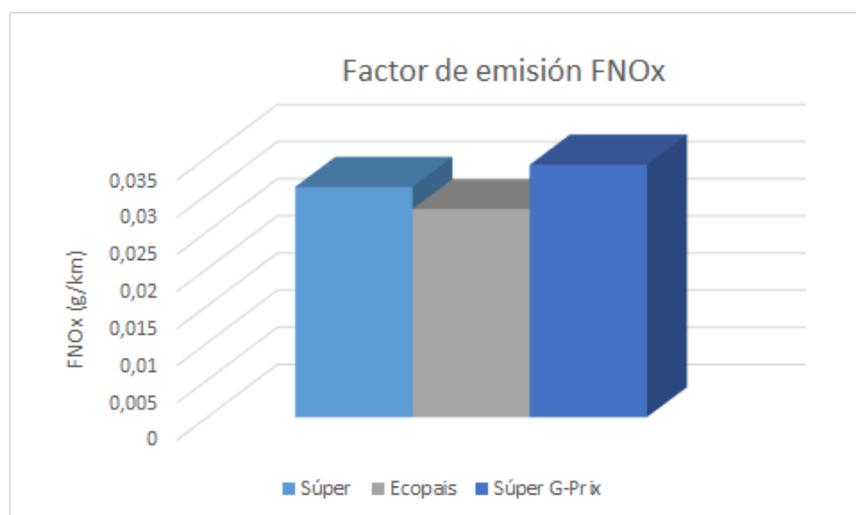


Figura 12. Gráfico comparativo del Factor de emisión NOx para las distintas gasolinas

### Discusión de los resultados para las emisiones

En el estudio presentado por Recalde y Revelo (2015) obtuvieron los valores más elevados con relación a la opacidad dinámica obtenida en este estudio, tanto al 100 %, 90 % y 80 % de la velocidad máxima del vehículo, de igual manera en los resultados obtenidos en el estudio realizado Portilla y Campuzano (2015) ubican al combustible súper con mayor porcentaje de emisiones contaminantes. En el caso del CO y HC, estos

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

se elevan durante las partes de mayor aceleración y en mayor grado en la primera fase del ciclo donde se simulan velocidades bajas que representan el tráfico de la ciudad.

En cuanto el factor de emisiones NO alcanza sus valores más altos en las aceleraciones correspondientes a la segunda fase del ciclo, que se caracteriza por velocidades altas similares a las de autopistas y carreteras que alcanzan valores cercanos a 90 km/h.

Leguisamo y Llanes (2020) presentaron resultados de emisiones contaminantes realizados en la ciudad de Quito dando como resultado altos porcentajes contaminantes en un ciclo de conducción normal, en el cual debe ser considerado como una táctica para disminución de emisiones contaminantes para la puesta en marcha del ecodriving en un vehículo y a la vez aumentar la eficacia energética del combustible en un motor de combustión interna.

En su estudio Rocha (2015) sobre el análisis del desempeño del motor de encendido provocado, esto realizando pruebas de emisión de gases contaminantes donde se resalta que los valores de CO, HC, CO<sub>2</sub> siempre se encuentran por debajo de las especificaciones de la NTE INEN 2204:2002 aun cuando se utilicen aditivos en la gasolina extra.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Conclusiones

1. Se estableció un funcionamiento óptimo de torque cuando se trabaja con las gasolinas de mayor octanaje: Súper y Súper G-prix, con relación a la gasolina extra que se comercializa en el país. Dando como resultado en torque un valor de 96N.m muy cercano al expuesto en la ficha tecnica del vehiculo que es de 110N.m
2. Se obtuvo resultados óptimos de potencia cuando se trabaja con las gasolinas de mayor octanaje: Súper y Súper G-prix, con relación a la gasolina extra que se comercializa en el país. Dando como resultado en torque un valor de 72hp y 74hp respectivamente muy cercano al expuesto en la ficha tecnica del vehiculo que es de 80hp
3. Los valores menores de factores de emisiones se obtienen cuando se emplea la gasolina Ecopaís en CO dando un valor de 0.18g/km con respecto a super y super gprix que dan 0.9g/km y 0.38 respectivamente, lo cual contribuye a minimizar los impactos al ambiente.
4. Se determino en las pruebas de rendimiento en el motor a gasolina que el uso de combustibles con mayor octanaje ofrece la mejor autonomía de combustible, indicando una mejora en un 4% con respecto a la gasolina extra con menor octanaje, después de realizar al vehículo 3 ciclos IM 240 consecutivos para cada combustible.
5. Se concluyó en la prueba por medio del analizador de gases, que los equipos utilizados son de total confiabilidad al encontrarse correctamente calibrados, y al realizarse su correcto mantenimiento preventivo ofrecieron una correcta lectura de los valores de emisiones contaminantes, ya que no existieron valores fuera de los límites de control establecidos, motivo por el cual se

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

pudo realizar un correcto análisis de resultados, los cuales serán una gran base refutable para futuros estudios.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

### **Recomendaciones**

1. Para obtener mejores resultados en las pruebas realizadas en los ciclos IM240, se recomienda seguir los protocolos desarrollados en este estudio.
2. Utilizar equipos de medición que se encuentren calibrados, para evitar variaciones en los resultados de las pruebas obtenidas.
3. Usar la misma cantidad de cada uno de los combustibles en todas las pruebas de acuerdo con la autonomía de cada vehículo, usando equipos con más precisión de medición que los expuestos en este proyecto de tesis, con el objetivo de tener datos más exactos.
4. Se tendría una mayor potencia al utilizar aditivos sólidos en el combustible Extra, cuando se transite con los vehículos en lugares al nivel del mar, ya que existe mayor cantidad de oxígeno dentro la mezcla, lo cual ayuda a mejorar la combustión.

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Referencia Bibliografía

- ANT. (2016). Serie Histórica de vehículos Matriculados. Obtenido de Agencia Nacional de Tránsito: <https://www.ant.gob.ec/>
- Andrade-Castañeda, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C., & Segura-Madrigal, M. A. (2016). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103-112. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num1\\_art:561](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561)
- Caiza, P., & Portilla, Á. (2010). DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ALTURA EN EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO CON MOTOR DE CICLO OTTO, DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA. Quito: Tesis EPN.
- Calleja, G. D. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo otto* (1ª ed. ed.). Paraninfo.
- Calleja, G. D. (2015a). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel*. Paraninfo.
- Calleja, G. D. (2018). *Motores 2.a edición*. Paraninfo.
- Celi-Ortega, S., Llanes-Cedeño, E., Rocha-Hoyos, J., Leguisamo-Milla, J., Peralta Zurita, D., & Salazar, P. (2018). Comportamiento de las emisiones en motor de encendido provocado a base de etanol a 2850 msnm. *UTCiencia*, 5(1).
- El-Faroug, M., Yan, F., Luo, M., & Fiifi Turkson, R. (2016). Spark Ignition Engine Combustion, Performance and Emission Products from Hydrous Ethanol and Its Blends with Gasoline. *Energies* 9, 984-1007.
- García, N., & Villalba, R. (2016). Estudio del efecto de la conducción eficiente sobre el consumo y las emisiones. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1139/1/TUIDE-0890.pdf>

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

- Gisbert, A. (2009). *Ingeniería del medio ambiente*. Editorial Club Universitario.
- Gil, M. C., Sanchez, C., Castro, M., & Naranjo, C. S. (1997). *Biocombustibles / Biofuels*. Promotora General de Estudios, S.A.
- González, F. D. F. P. (2020). *motores de combustion interna alternativos*. Reverte.
- Goñi Delión, Juan Carlos, & Rojas Delgado, Mario (2014). Combustibles alternativos en motores de combustión interna. *Ingeniería Industrial*, (32),199-229.[fecha de Consulta 1 de Julio de 2020]. ISSN: 1025-9929. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3374/337432679009>
- Hughey, A. (junio de 2015). ALS tribology. Obtenido de Resumen de especificaciones ASTM para diesel | parte 1:  
[http://esource.alstribology.com/SE015\\_June2015/Resumen.html](http://esource.alstribology.com/SE015_June2015/Resumen.html)
- Hughey, A. (julio de 2015). ALS tribology. Obtenido de Resumen especificacion ASTM para diesel | parte 2:  
[http://esource.alstribology.com/se016\\_july2015/Parte%20II.html](http://esource.alstribology.com/se016_july2015/Parte%20II.html)
- Hughey, A. (Agosto de 2015). ALS tribology. Obtenido de Especificacion ASTM combustible diesel | parte 3:  
[http://esource.alstribology.com/se017\\_aug2015/Parte%20III.html](http://esource.alstribology.com/se017_aug2015/Parte%20III.html)
- INEC. (2015). Anuario de Transportes. Obtenido de  
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estudios-e-investigaciones/investigaciones/>
- INEN. (2009). NORMA NTE 2 478:2009. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de normalización: <http://www.normalizacion.gob.ec/>
- Inca, D., Lema, H., Rodriguez, R., & Rocha, J. (agosto de 2014). Análisis de pérdidas de energía por mala conduccion en automoviles livianos con motor a gasolina en busca de una conducción económica-ecológica eficiente. Sangolqui: Tesis Universidad de las Fuerzas Armadas.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Llanes Cedeño, Edilberto Antonio, & Rocha-Hoyos, Juan Carlos, & Peralta Zurita,

Diana Belén, & Leguísamo Milla, Julio César (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. Enfoque UTE, 9(2),149-158. [fecha de Consulta 19 de Junio de 2020]. ISSN: Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5722/572262061014>

Llanes-Cedeño, Edilberto Antonio, & Carguachi-Caizatoa, José Bolívar, & Rocha-Hoyos, Juan Carlos (2018). Evaluación energética y exergética en un motor de combustión interna ciclo Otto de 1.6L. Enfoque UTE, 9(4),221-232. [fecha de Consulta 19 de Julio de 2020]. ISSN: Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5722/572262097020>

MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. (2005). maha.de. Obtenido de

[https://www.maha.de/cps/rde/xbcr/maha\\_de/BRO\\_MAHA\\_alle\\_LPS\\_ES.pdf](https://www.maha.de/cps/rde/xbcr/maha_de/BRO_MAHA_alle_LPS_ES.pdf)

MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. (Julio de 2019). Maha.es.

Obtenido de <https://www.maha.es/analizador-de-emisiones-mdo2-lon-stand-alone.html>

Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2015). Balance Energético Nacional. Quito: Sectores estratégicos.

Molina, F. E. (2016). Estudio del comportamiento de un motor ciclo otto de inyección electrónica respecto al grado de concentración de etanol en la gasolina extra para la ciudad de cuenca. Quito: Tesis de Grado.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 935. (2016). - Derivados del petróleo. Gasolina requisitos. Quito. <http://www.normalizacion.gob.ec/>

Pérez, D. (2017). Estudio De Emisiones Contaminantes Utilizando Combustibles Locales. INNOVA, 23-34.

## COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Portilla, A., y Campuzano, M., (2015). Evaluación del Comportamiento de Motores

Otto y Diésel con el Uso de Biocombustibles en la Ciudad de Quito.

Revelo, R., y Recalde, M. (2015). Análisis de emisiones en vehículos a gasolina

utilizando pruebas estacionaria y dinámica mediante ciclo IM-240 (tesis

pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Reyes, G., Castillo, J., y Escalante, A. (2016). Determinación de torque y potencia de un

motor de combustión interna utilizando diferentes mezclas parciales de biodiesel.

Ingeniería Solidaria, 12(20), 23-31. doi:<http://dx.doi.org/10.16925/in.v19i20.1413>

Rivera, Néstor, Chica, Juan, Zambrano, Iván, & García, Cristian. (2017). Estudio Del

Comportamiento De Un Motor Ciclo Otto De Inyección Electrónica Respecto De

La Estequiometría De La Mezcla Y Del Adelanto Al Encendido Para La Ciudad

De Cuenca. *Revista Politécnica*, 40(1), 59-67. Recuperado em 24 de julho de

2020, de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292017000300059&lng=pt&tlng=pt](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292017000300059&lng=pt&tlng=pt).

Rocha, J., & Zambrano, V. (2015). Análisis del funcionamiento del motor de encendido

provocado, debido a la presencia de aditivos. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Rocha-Hoyos, J. C., Llanes-Cedeño, E. A., Celi-Ortega, S. F., & Peralta-Zurita, D. C.

(2019). Efecto de la Adición de Biodiésel en el Rendimiento y la Opacidad de un

Motor Diésel. *Información tecnológica*, 30(3).

Rocha-Hoyos J., L. Tipanluisa, V. Zambrano, y A. Portilla, *Estudio de un Motor a*

*Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el*

*Combustible*, *Inf. Tecnol.*, 29(5), 325-334 (2018)

SECRETARIA DE AMBIENTE. (2015). Actualización del Plan de Manejo de la

Calidad del Aire 2005 –2010. Quito: Jorge Oviedo Carrillo.

COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Tipanluisa, L.E., A.P. Remache, C. R. Ayabaca y S.W. Reina, *Emisiones*

*Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con*

*Combustibles de dos Calidades, Inf. Tecnol. 28(1), 3-12 (2017)*

COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Anexos

Anexo 1. Requisitos de la gasolina Extra

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON)	--	87	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
20 %	°C	77	121	ASTM D86
30 %	°C	--	189	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323  ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100mL	--	3	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0.065	ASTM D2622  ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	1	ASTM D3606  ASTM D5580  ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	18	ASTM D1319
Estabilidad de oxidación	min	240	--	ASTM D525  ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2.7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237  ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

%<sup>b</sup> corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

%<sup>c</sup> corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Anexo 2. Requisitos de la gasolina Super

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON)	--	92	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100mL	--	4	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0.065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	35	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	25	ASTM D1319
Estabilidad de oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2.7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
<p>NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.</p> <p>a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.</p> <p>%<sup>b</sup> corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.</p> <p>%<sup>c</sup> corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.</p>				

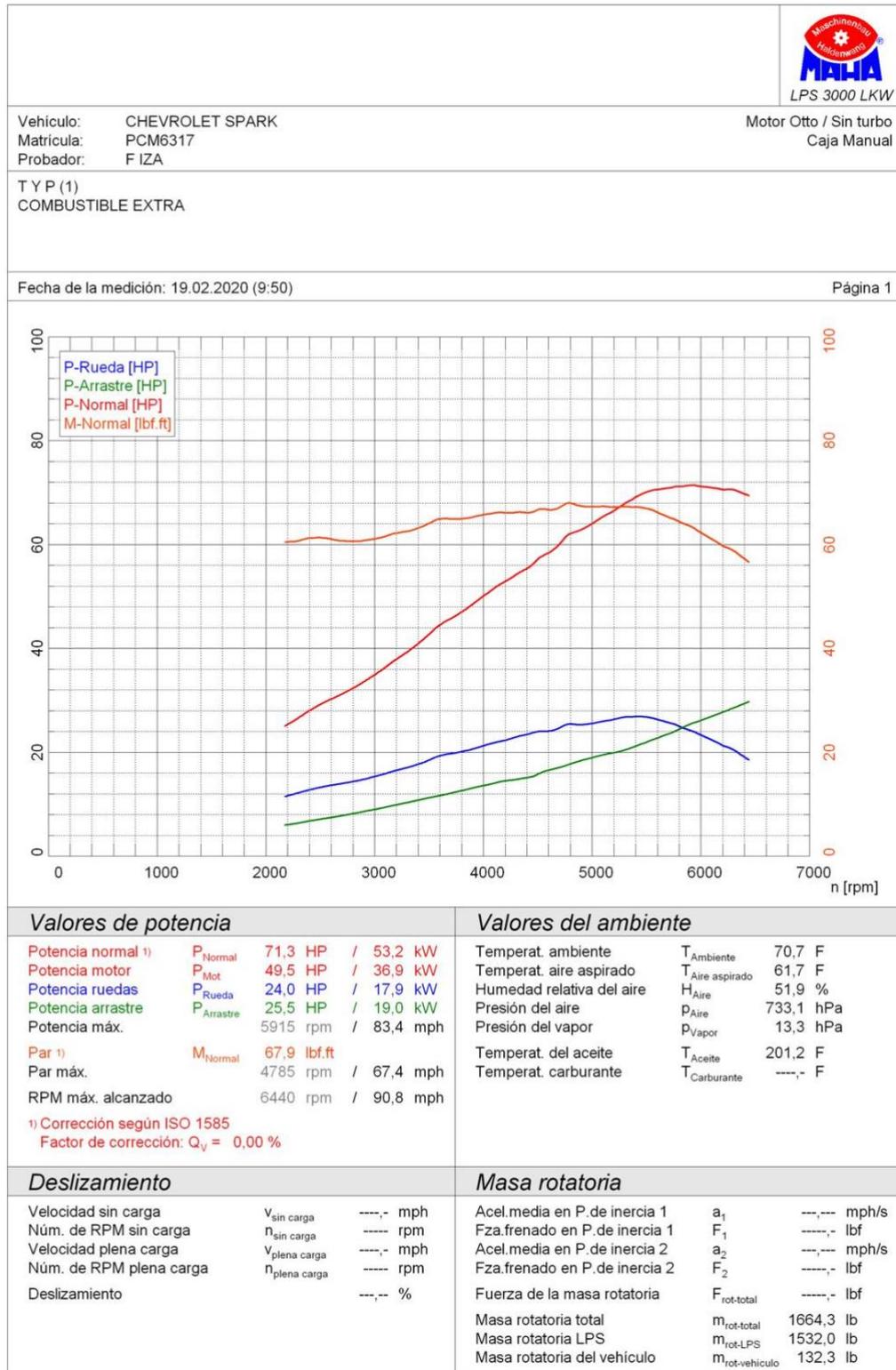
COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

Anexo 3. Requisitos de la gasolina Super G-Prix

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON)	--	93	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	62	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100mL	--	4	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0.03	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	35	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	1.3	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	25	ASTM D1319
Estabilidad de oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2.7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
<p>a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.</p> <p>%<sup>b</sup> corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.</p> <p>%<sup>c</sup> corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.</p>				

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES

## Anexo 4. Resultados de las pruebas de laboratorio para los distintos combustibles



LPS 3000 LKW V 1.09.001 (16.02.2007)

(100/000/0000/000/0000)

LPS-EURO V1.24.001

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

TYP (1)  
 COMBUSTIBLE EXTRA

Fecha de la medición: 19.02.2020 (9:50)

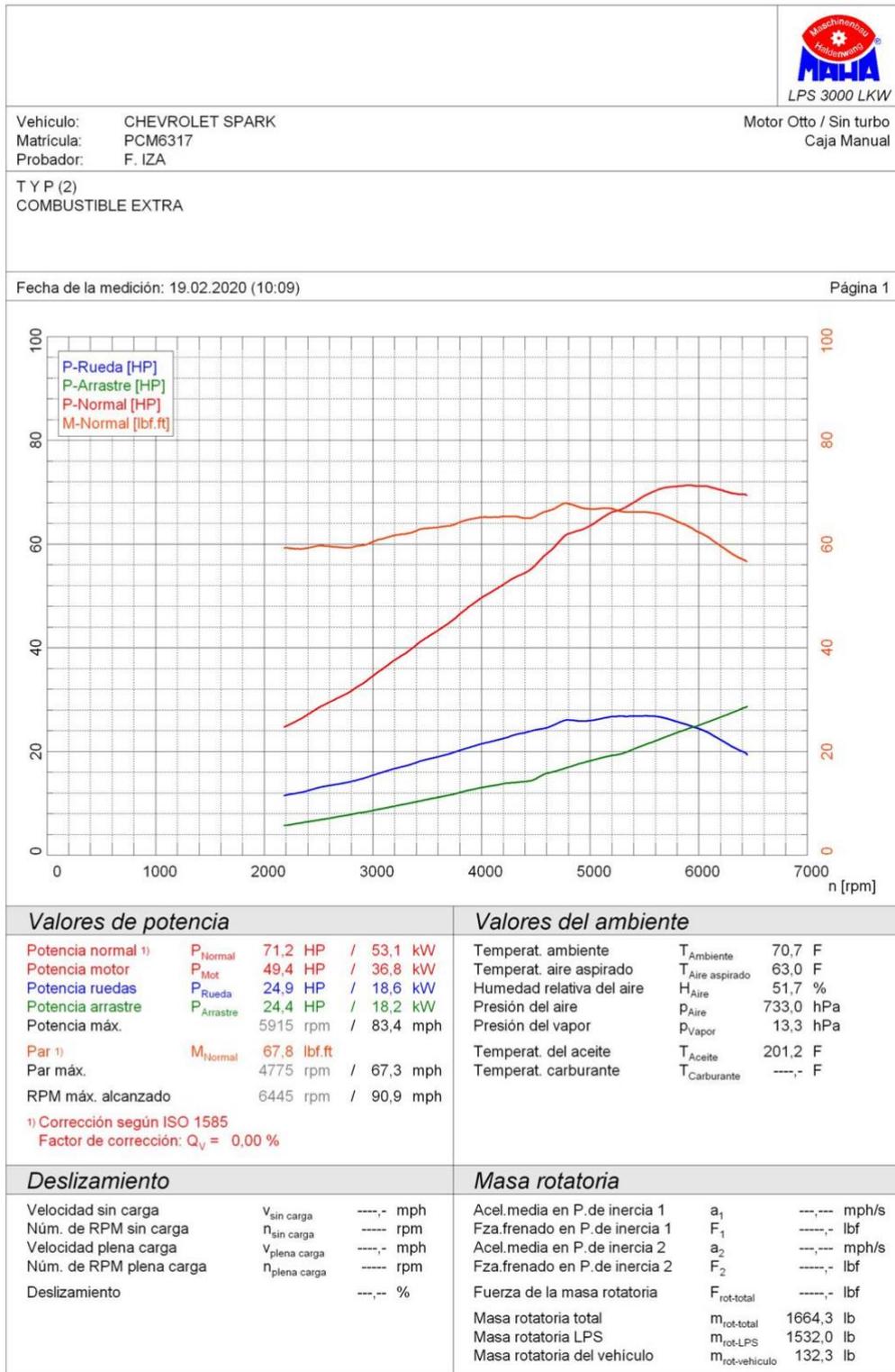
Página 2

## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	11,6	17,6	25,3	60,4
2300	32,4	12,1	18,4	26,5	60,6
2400	33,8	12,7	19,4	28,0	61,2
2500	35,2	13,2	20,2	29,1	61,2
2600	36,6	13,6	21,0	30,2	61,0
2700	38,1	13,9	21,6	31,2	60,6
2800	39,5	14,3	22,4	32,3	60,5
2900	40,9	14,7	23,3	33,5	60,7
3000	42,3	15,3	24,2	34,8	61,0
3100	43,7	15,8	25,2	36,3	61,5
3200	45,1	16,5	26,3	37,8	62,1
3300	46,5	17,0	27,2	39,2	62,4
3400	47,9	17,6	28,3	40,8	63,1
3500	49,3	18,4	29,6	42,7	64,0
3600	50,7	19,3	30,9	44,4	64,8
3700	52,2	19,7	31,7	45,7	64,8
3800	53,6	20,1	32,6	46,9	64,9
3900	55,0	20,5	33,6	48,4	65,2
4000	56,4	21,2	34,7	50,0	65,6
4100	57,8	21,8	35,7	51,5	66,0
4200	59,2	22,2	36,7	52,8	66,0
4300	60,6	22,9	37,5	54,1	66,1
4400	62,0	23,3	38,4	55,3	66,0
4500	63,4	23,9	39,6	57,1	66,6
4600	64,8	24,0	40,5	58,3	66,6
4700	66,3	24,6	41,6	60,0	67,0
4800	67,7	25,4	43,0	62,0	67,9
4900	69,1	25,2	43,6	62,8	67,3
5000	70,5	25,5	44,4	63,9	67,2
5100	71,9	25,9	45,3	65,3	67,2
5200	73,3	26,3	46,1	66,4	67,1
5300	74,7	26,7	47,1	67,8	67,2
5400	76,1	26,8	47,9	69,0	67,1
5500	77,5	26,7	48,6	70,0	66,8
5600	78,9	26,2	48,9	70,5	66,1
5700	80,3	25,7	49,1	70,8	65,2
5800	81,8	24,9	49,3	71,1	64,3
5900	83,2	24,1	49,5	71,3	63,5
6000	84,6	23,3	49,3	71,1	62,2
6100	86,0	22,3	49,2	70,8	61,0
6200	87,4	21,3	48,9	70,5	59,7
6300	88,8	20,4	48,9	70,4	58,7
6400	90,2	19,0	48,4	69,7	57,2

Valor mínimo      Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (2)  
 COMBUSTIBLE EXTRA

Fecha de la medición: 19.02.2020 (10:09)

Página 2

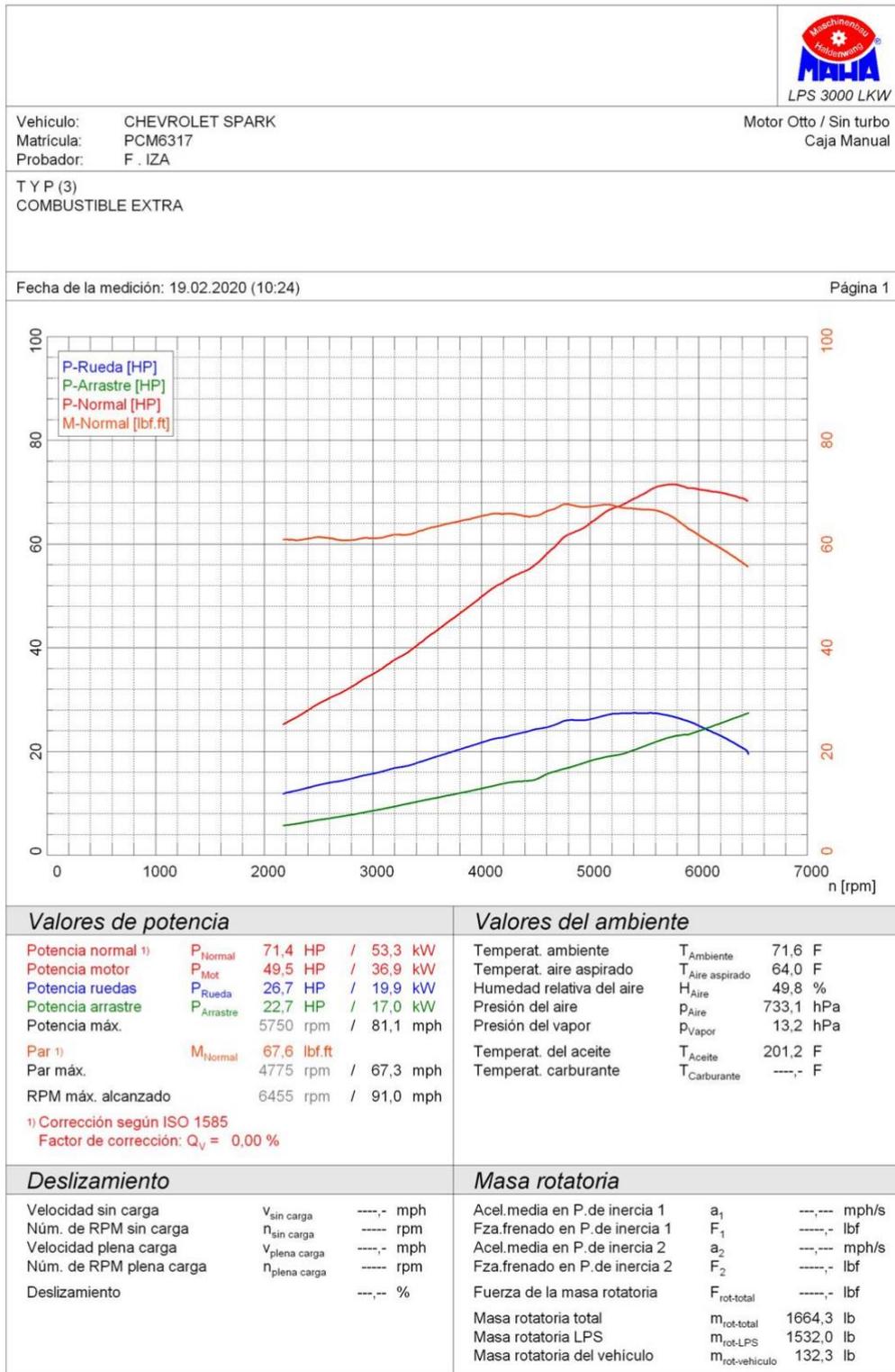
**Tabla de datos**

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	11,5	17,2	24,8	59,2
2300	32,4	11,9	17,9	25,8	59,0
2400	33,8	12,4	18,7	27,0	59,2
2500	35,2	13,0	19,7	28,4	59,6
2600	36,6	13,4	20,4	29,4	59,5
2700	38,1	13,7	21,1	30,5	59,3
2800	39,5	14,1	21,9	31,6	59,3
2900	40,9	14,7	22,8	32,9	59,6
3000	42,3	15,4	23,9	34,5	60,3
3100	43,7	16,0	24,9	36,0	61,0
3200	45,1	16,6	26,0	37,5	61,6
3300	46,5	17,1	26,9	38,9	61,9
3400	47,9	17,8	28,0	40,4	62,5
3500	49,3	18,4	29,1	41,9	62,9
3600	50,7	18,9	30,0	43,3	63,1
3700	52,2	19,5	31,0	44,7	63,4
3800	53,6	20,1	32,2	46,4	64,1
3900	55,0	20,8	33,3	48,1	64,7
4000	56,4	21,4	34,3	49,6	65,1
4100	57,8	21,9	35,2	50,8	65,1
4200	59,2	22,4	36,1	52,1	65,2
4300	60,6	23,1	37,0	53,4	65,2
4400	62,0	23,6	37,7	54,4	64,9
4500	63,4	24,1	38,8	55,9	65,3
4600	64,8	24,5	40,2	58,0	66,2
4700	66,3	25,4	41,6	60,0	67,1
4800	67,7	26,0	42,9	61,9	67,7
4900	69,1	25,8	43,3	62,5	67,0
5000	70,5	25,9	44,0	63,5	66,6
5100	71,9	26,3	44,9	64,8	66,8
5200	73,3	26,6	45,8	66,1	66,7
5300	74,7	26,7	46,3	66,7	66,1
5400	76,1	26,7	47,1	67,9	66,1
5500	77,5	26,8	48,0	69,2	66,1
5600	78,9	26,7	48,6	70,2	65,8
5700	80,3	26,3	49,1	70,8	65,2
5800	81,8	25,7	49,2	71,0	64,3
5900	83,2	25,0	49,3	71,2	63,4
6000	84,6	24,3	49,3	71,1	62,2
6100	86,0	23,4	49,2	70,9	61,1
6200	87,4	22,2	48,8	70,3	59,6
6300	88,8	21,0	48,3	69,7	58,1
6400	90,2	19,9	48,1	69,5	57,0

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

TYP (3)  
 COMBUSTIBLE EXTRA

Fecha de la medición: 19.02.2020 (10:24)

Página 2

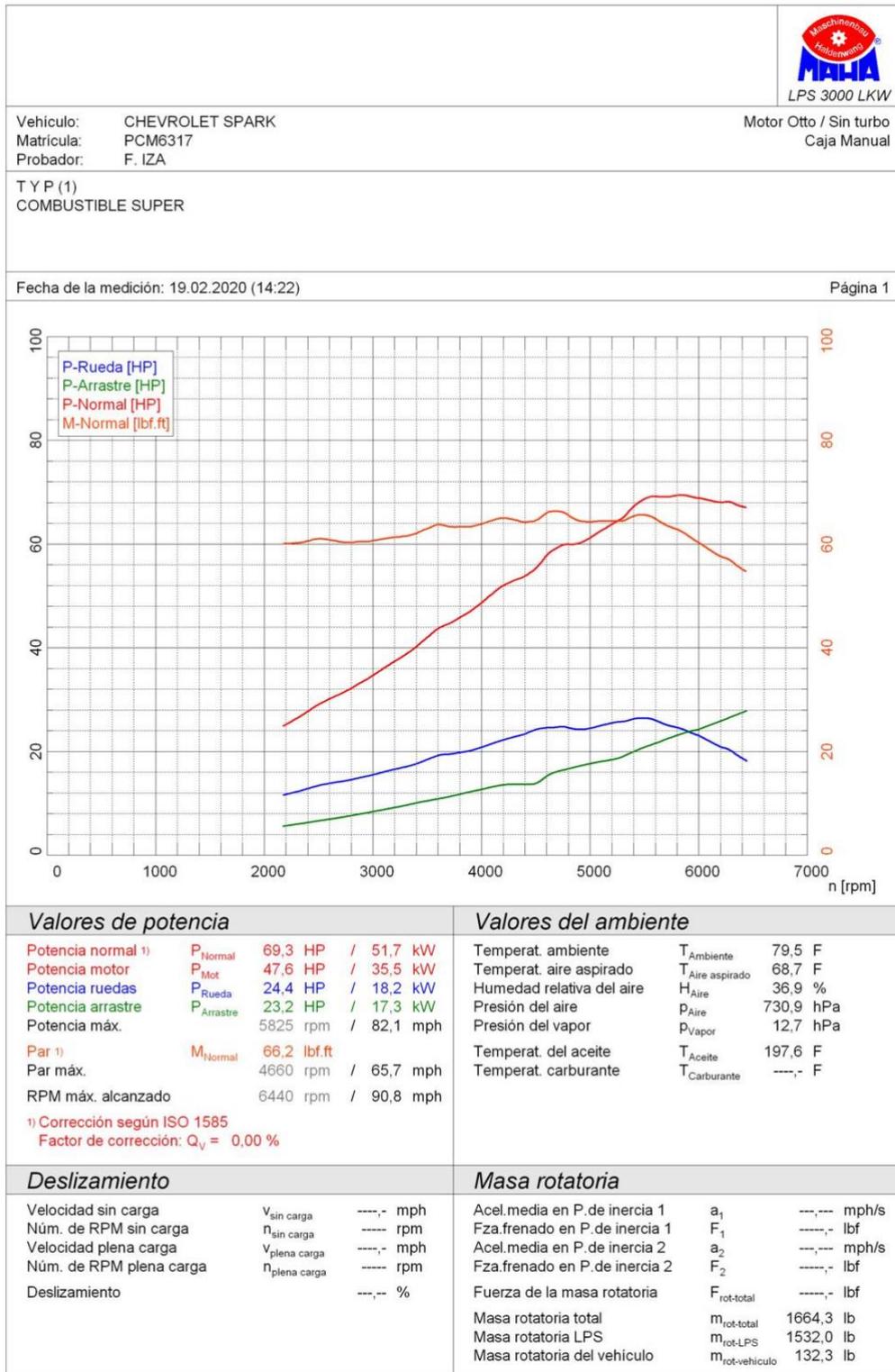
## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	11,9	17,6	25,5	60,8
2300	32,4	12,4	18,4	26,6	60,6
2400	33,8	12,9	19,3	27,8	60,9
2500	35,2	13,5	20,2	29,1	61,2
2600	36,6	13,9	20,9	30,2	61,0
2700	38,1	14,2	21,6	31,2	60,7
2800	39,5	14,7	22,4	32,3	60,7
2900	40,9	15,2	23,3	33,7	61,0
3000	42,3	15,6	24,1	34,8	61,0
3100	43,7	16,1	25,0	36,1	61,2
3200	45,1	16,7	26,0	37,6	61,7
3300	46,5	17,1	26,8	38,7	61,7
3400	47,9	17,7	27,9	40,3	62,2
3500	49,3	18,4	29,0	41,9	62,9
3600	50,7	19,0	30,1	43,4	63,4
3700	52,2	19,7	31,2	45,0	63,9
3800	53,6	20,3	32,2	46,5	64,3
3900	55,0	21,0	33,3	48,1	64,7
4000	56,4	21,6	34,4	49,7	65,3
4100	57,8	22,3	35,5	51,3	65,7
4200	59,2	22,7	36,4	52,5	65,7
4300	60,6	23,2	37,2	53,8	65,7
4400	62,0	23,6	37,8	54,7	65,2
4500	63,4	24,2	38,8	56,0	65,3
4600	64,8	24,6	40,2	58,0	66,2
4700	66,3	25,3	41,5	59,9	67,0
4800	67,7	26,0	42,7	61,7	67,5
4900	69,1	25,9	43,4	62,6	67,1
5000	70,5	26,1	44,3	63,9	67,1
5100	71,9	26,7	45,3	65,5	67,4
5200	73,3	27,1	46,2	66,7	67,4
5300	74,7	27,3	46,7	67,5	66,9
5400	76,1	27,3	47,5	68,6	66,7
5500	77,5	27,3	48,2	69,7	66,5
5600	78,9	27,3	49,0	70,8	66,4
5700	80,3	26,9	49,4	71,3	65,7
5800	81,8	26,4	49,4	71,3	64,6
5900	83,2	25,8	48,9	70,7	62,9
6000	84,6	24,9	48,8	70,5	61,7
6100	86,0	23,9	48,6	70,1	60,4
6200	87,4	23,0	48,4	69,8	59,2
6300	88,8	21,9	48,0	69,3	57,8
6400	90,2	20,7	47,6	68,7	56,4

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

TYP (1)  
 COMBUSTIBLE SUPER

Fecha de la medición: 19.02.2020 (14:22)

Página 2

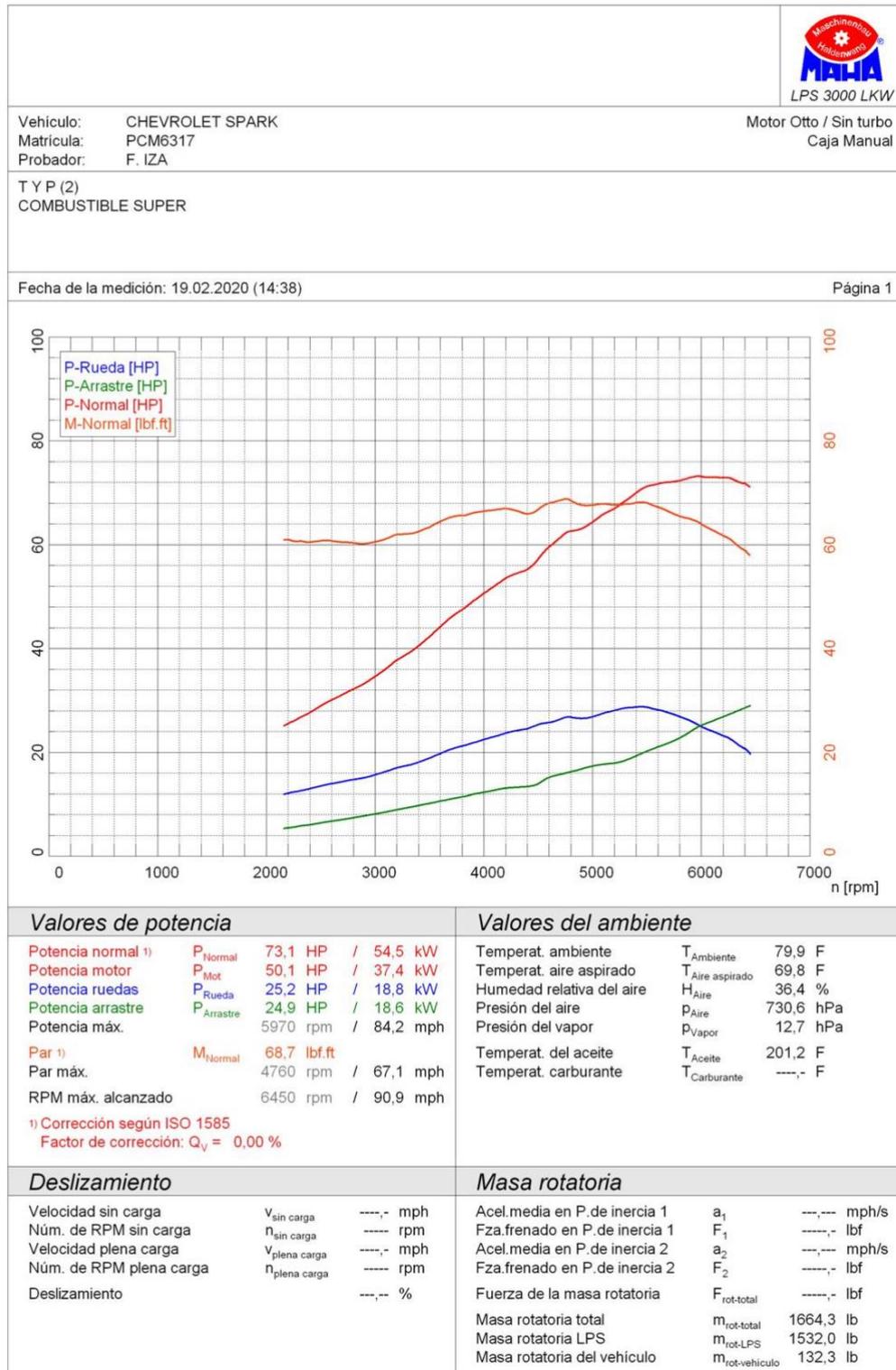
## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	11,7	17,3	25,1	60,0
2300	32,4	12,2	18,1	26,3	60,1
2400	33,8	12,8	19,0	27,6	60,5
2500	35,2	13,4	19,9	29,0	60,9
2600	36,6	13,8	20,6	30,1	60,7
2700	38,1	14,1	21,3	31,0	60,3
2800	39,5	14,5	22,0	32,1	60,2
2900	40,9	15,0	22,9	33,3	60,4
3000	42,3	15,4	23,8	34,6	60,6
3100	43,7	16,0	24,7	36,0	60,9
3200	45,1	16,5	25,6	37,3	61,2
3300	46,5	17,0	26,5	38,6	61,4
3400	47,9	17,5	27,5	40,1	62,0
3500	49,3	18,4	28,8	41,9	62,9
3600	50,7	19,2	29,9	43,6	63,6
3700	52,2	19,4	30,6	44,6	63,3
3800	53,6	19,7	31,4	45,8	63,2
3900	55,0	20,1	32,3	47,0	63,3
4000	56,4	20,7	33,3	48,6	63,8
4100	57,8	21,5	34,6	50,3	64,5
4200	59,2	22,2	35,6	51,9	64,9
4300	60,6	22,7	36,3	52,9	64,6
4400	62,0	23,3	36,9	53,7	64,1
4500	63,4	24,2	37,9	55,2	64,5
4600	64,8	24,5	39,7	57,8	65,9
4700	66,3	24,6	40,7	59,3	66,2
4800	67,7	24,5	41,1	59,9	65,5
4900	69,1	24,2	41,3	60,1	64,4
5000	70,5	24,4	42,0	61,1	64,2
5100	71,9	24,9	42,9	62,5	64,3
5200	73,3	25,4	43,8	63,7	64,4
5300	74,7	25,7	44,6	65,0	64,4
5400	76,1	26,2	46,1	67,1	65,3
5500	77,5	26,4	47,1	68,6	65,5
5600	78,9	25,9	47,4	69,1	64,8
5700	80,3	25,1	47,4	69,0	63,6
5800	81,8	24,5	47,6	69,3	62,8
5900	83,2	23,8	47,5	69,2	61,6
6000	84,6	23,0	47,2	68,8	60,2
6100	86,0	21,9	46,9	68,3	58,8
6200	87,4	20,9	46,6	67,9	57,5
6300	88,8	20,0	46,7	67,9	56,6
6400	90,2	18,6	46,1	67,1	55,1

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (2)  
 COMBUSTIBLE SUPER

Fecha de la medición: 19.02.2020 (14:38)

Página 2

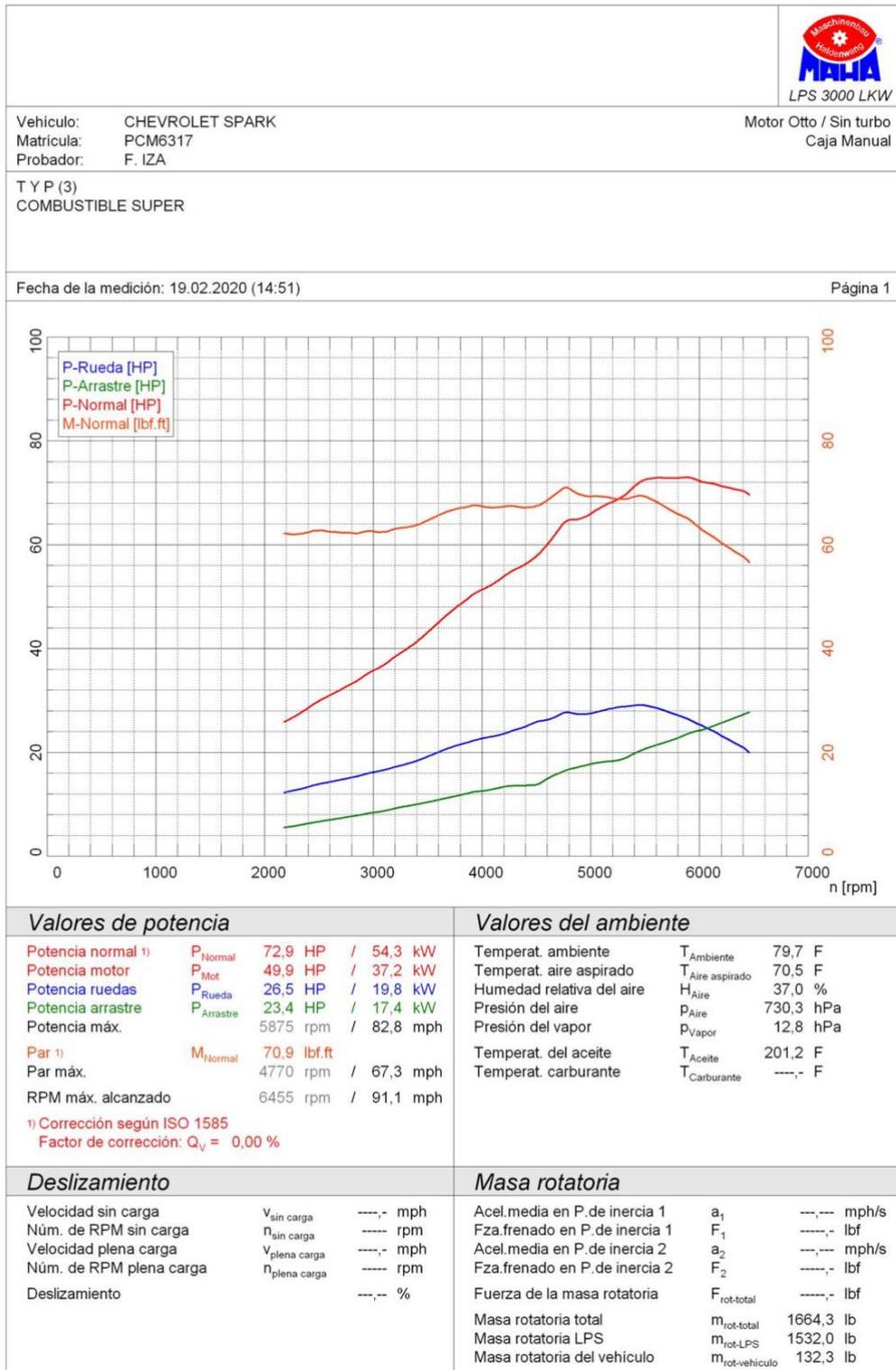
## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	12,1	17,5	25,5	60,9
2300	32,4	12,5	18,2	26,5	60,6
2400	33,8	12,9	18,9	27,6	60,4
2500	35,2	13,4	19,8	28,9	60,7
2600	36,6	13,9	20,6	30,0	60,7
2700	38,1	14,3	21,3	31,1	60,4
2800	39,5	14,7	22,0	32,1	60,2
2900	40,9	15,0	22,7	33,2	60,0
3000	42,3	15,6	23,7	34,5	60,5
3100	43,7	16,3	24,7	36,0	61,1
3200	45,1	16,9	25,8	37,7	61,8
3300	46,5	17,4	26,7	38,9	62,0
3400	47,9	18,0	27,7	40,4	62,5
3500	49,3	18,8	28,9	42,2	63,3
3600	50,7	19,7	30,2	44,1	64,4
3700	52,2	20,5	31,5	46,0	65,2
3800	53,6	21,2	32,5	47,4	65,5
3900	55,0	21,8	33,6	49,0	66,0
4000	56,4	22,4	34,6	50,5	66,3
4100	57,8	23,0	35,6	52,0	66,6
4200	59,2	23,6	36,7	53,5	66,9
4300	60,6	24,1	37,3	54,4	66,4
4400	62,0	24,5	37,8	55,2	65,8
4500	63,4	25,3	39,2	57,2	66,7
4600	64,8	25,7	40,8	59,5	67,9
4700	66,3	26,3	42,0	61,3	68,5
4800	67,7	26,7	42,9	62,5	68,4
4900	69,1	26,4	43,2	63,0	67,5
5000	70,5	26,8	44,1	64,3	67,5
5100	71,9	27,5	45,1	65,8	67,7
5200	73,3	28,0	45,8	66,9	67,6
5300	74,7	28,5	46,8	68,3	67,7
5400	76,1	28,6	47,9	69,9	68,0
5500	77,5	28,6	48,8	71,1	67,9
5600	78,9	28,1	49,1	71,6	67,2
5700	80,3	27,6	49,3	71,9	66,3
5800	81,8	26,8	49,5	72,2	65,4
5900	83,2	26,0	49,9	72,9	64,8
6000	84,6	24,9	50,1	73,0	63,9
6100	86,0	24,0	50,0	72,9	62,7
6200	87,4	23,1	49,9	72,8	61,7
6300	88,8	22,0	49,6	72,4	60,4
6400	90,2	20,7	49,2	71,7	58,8

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (3)  
 COMBUSTIBLE SUPER

Fecha de la medición: 19.02.2020 (14:51)

Página 2

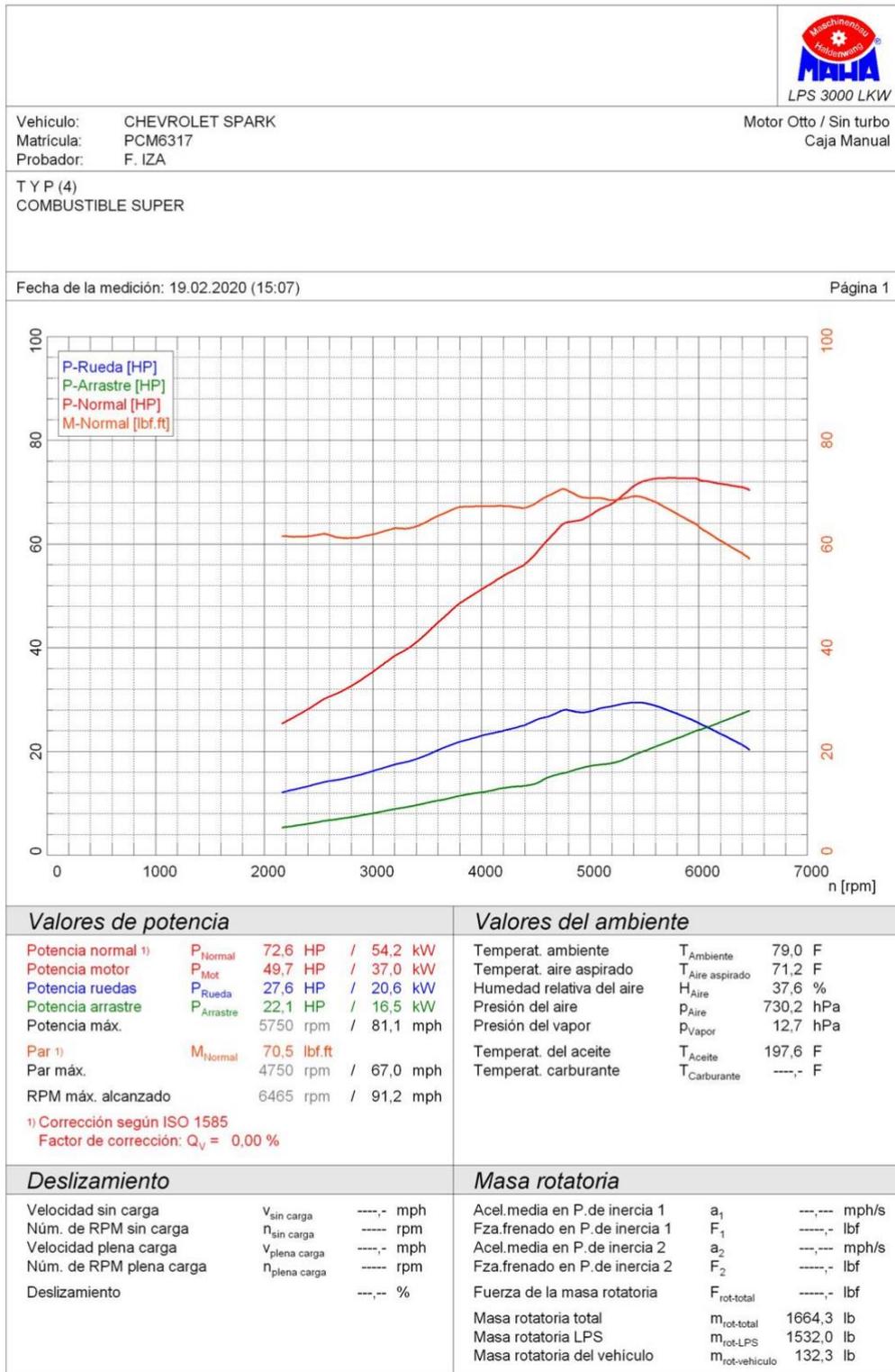
## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	12,3	17,8	26,0	62,1
2300	32,4	12,7	18,6	27,1	61,9
2400	33,8	13,3	19,5	28,5	62,3
2500	35,2	13,8	20,4	29,8	62,6
2600	36,6	14,2	21,1	30,9	62,4
2700	38,1	14,6	21,9	32,0	62,2
2800	39,5	15,1	22,7	33,1	62,2
2900	40,9	15,6	23,5	34,4	62,3
3000	42,3	16,1	24,4	35,7	62,5
3100	43,7	16,5	25,2	36,8	62,3
3200	45,1	17,1	26,3	38,4	63,0
3300	46,5	17,7	27,2	39,7	63,2
3400	47,9	18,3	28,2	41,2	63,7
3500	49,3	19,1	29,5	43,0	64,6
3600	50,7	20,0	30,8	44,9	65,6
3700	52,2	20,8	32,0	46,8	66,4
3800	53,6	21,4	33,1	48,4	66,9
3900	55,0	22,1	34,3	50,1	67,4
4000	56,4	22,6	35,1	51,2	67,3
4100	57,8	23,0	35,8	52,3	67,0
4200	59,2	23,5	36,8	53,8	67,2
4300	60,6	24,2	37,7	55,1	67,3
4400	62,0	24,9	38,4	56,2	67,0
4500	63,4	25,8	39,5	57,7	67,4
4600	64,8	26,2	41,0	59,9	68,4
4700	66,3	27,0	42,9	62,7	70,0
4800	67,7	27,6	44,3	64,7	70,7
4900	69,1	27,3	44,4	64,9	69,6
5000	70,5	27,4	45,1	65,9	69,2
5100	71,9	27,9	46,0	67,1	69,2
5200	73,3	28,4	46,6	68,1	68,8
5300	74,7	28,7	47,4	69,3	68,7
5400	76,1	29,0	48,7	71,1	69,2
5500	77,5	29,0	49,6	72,4	69,2
5600	78,9	28,5	49,8	72,8	68,2
5700	80,3	27,8	49,8	72,7	67,0
5800	81,8	27,1	49,8	72,7	65,8
5900	83,2	26,3	49,9	72,8	64,8
6000	84,6	25,3	49,4	72,2	63,2
6100	86,0	24,3	49,1	71,7	61,8
6200	87,4	23,2	48,7	71,2	60,3
6300	88,8	22,0	48,4	70,7	58,9
6400	90,2	20,9	48,1	70,3	57,7

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (4)  
 COMBUSTIBLE SUPER

Fecha de la medición: 19.02.2020 (15:07)

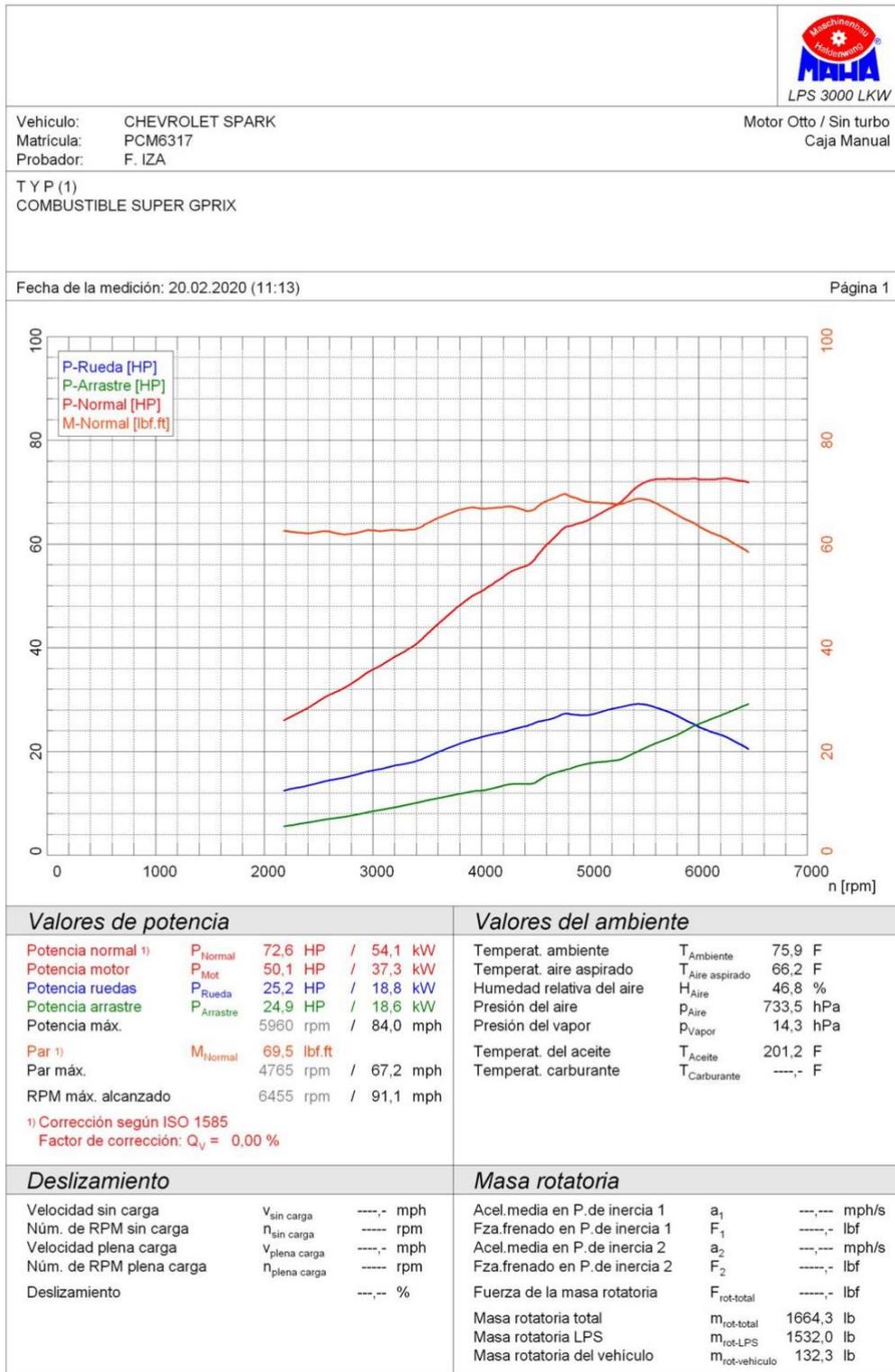
Página 2

## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	12,2	17,6	25,7	61,4
2300	32,4	12,7	18,4	26,9	61,3
2400	33,8	13,2	19,2	28,1	61,4
2500	35,2	13,8	20,1	29,4	61,7
2600	36,6	14,2	20,9	30,5	61,6
2700	38,1	14,5	21,5	31,4	61,1
2800	39,5	15,0	22,3	32,6	61,1
2900	40,9	15,5	23,2	33,9	61,3
3000	42,3	16,2	24,1	35,3	61,8
3100	43,7	16,8	25,2	36,8	62,4
3200	45,1	17,4	26,2	38,3	62,9
3300	46,5	17,9	27,0	39,5	62,9
3400	47,9	18,5	28,0	41,0	63,3
3500	49,3	19,3	29,3	42,8	64,3
3600	50,7	20,2	30,7	44,8	65,4
3700	52,2	21,0	31,9	46,7	66,2
3800	53,6	21,8	33,2	48,5	67,0
3900	55,0	22,4	34,1	49,8	67,1
4000	56,4	23,0	35,0	51,2	67,2
4100	57,8	23,4	35,9	52,4	67,2
4200	59,2	23,9	36,8	53,8	67,2
4300	60,6	24,4	37,5	54,9	67,0
4400	62,0	25,0	38,3	56,1	66,9
4500	63,4	26,0	39,7	58,1	67,8
4600	64,8	26,6	41,4	60,5	69,1
4700	66,3	27,4	42,9	62,7	70,1
4800	67,7	27,9	43,9	64,1	70,2
4900	69,1	27,5	44,1	64,5	69,1
5000	70,5	27,6	44,8	65,5	68,7
5100	71,9	28,3	45,7	66,8	68,7
5200	73,3	28,6	46,3	67,7	68,4
5300	74,7	29,1	47,4	69,3	68,7
5400	76,1	29,4	48,6	71,1	69,1
5500	77,5	29,3	49,3	72,1	68,8
5600	78,9	28,7	49,6	72,5	68,0
5700	80,3	28,0	49,7	72,6	66,9
5800	81,8	27,2	49,7	72,6	65,7
5900	83,2	26,3	49,6	72,5	64,6
6000	84,6	25,4	49,5	72,3	63,3
6100	86,0	24,4	49,2	71,9	61,9
6200	87,4	23,3	48,9	71,5	60,6
6300	88,8	22,3	48,7	71,2	59,3
6400	90,2	21,2	48,5	70,8	58,1

Valor mínimo      Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

TYP (1)  
 COMBUSTIBLE SUPER GPRIX

Fecha de la medición: 20.02.2020 (11:13)

Página 2

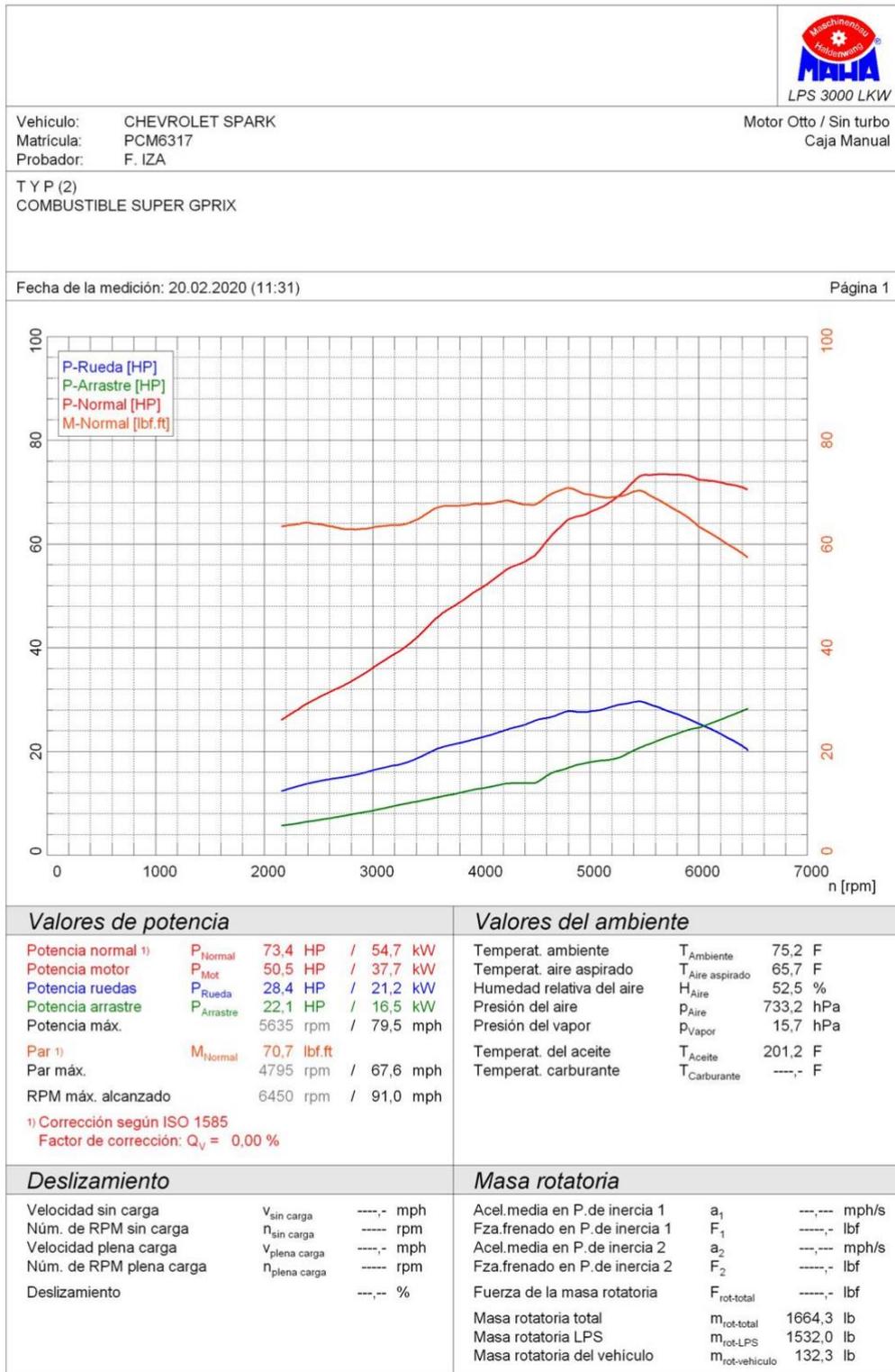
## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	12,5	18,0	26,1	62,4
2300	32,4	12,9	18,8	27,2	62,1
2400	33,8	13,3	19,5	28,3	61,9
2500	35,2	13,9	20,4	29,6	62,2
2600	36,6	14,4	21,3	30,8	62,3
2700	38,1	14,7	21,9	31,8	61,8
2800	39,5	15,2	22,8	33,0	61,9
2900	40,9	15,8	23,7	34,4	62,3
3000	42,3	16,3	24,6	35,7	62,5
3100	43,7	16,7	25,4	36,9	62,4
3200	45,1	17,2	26,3	38,2	62,6
3300	46,5	17,6	27,1	39,3	62,6
3400	47,9	18,1	28,1	40,7	62,8
3500	49,3	18,9	29,4	42,6	63,9
3600	50,7	19,8	30,7	44,5	64,9
3700	52,2	20,6	32,0	46,3	65,8
3800	53,6	21,4	33,2	48,1	66,5
3900	55,0	22,1	34,3	49,7	66,9
4000	56,4	22,7	35,1	50,8	66,7
4100	57,8	23,2	36,0	52,2	66,8
4200	59,2	23,6	37,0	53,6	67,0
4300	60,6	24,2	37,9	54,9	67,0
4400	62,0	24,7	38,4	55,6	66,4
4500	63,4	25,5	39,5	57,3	66,8
4600	64,8	26,0	41,2	59,8	68,2
4700	66,3	26,7	42,6	61,8	69,0
4800	67,7	27,2	43,7	63,3	69,3
4900	69,1	26,9	44,1	63,9	68,5
5000	70,5	27,0	44,6	64,7	68,0
5100	71,9	27,5	45,4	65,9	67,8
5200	73,3	28,1	46,2	67,0	67,7
5300	74,7	28,6	47,1	68,3	67,7
5400	76,1	29,0	48,5	70,4	68,4
5500	77,5	29,0	49,5	71,8	68,5
5600	78,9	28,4	49,9	72,4	67,9
5700	80,3	27,7	50,0	72,4	66,8
5800	81,8	26,8	49,9	72,4	65,6
5900	83,2	25,7	50,0	72,4	64,5
6000	84,6	24,7	49,9	72,4	63,4
6100	86,0	23,8	49,9	72,3	62,2
6200	87,4	23,1	50,0	72,5	61,4
6300	88,8	22,2	49,9	72,4	60,4
6400	90,2	21,1	49,7	72,1	59,1

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (2)  
 COMBUSTIBLE SUPER GPRIX

Fecha de la medición: 20.02.2020 (11:31)

Página 2

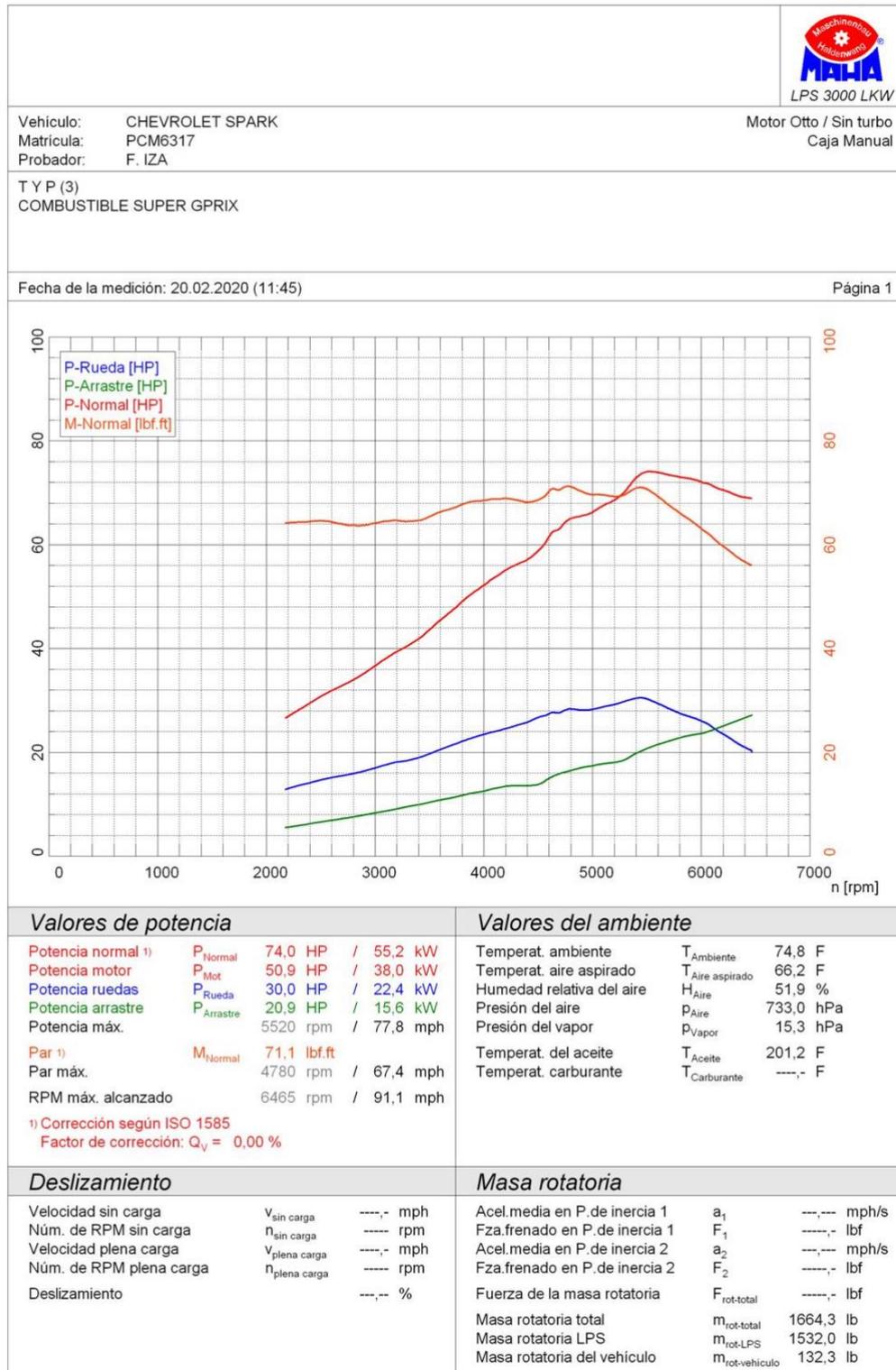
### Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	12,6	18,3	26,6	63,4
2300	32,4	13,2	19,2	27,9	63,7
2400	33,8	13,7	20,1	29,3	64,0
2500	35,2	14,2	20,9	30,3	63,7
2600	36,6	14,6	21,6	31,4	63,3
2700	38,1	14,9	22,3	32,3	62,9
2800	39,5	15,2	23,0	33,4	62,7
2900	40,9	15,7	23,9	34,7	62,8
3000	42,3	16,3	24,8	36,0	63,1
3100	43,7	16,8	25,8	37,4	63,4
3200	45,1	17,2	26,7	38,7	63,5
3300	46,5	17,7	27,6	40,1	63,8
3400	47,9	18,5	28,8	41,8	64,6
3500	49,3	19,5	30,2	43,9	65,8
3600	50,7	20,5	31,6	45,9	67,0
3700	52,2	21,1	32,6	47,4	67,2
3800	53,6	21,6	33,5	48,7	67,3
3900	55,0	22,1	34,5	50,2	67,5
4000	56,4	22,6	35,4	51,5	67,6
4100	57,8	23,2	36,4	52,9	67,8
4200	59,2	23,9	37,5	54,5	68,2
4300	60,6	24,5	38,3	55,7	68,0
4400	62,0	25,1	38,9	56,5	67,5
4500	63,4	25,9	39,8	57,9	67,6
4600	64,8	26,4	41,6	60,4	69,0
4700	66,3	27,0	43,2	62,7	70,1
4800	67,7	27,7	44,5	64,6	70,7
4900	69,1	27,5	45,0	65,3	70,0
5000	70,5	27,6	45,5	66,1	69,4
5100	71,9	27,9	46,1	67,0	69,0
5200	73,3	28,6	47,0	68,2	68,9
5300	74,7	29,0	48,1	69,8	69,2
5400	76,1	29,4	49,5	72,0	70,0
5500	77,5	29,4	50,4	73,2	69,9
5600	78,9	28,6	50,5	73,3	68,7
5700	80,3	27,9	50,5	73,3	67,6
5800	81,8	27,1	50,5	73,3	66,4
5900	83,2	26,2	50,3	73,1	65,1
6000	84,6	25,3	49,8	72,3	63,3
6100	86,0	24,4	49,6	72,1	62,1
6200	87,4	23,3	49,4	71,8	60,8
6300	88,8	22,2	49,1	71,3	59,5
6400	90,2	21,0	48,8	70,8	58,1

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



LPS 3000 LKW V 1.09.001 (16.02.2007)

(100/000/0000/000/0000)

LPS-EURO V1.24.001

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (3)  
 COMBUSTIBLE SUPER GPRIX

Fecha de la medición: 20.02.2020 (11:45)

Página 2

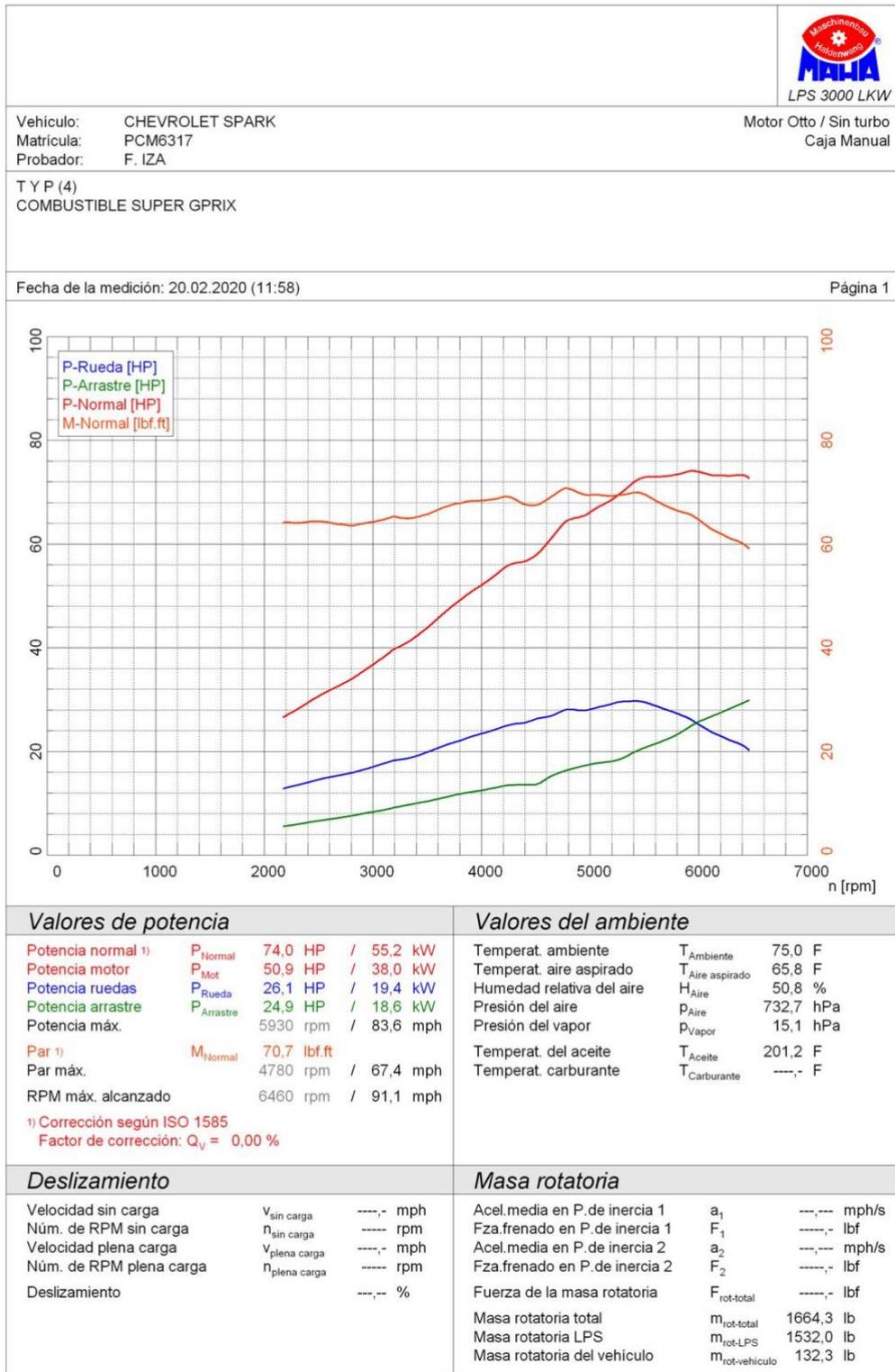
### Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	13,0	18,5	26,9	64,1
2300	32,4	13,5	19,4	28,1	64,3
2400	33,8	14,1	20,2	29,4	64,3
2500	35,2	14,6	21,1	30,7	64,5
2600	36,6	15,1	21,9	31,8	64,3
2700	38,1	15,4	22,6	32,8	63,9
2800	39,5	15,8	23,3	33,9	63,6
2900	40,9	16,3	24,2	35,1	63,6
3000	42,3	16,9	25,2	36,6	64,0
3100	43,7	17,5	26,2	38,0	64,4
3200	45,1	18,1	27,1	39,3	64,6
3300	46,5	18,4	27,8	40,5	64,4
3400	47,9	18,9	28,8	41,8	64,6
3500	49,3	19,7	30,0	43,5	65,3
3600	50,7	20,5	31,3	45,4	66,2
3700	52,2	21,3	32,4	47,1	66,9
3800	53,6	22,1	33,7	49,0	67,7
3900	55,0	22,8	34,9	50,6	68,2
4000	56,4	23,4	35,9	52,1	68,4
4100	57,8	23,9	36,9	53,6	68,7
4200	59,2	24,5	37,9	55,0	68,8
4300	60,6	25,1	38,6	56,1	68,5
4400	62,0	25,7	39,2	57,0	68,1
4500	63,4	26,7	40,4	58,7	68,5
4600	64,8	27,4	42,3	61,5	70,2
4700	66,3	27,6	43,4	63,1	70,5
4800	67,7	28,3	44,7	65,0	71,1
4900	69,1	28,1	45,0	65,5	70,2
5000	70,5	28,2	45,5	66,2	69,5
5100	71,9	28,7	46,4	67,5	69,5
5200	73,3	29,2	47,1	68,5	69,2
5300	74,7	29,8	48,3	70,2	69,6
5400	76,1	30,3	50,1	72,8	70,8
5500	77,5	30,2	50,9	73,9	70,6
5600	78,9	29,4	50,8	73,8	69,2
5700	80,3	28,4	50,5	73,3	67,6
5800	81,8	27,5	50,2	72,9	66,0
5900	83,2	26,7	50,0	72,6	64,6
6000	84,6	26,0	49,5	72,0	63,0
6100	86,0	24,8	49,1	71,3	61,4
6200	87,4	23,5	48,5	70,4	59,7
6300	88,8	22,1	47,9	69,6	58,0
6400	90,2	20,9	47,5	69,0	56,6

Valor mínimo

Valor máximo

# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



# COMPORTAMIENTO DE UN MEP DE BAJA CILINDRADA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES



Vehículo: CHEVROLET SPARK  
 Matricula: PCM6317  
 Probador: F. IZA

Motor Otto / Sin turbo  
 Caja Manual

T Y P (4)  
 COMBUSTIBLE SUPER GPRIX

Fecha de la medición: 20.02.2020 (11:58)

Página 2

## Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P <sub>Rueda</sub> [HP]	P <sub>Mot</sub> [HP]	P <sub>Normal</sub> [HP]	M <sub>Normal</sub> [lbf.ft]
2200	31,0	12,9	18,5	26,8	64,1
2300	32,4	13,4	19,3	28,0	64,0
2400	33,8	13,9	20,2	29,3	64,2
2500	35,2	14,5	21,0	30,6	64,3
2600	36,6	15,0	21,8	31,7	64,1
2700	38,1	15,4	22,5	32,7	63,7
2800	39,5	15,8	23,3	33,9	63,5
2900	40,9	16,3	24,2	35,2	63,8
3000	42,3	17,0	25,2	36,7	64,2
3100	43,7	17,6	26,2	38,1	64,6
3200	45,1	18,2	27,3	39,7	65,2
3300	46,5	18,5	28,0	40,8	64,9
3400	47,9	19,1	29,0	42,1	65,1
3500	49,3	19,8	30,1	43,7	65,6
3600	50,7	20,6	31,4	45,6	66,5
3700	52,2	21,4	32,6	47,4	67,3
3800	53,6	22,0	33,7	49,0	67,8
3900	55,0	22,8	34,8	50,6	68,2
4000	56,4	23,4	35,8	52,0	68,3
4100	57,8	24,0	36,8	53,5	68,5
4200	59,2	24,7	37,9	55,2	69,0
4300	60,6	25,2	38,7	56,2	68,6
4400	62,0	25,5	38,9	56,6	67,5
4500	63,4	26,2	39,8	57,8	67,4
4600	64,8	26,6	41,2	59,9	68,4
4700	66,3	27,3	43,0	62,5	69,9
4800	67,7	28,0	44,4	64,5	70,6
4900	69,1	27,8	44,8	65,1	69,8
5000	70,5	28,0	45,5	66,0	69,4
5100	71,9	28,6	46,3	67,3	69,3
5200	73,3	29,1	47,1	68,5	69,2
5300	74,7	29,5	48,2	70,0	69,4
5400	76,1	29,6	49,4	71,8	69,8
5500	77,5	29,4	50,1	72,8	69,5
5600	78,9	28,7	50,2	72,9	68,3
5700	80,3	28,0	50,2	73,0	67,2
5800	81,8	27,3	50,5	73,3	66,4
5900	83,2	26,4	50,9	73,9	65,8
6000	84,6	25,1	50,8	73,8	64,6
6100	86,0	23,9	50,4	73,3	63,1
6200	87,4	22,9	50,3	73,1	61,9
6300	88,8	22,0	50,3	73,1	60,9
6400	90,2	21,2	50,4	73,2	60,1

Valor mínimo

Valor máximo