



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2070>

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículo de investigación

***Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección***

***Analysis of the torque and power of an internal combustion engine with ethanol-gasoline mixture in different forms and the influence on the injection system***

***Análise do torque e da potência de um motor de combustão interna com mistura etanol-gasolina em diferentes concentrações e a influência no sistema de injeção***

Celin Abad Padilla-Padilla <sup>I</sup>

[c\\_padilla@epoch.edu.ec](mailto:c_padilla@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2241-5421>

Bolívar Alejandro Cuaical-Angulo <sup>III</sup>

[bacuaicala@istx.edu.ec](mailto:bacuaicala@istx.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1878-2541>

Luis Fernando Buenaño-Moyano <sup>II</sup>

[lfbuenanio@epoch.edu.ec](mailto:lfbuenanio@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2194-4102>

Diego Armando Tacle-Humanante <sup>IV</sup>

[diego.tacle@istcarloscisneros.edu.ec](mailto:diego.tacle@istcarloscisneros.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9287-5298>

**Correspondencia:** [c\\_padilla@epoch.edu.ec](mailto:c_padilla@epoch.edu.ec)

**\*Recibido:** 22 de mayo del 2021 **\*Aceptado:** 20 de junio del 2021 **\* Publicado:** 05 de julio del 2021

- I. Magíster en Diseño Mecánico Mención en Fabricación de Autopartes de Vehículos, Máster en Ingeniería de Vehículos Híbridos y Eléctricos, Ingeniero Automotriz, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Automotriz, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial, Ingeniero Automotriz, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Automotriz, Riobamba, Ecuador.
- III. Magíster en Gestión de Energías, Ingeniero Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, Carrera de Mantenimiento y Reparación de Motores a Diesel y Gasolina, Latacunga, Ecuador.
- IV. Ingeniero Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Riobamba, Ecuador.

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

### Resumen

Debido a la gran demanda en el parque automotor y los contaminantes producidos por los mismos, el presente trabajo da conocer la importancia de una mezcla de etanol con gasolina para motores de combustión interna, esto por la disminución de los combustibles fósiles que producen gases contaminantes perjudiciales para el medio ambiente, para esto se ve la necesidad de buscar nuevas fuentes de combustibles como la mezcla del etanol a distintas concentraciones, sin afectar el torque y la potencia generada por el motor, además de la influencia de la mezcla en el sistema de inyección de riel común, ya que para su obtención debe ser de buena calidad. El análisis de torque y potencia se puede dar mediante un dinamómetro o un sensor de presión y que mediante un programa computacional se podrá obtener estos parámetros en tiempo real, entonces la utilización de etanol puro para la combustión es una de las alternativas que ya es aplicada en algunos países. La mezcla de etanol con la gasolina en distinta concentración tendría una influencia en el torque y la potencia ya que varía las propiedades del combustible, obteniendo así un índice de octano muy relevante para la combustión, para ello también se debe tener en cuenta los gases contaminantes producidos por el nuevo combustible que son menos nocivos que utilizar directamente gasolina que es un derivado del petróleo.

**Palabras clave:** Motor de combustión interna; combustibles fósiles; etanol; gases contaminantes; riel común.

### Abstract

Due to the great demand in the automotive fleet and the pollutants produced by them, this work reveals the importance of a mixture of ethanol with gasoline for internal combustion engines, this due to the decrease in fossil fuels that produce harmful polluting gases for the environment, for this there is a need to look for new sources of fuels such as the mixture of ethanol at different concentrations, without affecting the torque and power generated by the engine, in addition to the influence of the mixture in the injection system of common rail, since to obtain it must be of good quality. The analysis of torque and power can be given by means of a dynamometer or a pressure sensor and through a computer program it will be possible to obtain these parameters in real time, then the use of pure ethanol for combustion is one of the alternatives that is already applied. in some countries. The mixture of ethanol with gasoline in another concentration will have an influence on the torque and power since the properties of the fuel vary, thus obtaining a very relevant octane number for combustion, for this,

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

polluting gases must also be considered produced by the new fuel that are less harmful than directly using gasoline which is a derivative of petroleum.

**Keywords:** Internal combustion engine; fossil fuels; ethanol; polluting gases; common rail.

### Resumo

Devido à grande demanda da frota automotiva e aos poluentes por ela produzidos, o presente trabalho revela a importância da mistura do etanol à gasolina nos motores de combustão interna, devido à diminuição dos combustíveis fósseis que produzem gases poluentes prejudiciais ao meio ambiente. Para isso é necessário buscar novas fontes de combustíveis como a mistura de etanol em diferentes concentrações, sem afetar o torque e a potência gerada pelo motor, além da influência da mistura no sistema de injeção do common rail, uma vez que para obtê-lo, deve ser de boa qualidade. A análise de torque e potência pode ser dada por meio de um dinamômetro ou sensor de pressão e por meio de um programa de computador será possível obter esses parâmetros em tempo real, então o uso de etanol puro para combustão é uma das alternativas que é já aplicada em alguns países. A mistura de etanol com gasolina em diferentes concentrações teria influência no torque e na potência, pois varia as propriedades do combustível, obtendo-se assim um número de octanas muito relevante para a combustão, para isso, também devem ser considerados os gases poluentes produzidos pelos novos combustíveis que são menos prejudiciais do que o uso direto de gasolina derivada do petróleo.

**Palavras-chave:** Motor de combustão interna; combustíveis fósseis; etanol; gases contaminantes; trilha comum.

### Introducción

El parque automotor tiene un incremento sustancial en los últimos años, produciendo gases contaminantes que afectan al medio ambiente, debido a esto se considera una alternativa la utilización de una mezcla de gasolina con etanol en distintas proporciones hasta obtener una mezcla donde las emisiones sean lo más bajas posibles, pero no afecte al torque y a la potencia del motor de combustión interna. Para solucionar este problema, en la presente investigación se opta por utilizar una mezcla de gasolina con etanol a diferentes concentraciones en un motor de encendido provocado ya que es una opción factible y viable que nos ayuda a contrarrestar la dependencia por el petróleo.

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

El etanol es un combustible más utilizado que se obtiene de la destilación de la caña de azúcar, plátano entre otros, la característica es que debe ser tratado hasta obtener un anhídrido para poder ser utilizado en la mezcla con la gasolina, en Brasil una fuente de combustible es etanol puro y no ha causado daños. En base a esto en Colombia se comenzó la utilización de una mezcla de etanol con gasolina en año 2005 cuando se aprobó una ley donde todos los usuarios de automotores deben usar una mezcla de etanol del 10% designándose a la mezcla con la letra E, así la sustancia pura se denomina como E0 y en base a la concentración de etanol en la gasolina se utiliza la designación de E10, E15. Las propiedades físicas-químicas de esta mezcla y el comportamiento en los motores de combustión interna se ven afectados en la calidad de la gasolina, obteniendo datos variantes de las emisiones y contaminantes de los motores. (Masson Ricaurte, 2012)

En la actualidad los transportes impulsados por un motor hacen uso de combustibles fósiles que ya es muy escaso y en la combustión de estos está expuesto a altas temperaturas dentro de la cámara de combustión produciendo gases nocivos para el medio ambiente. La finalidad es determinar el comportamiento del motor de combustión interna con la mezcla gasolina-etanol obteniendo la reducción de la temperatura en la cámara debido a las nuevas propiedades del combustible y así disminuyendo los gases contaminantes pero que el torque y la potencia no se vean afectados, para esto se debe hacer un estudio de la cantidad exacta que se debe introducir de etanol en la gasolina para alcanzar nuevas propiedades en el combustible que favorezcan a la combustión.

### Metodología

En los automotores que utilizan carburador, en los colectores de admisión se produce una mezcla de aire-combustible desigual para cada cilindro, por eso la necesidad de asignar un inyector a cada cilindro para que la mezcla sea estequiometría.

Clasificación de los sistemas de inyección

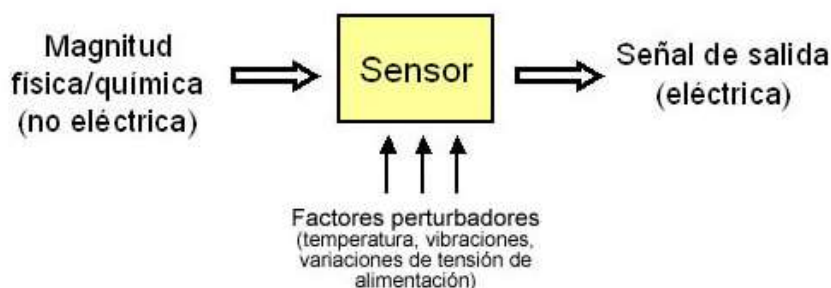
- Según el número de inyectores
- Según el tipo de inyección
- Según las características de funcionamiento
- Según el lugar donde inyectan.

Partes del sistema de inyección electrónica a gasolina

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

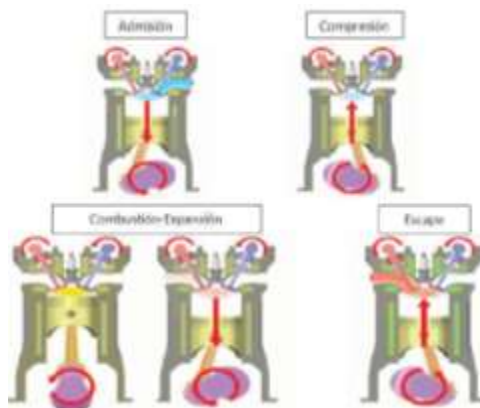
Sensores: Estos convierten magnitudes químicas o físicas en señales eléctricas que son enviadas a la unidad de control. La señal de salida no es considerada solo el voltaje sino también parámetros eléctricos como la resistencia, capacidad e inductancia. En la figura 1 se puede apreciar el funcionamiento básico del sensor. (Cabezas Jaramillo, y otros, 2015)

**Figura 1:** Funcionamiento básico del sensor.



El motor de combustión interna es un conjunto de elementos mecánicos que permite transformar la energía química en mecánica mediante el movimiento alternativo. Para obtener la energía mecánica debe ocurrir 4 fases en donde el pistón efectúa cuatro desplazamientos lineales dentro del cilindro, este movimiento lineal mediante el cigüeñal es convertido en movimiento rotacional. En la figura 2 podemos observar las cuatro fases del proceso de combustión.

**Figura 2:** Funcionamiento del motor de combustión interna.



Par motor: La combustión de aire-combustible en la cámara produce un aumento de presión y temperatura en el motor, esta presión genera una fuerza de empuje sobre el pistón que se desliza en movimiento lineal donde este movimiento es transformado en un movimiento rotacional por el

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

cigüeñal que es enviado mediante mecanismos a las ruedas. Entonces podemos decir que es la capacidad que tiene el motor para mover el vehículo con o sin carga en él.

Potencia: Es cuantas veces está disponible el par motor en un determinado tiempo, mientras más se disponga de este para en menos tiempo se puede decir que tendremos mayor potencia.

### Balance energético

En los motores de combustión interna el poder calorífico aportado por la gasolina en la combustión se descompone en trabajo útil, calor disipado por el refrigerante, gases de escape que son evacuados a altas temperaturas, entonces la energía utilizada es baja debido a las pérdidas térmicas. En la tabla 1 se muestra el porcentaje aproximado de pérdidas de energía en un motor de combustión interna. (Castillo Calderón, y otros, 2015)

**Tabla 1:** Porcentaje de pérdidas de energía

Descripción	Porcentaje Aproximado
Perdidas por gases de escape	20-25%
Perdidas por refrigeración	20-25%
Perdidas por radiación calorífica	15-25%

Fuente: (Castillo Calderón, y otros, 2015)

### Combustibles

En la actualidad tradicionalmente se utilizan combustibles derivados del petróleo por los tanto son de origen fósil, las normas que regulan las emisiones hacen que se implementen diversos sistemas para seguir utilizando este combustible.

Debido a la exigencia de los motores MEP y MEC se han desarrollado diversos tipos de combustibles con las características y prestaciones adecuadas para los regímenes de trabajo de cada uno de ellos. En la tabla 2 se da a conocer los tipos de combustibles más utilizados.

**Tabla 2:** Aplicación, fase en la que se encuentran y fuentes de los diversos combustibles.

COMBUSTIBLE	Tipo de Motor		Fase del Combustible		Origen del Combustible	
	MEP	MEC	LIQUIDO	GAS	FÓSIL	OTROS
Gasolina	X		X		X	
Etanol	X		X			X
Metanol	X		X		X	X
MTBE	X		X		X	X
ETBE	X		X			X

Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

Gas Natural Gas	X		X	X	X	
Licuado de Petróleo	X		X		X	
Hidrogeno	X		X	X	X	X
Diésel		X	X		X	X
Biodiesel		X	X			X
GTL		X	X		X	
CTL		X	X		X	
BTL		X	X			X
DME		X	X		X	X
Biogás	X			X		X

Fuente: (Gómez Yáñez, y otros, 2017)

### Propiedades físicas de los combustibles

Destilación: se trata de la volatilidad de combustible, mientras más pesados sean más poder calorífico aportan.

Densidad relativa: la dispersión afecta negativamente a la potencia del motor, un ejemplo tenemos la densidad del etanol  $789,3 \text{ Kg/ [cm]}^3$

Viscosidad y lubricidad: este parámetro es muy importante ya que debe tener una viscosidad suficientemente baja para circular por los conductos de alimentación hasta ser inyectados sin tener pérdidas de cargas excesivas.

Índice de cetano: es la predicción del cetano basado en las propiedades de destilación y densidad del combustible.

El etanol es una sustancia química que tiene características similares que, de la gasolina, se obtiene mediante la fermentación de azúcares y hoy en día este compuesto ha empezado a ser utilizado como combustibles puro o en porcentajes de mezcla con la gasolina.

El etanol puede ser utilizado en cantidades pequeñas o altas para la mezcla, la diferencia es que los vehículos deben ser modificados, pero en la actualidad existen algunas series de automotores que ya tienen sus respectivas modificaciones para soportar las concentraciones del etanol en la gasolina, esta serie de vehículos son denominados Coches Flexibles. En Europa está permitido usar el Etanol como aditivo para los autos. (SoliClima, 2018)

También conocido como alcohol etílico, es un líquido inflamable de olor desagradable. Es un alcohol que contiene aproximadamente el 35% de oxígeno en su composición y puede provocar por sí misma la combustión en un motor, el resultado más relevante de esto es las bajas emisiones de gases contaminantes hacia la atmósfera.

Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

**Tabla 3:** Características fisicoquímicas del etanol anhidro

Características	Valor
Temperatura de ebullición (°C)	78.5
Temperatura de inflamación (°C)	13
Temperatura de autoignición (°C)	363
Densidad relativa (g/cm <sup>3</sup> )	0.79
Solubilidad en agua	miscible
Presión de vapor (mmHg a temp. ambiente)	43
Poder calorífico inferior (KJ/kg)	26,810
Poder calorífico superior (KJ/kg)	29,670
Número de octanaje (RON, MON)	109/98
Relación estequiométrica A/F	9

Fuente: (Camarillo Montero, 2011)

El etanol se obtiene a partir de la destilación de la caña de azúcar, remolacha, cascara del plátano entre otros. Existen diferentes tipos de etanol dependiendo de la cantidad de agua que contenga, el contenido máximo de pureza es del 96%, es por eso, que se ha utilizado en la mezcla con la gasolina para producir la combustión en los países como Brasil y Cuba.

Etanol como Sustituto de la Gasolina, debido a que es fuente de combustible renovable, y es la manera para ya no depender de los combustibles fósiles. Este compuesto tiene un poder calorífico idéntica a la Gasolina por lo que se les puede mezclar en cualquier proporción, pero luego de los análisis ya efectuados en distintos países consideran que el porcentaje ideal es de entre 10 a 15% teniendo una gran influencia en tipo de motor de combustión interna.

Mezclas Etanol – Gasolina, la mezcla proveniente de la gasolina con el etanol se le conoce con el nombre dealconafta, por tener un alto contenido de oxígeno se utiliza en la mezcla para sustituir al éter que es el contaminante del suelo y el agua.

Laalconafta siendo una mezcla de gasolina y etanol es utilizada como combustible alternativo para motores de combustión interna que inicialmente son diseñados para la combustión de los derivados del petróleo. El etanol es el más utilizado para la mezcla con la gasolina ya que es más comercializable entre los alcoholes, aunque también puede hacer una mezcla con el metanol. El uso más común dealconafta aprobado en Colombia es la utilización de un porcentaje del 10% de volumen de etanol, el porcentaje de este compuesto es designado con la letra E acompañado de la concentración, de esta manera se designa de la siguiente forma E para un combustible de Etanol 100% puro, E10 par una concentración de 10% de etanol y 90% de gasolina. En el mundo en el año



## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

2011 más de 20 países utilizan el E10 mientras que en Estados Unidos y Europa se utiliza un E85, y aún más notable es en Brasil ya que se utiliza un E100 es decir etanol puro para los automotores. El E10 es una mezcla del 90% de gasolina con el 10% de etanol juntos hacen un combustible que es utilizado en los automotores de hoy en día sin producir daño en los motores a diferencia de otros combustibles que se tiene que modificar completamente el motor la para la utilización de ellos.

Producción del etanol como combustible: los principales productores de este compuesto son Estados Unidos y Brasil ya que ellos tienen una visión más amplia de la reducción de contaminantes producidos por los motores de combustión interna, seguido a ellos están China, India y Francia.

La producción de etanol en nuestro país Ecuador es mínima ya que no cuentan con las refinerías y equipos necesarios para la destilación óptima para la obtención del Etanol, Ecuador tiene una superficie amplia para la siembra de caña de azúcar, remolacha u otros capaz de producir etanol, pero no lo suficiente para poder compararse con Brasil u otros países.

- 10% etanol: para la utilización con este porcentaje se debe hacer una modificación en caso de ser un sistema a carburación debido a que el alcohol tiene efectos perjudiciales con el aluminio, en el caso de ser un sistema de inyección no hace falta modificar nada.
- 10% - 20%: Se debe sustituir el carburador completamente por el problema que se mencionó anteriormente, en el sistema de inyección se requiere sustituir los inyectores propios del fabricante por unos de acero inoxidable que soporten el contenido de alcohol, de igual manera en el tanque de combustible es necesario poner un recubrimiento de iguales prestaciones, algunos componentes también son necesarios recubrirlos de un material anticorrosivo.
- 20% - 100%: para la utilización de concentraciones superiores a 20% se requiere hacer una modificación completa del motor empezando por el carburador, tanque de combustible entre otros componentes.

Efecto en el Octanaje: El Etanol como alcohol puro es una sustancia con un octanaje muy alto de aproximadamente 117 octanos dependiendo del país en donde sea refinado, entonces es utilizado en mezclas con los combustibles fósiles para aumentar el octanaje y obtener una potencia mayor en los motores de combustión interna. Además, la utilización del etanol es para reducir la llamada penalidad del petróleo crudo.

En la tabla 4 se dará a conocer el nivel de octanaje que aumenta con las distintas concentraciones de Etanol en la Gasolina.

Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

**Tabla 4:** Octanaje en función de la concentración de etanol

Porcentaje de Etanol en la Mezcla	Numero de Octano	Variación de Octanos
0	72,5	0
5	74,8	2,3
10	76,8	1,8
15	78,5	1,9
20	80,3	1,8
25	81,4	1,1

Fuente: (Alvarez, y otros, 2017)

Los datos nos dan a conocer según la experiencia brasileña que hay un aumento significativo entre los valores del 10 al 20% de Etanol en la Mezcal, este aumento es de aproximadamente 1,8. (Alvarez, y otros, 2017)

Los motores de combustión interna es un conjunto de mecanismo que con la utilización de un combustible producen un trabajo, pero para que esto pase el combustible a utilizar para la combustión debe ser de óptima calidad y tener un octanaje óptimo como para poder mover todos los elementos y agregar la potencia adecuada. Todos estos motores tienen varias formas de inyectar el combustible como los autos antiguos poseen solo carburadores siendo estos vehículos de gran consumo de combustible por el simple hecho de ser mecánicos y tener un índice de error muy grande.

En la actualidad los vehículos vienen equipados con un sistema de inyectores y estos sistemas son conocidos por la precisión de pulverización que a su vez es controlada por una computadora llamada ECU esta recibe señales de diferentes sensores y actuadores para controlarla correcta cantidad de combustible a inyectar.

Estos autos de hoy en día tienen un sistema de Riel Común que controla mediante una bomba de alta presión la cantidad exacta a ser pulverizado.

Combustión estequiométrica: Para que la combustión sea rápida y completa se debe tener una mezcla de 14.7:1 esto quiere decir que 14.7 gramos de aire se deben mezclar con 1 gramo de gasolina, a esta mezcla se denomina estequiométrica que también tiene un coeficiente lambda cuyo valor es 1

La relación estequiométrica tiene una variación en cada uno de los combustibles empleados ya sean puro o combinados, en la tabla 5 se da a conocer esta relación.

Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

**Tabla 5:** Relación estequiométrica de diferentes combustibles

Combustible empleado	Relación estequiométrica
Gasolina pura	14.7/1
Etanol puro	9/1
Metanol puro	6.4/1
Gas Natural	17.2/1
Propano	15.5/1
Diesel	14.6/1
Hidrogeno	34/1

Fuente: (Mirian, Febrero 2015)

Mezcla rica: es cuando el valor de lambda es menor a 1, mezcla pobre: son cuando los valores de lambda es mayor a 1, esto indica un exceso de aire en la admisión.

Estas pruebas de la sonda lambda se lo puede hacer con un analizador de gases, estos analizadores captan la presencia de los distintos gases que salen del tubo de escape y nos arroja el dato de lambda y según este dato se analiza para luego hacer las respectivas modificaciones en el sistema que se vea afectado, para ellos también se recurre al escáner que nos da los parámetros básicos del motor, estos parámetros se compara con el manual del fabricante y de igual manera se analiza los componentes que estén afectados para luego sustituirlos, calibrarlos o hacer alguna modificación en el componente.

Luego de analizar los gases existentes se debe comparar con la norma de regulación de gases contaminantes en caso de no hacerlos el sistema de matriculación no tendrá a estos vehículos aptos para la circulación, puesto a que su contaminación es mucha y daña al medio ambiente y por consecuencia al ser humano, estos gases tóxicos causan alergias, infecciones, cáncer a la piel entre otras enfermedades que afectan a la salud a corto o largo plazo.

Entonces la manera más eficiente para reducir gases contaminantes con la utilización de la mezcla gasolina etanol es con una concentración de 10% de volumen del alcohol, así los gases contaminantes se verán reducidos en comparación con la utilización de combustibles fósiles.

La gasolina es un derivado del petróleo y es utilizado como un combustible para los motores de combustión interna provocados por chispa, se obtiene en una refinería su color es rojo, pero mediante tratamientos puede asumir diferentes colores debido a su octanaje.

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

Este combustible en estado puro utilizado para la combustión produce gases contaminantes perjudiciales para el medio ambiente y para la salud del ser humano. Al ser un producto químico sometido a altas temperaturas produce gases como el monóxido de carbono, Dióxido de carbono entre otros que son sustancias cancerígenas o hasta pueden producir alteraciones genéticas.

La ventaja de utilizar Etanol es que se introduce más oxígeno por lo tanto la combustión será más completa.

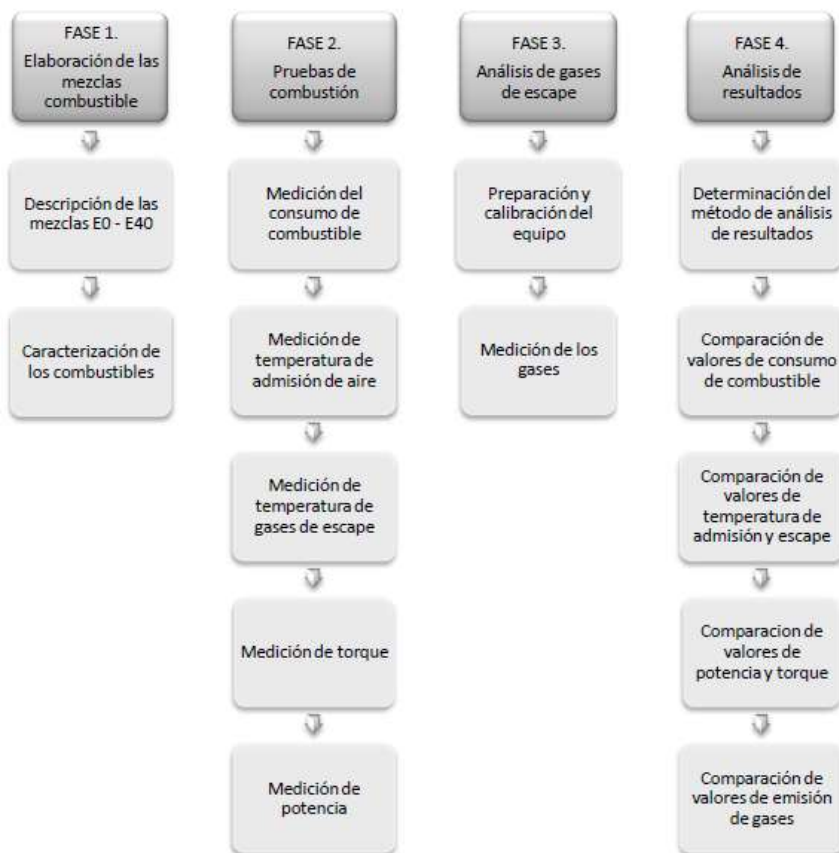
Las emisiones de los gases contaminantes son la cantidad de gases que se producen por la combustión hacia la atmósfera, por lo general los gases más comunes emanados al ambiente son: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), e hidrocarburos no combustionados (HC).

Dentro de la emanación de gases contaminantes existen normas que regulan las emisiones, a este factor se le denomina lambda ya que controla que la mezcla sea estequiométrica, porque un lambda mayor o menor a 1 las emisiones de gases son muy elevadas y se encuentran fuera de las normas internacionales. (Mantilla, 2010)

Se han creado políticas en varios países para la utilización obligatoria del etanol en la gasolina con una concentración del 10% debido a que no requieren ninguna modificación mecánica en el motor, algunos autores afirman que los gases contaminantes son mayores que la utilización de la gasolina pura, esta controversia no ha permitido que algunos países opten por la vía del desarrollo energético.

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

**Figura 3:** Diagrama de la Metodología (Camarillo Montero, 2011)



**Elaboración** de la mezcla etanol – combustible

En esta sección se determina las propiedades físicas-químicas del nuevo combustible, así como las diferentes concentraciones en la mezcla.

Para la elaboración se utiliza un etanol con una destilación de 4% de contenido de agua que viene a ser el mejor alcohol obtenido en la refinación,

### **Características de las mezclas**

Miscibilidad: para ello se utilizaron vasos de precipitación donde se mezclaron el etanol y la gasolina con su debida proporción y se introdujeron a un baño térmico de 35°C para evitar la separación de las fases esto se lo hace en un tiempo de 5 minutos luego se agita suavemente y se observa que no haya una separación de fases, luego se vuelve a introducir a un baño térmico por cinco minutos para luego ya ser utilizado como un combustible para los motores de combustión interna

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

Relación estequiométrica: para esta prueba se basa en la utilización de distintos métodos que se basa en la medición de los gases de escape que nos lleva a conocer la característica principal que es el lambda.

Olor y aspecto físico: para esta prueba se observó detenidamente la mezcla, así con cada sustancia por separado para ver la diferencia y la similitud. En la prueba de olor únicamente se inhala cada sustancia (etanol, gasolina y la mezcla), el objetivo de esto es poder identificar el combustible solo con el olor. (Israel, 2012)

### Resultados y discusión

#### Pruebas de caracterización fisicoquímica

Miscibilidad: después de introducir al baño térmico a una temperatura de 35°C no se observó ninguna separación en las fases de la mezcla, por lo que queda listo para ser utilizado en motores de combustión interna.

Relación estequiométrica: la cantidad de agua presente en la mezcla nos da más oxígeno al momento de la combustión por lo que se realiza de manera completa, esto se ve reflejado en la disminución de gases contaminantes producidos por los motores de combustión interna.

Olor y aspecto físico: todas las mezclas presentaron el color característico de la gasolina, por otro lado, el olor se ve afectado cuando la concentración es más del 20% debido al alto contenido de alcohol. (Maldonado Sarmiento, 2013)

#### Parámetros de Operación

Consumo de Combustible: El consumo de combustible aumenta en los motores de combustión interna que no hayan sido modificados, esta variación es del 1 a 6% dependiendo del tipo de control de inyección. Se dice que el aumento del consumo de combustible es directamente proporcional al porcentaje de etanol que haya en la mezcla.

Potencia: Con la utilización de la mezcla la potencia no se ve muy afectada, debido a que la pequeña pérdida presente en los motores es compensada con el consumo de combustible. (Mezcla Gasolina-Etano en Motores de Combustion Interna en Colombia, 2016)

Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

**Tabla 6:** Resultados de los experimentos

Potencia (HP)	Torque (Nm)	Velocidad (rpm)	% de Etanol
35,07	99,90	2500	5
53,01	107,86	3500	5
37,60	105,96	2500	10
58,87	119,79	3500	10
41,19	117,86	2500	15
58,61	119,27	2500	15
38,64	119,27	3500	20
54,32	110,53	2500	20
42,25	119,46	2500	0
57,7	116,19	3500	0

**Fuente:** (Alvarez, y otros, 2017)

Según los resultados que se muestran en la tabla 6, tenemos una mayor Potencia con la utilización de Etanol de un 10 y 15%, que estos valores son buenos ya que no se va a hacer una inversión en modificaciones del motor.

La mezcla de Etanol afecta de manera considerable a la vida del motor por ser el Etanol un alcohol muy corrosivo, y debido al tiempo las partículas de esta sustancia se pegan en las paredes de los elementos que entren en contacto con la mezcla. (Zerdar, y otros, 2006)

Luego de un análisis se puede decir que la calidad del combustible mejora con la adición del 10% de volumen de Etanol a la gasolina, además con esta mezcla se logra la reducción del contenido de azufre, aromáticos y por supuesto lo que es interesante la reducción de gases contaminantes que es un beneficio para el medio ambiente. La destilación que se hace para esta obtención es muy importante ya que deben mantenerse en los rangos permitidos. La cantidad de agua presente en la gasolina es menor a la mezcla gasolina-etanol ya que en la mezcla se junta el contenido de agua del Etanol además del porcentaje de agua que haya absorbido del medio ambiente en la elaboración de la mezcla, el contenido de agua debe ser hasta los 1500 o 2000 ppm como máximo para evitar la separación de fases de los dos compuestos. (Estudio de la Mezcla de la Gasolina con 10% de Etanol Anhidrido, Evaluación de Propiedades Fisicoquímicas, 2002)

La mezcla gasolina – etanol con un porcentaje del 10% de concentración de alcohol aporta una corrosión igual a la gasolina base ya que el etanol tiene un poder calorífico menor, por lo tanto, la corrosión de la mezcla es muy baja. (Estudio de la Mezcla de la Gasolina con 10% de Etanol Anhidrido, Evaluación de Propiedades Fisicoquímicas, 2002)

## Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

### Conclusiones

Se recopiló bibliografía de distintos artículos científicos, documentos de distintas marcas de vehículos, tesis de posgrado, tesis de maestrías, obteniendo suficiente información para redactar el presente trabajo.

Para las concentraciones de etanol hasta un 20% las modificaciones en un sistema de carburación se requiere cambiar el carburador y en el sistema de inyección se requiere cambiar los inyectores y demás componentes por elementos con revestimiento que soporten la degradación del etanol, para una concentración de más del 20% se requiere la modificación completa del motor de combustión interna.

La mezcla de etanol con la gasolina provoca que la temperatura de admisión disminuya considerablemente esto con una concentración del 10% al 20%, esta particularidad hace que la eficiencia volumétrica del motor aumente, debido a las bajas temperaturas después de la combustión los gases nocivos que emana se ven reducidos en una gran proporción.

El Etanol puede ser considerado como una fuente de energía renovable del futuro ya que es un combustible que reduce las emisiones contaminantes producidas por la combustión, esto también por buscar ser independientes de los combustibles fósiles, hoy en día ya se hace muchos estudios para obtener el Etanol de la basura, algas entre otras luego de un debido proceso de fermentación y destilación. El objetivo es no modificar el motor, debido a que esta modificación es muy costosa, entonces ya que el poder calorífico del Etanol es similar a la Gasolina en la actualidad solo se busca el porcentaje ideal para mezclar estos dos combustibles.

### Referencias

1. Alvarez, José, Saenz, Carlos y Torres, Liliana. 2017. Utilización de Etanol en un Motor a Gasolina. D.F, Mexico : s.n., 12 de Noviembre de 2017.
2. Cabezas Jaramillo, Willian Eduardo y Moyano Montero, Marco Javier. 2015. "Análisis de torque, potencias consumo de combustible y emisiones contaminantes a diferentes concentraciones de gasolina/etanol en un banco de pruebas motor corsa 1.6 LT. de la C.I.A". [En línea] 2015. <http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/5637>.
3. Camarillo Montero, Jesús Antonio. 2011. "Estudio de la combustión de un motor monocilíndrico de ignición alimentado con mezclas gasolina-etanol anhídrido e hidrato a



Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

- distintas concentraciones". [En línea] 2011.  
<https://lopezva.files.wordpress.com/2011/09/tesis-mezclas-de-etanol-y-gasolina.pdf>.
4. Carlos, R. Yamid, C. y Luz, M. 2015. Effects of ethanol-Gasoline Blends, Compression Ratio and Cylinder Head Material on Engine. Colombia : s.n., 2015.
  5. Castillo Calderón, Jairo Darío , Rojas Reinoso, Edgar Vicente y Martínez Coral, Jorge Enrique . 2015. DETERMINACION DEL TORQUE Y POTENCIA DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA A GASOLINA MEDIANTE EL USO DE BUJIA CON SENSOR DE PRESION ADAPTADO Y APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMATICO. [En línea] 2015.  
[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1390-01292017000100049&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-01292017000100049&lng=pt&nrm=iso).
  6. Contreras, Carlos. 2000. Evaluación de Mezcla Gasolina Etanol en Vehículos Automotores con Diferentes Tecnologías. Mexico : UNAN, 2000.
  7. Estudio de la Mezcla de la Gasolina con 10% de Etanol Anhidrido, Evaluacion de Propiedades Fisicoquimicas. Torres, jaime, y otros. 2002. 12 de Noviembre de 2002, Scielo.
  8. Gómez Yáñez, Christian René y Vargas Tipán, Lenin Marcelo. 2017. Medicion y evaluacion de las emisiones de material particulado y opacidad en una flota de vehiculos con motor ciclo diesel, utilizando una mezcla de diesel con 20% de queroseno. [En línea] 2017. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17596>.
  9. Israel, G. 2012. Biocombustible: conversion de sistema de alimentacion de un motor de gasolina a etanol. Quito, Pichincha , Ecuador : s.n., 10 de Octubre de 2012.
  10. Maldonado Sarmiento, Luis Enrique. 2013. Pruebas de rendimiento y compariocn de las curvas características y de emision de gases de combustion de un motor nissan A12 utilizando los combustibles E0, E5 y E10. [En línea] 2013.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30892>.
  11. Mantilla, Juan Miguel. 2010. Modelado de la combustion de mezclas gasolina-etanol en motores de combustion interna. [En línea] 2010.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7168>.

Análisis del torque y potencia de un motor de combustión interna con mezcla de etanol-gasolina en diferentes concentraciones y la influencia en el sistema de inyección

---

12. Masson Ricaurte, Manuel Alejandro. 2012. "Determinación de la eficiencia de mezcla de gasolina de ochenta octanos con etanol anhidro para su utilización en motores de combustión interna de cuatro tiempos encendido por chispa ". [En línea] 2012. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2311>.
13. Mezcla Gasolina-Etano en Motores de Combustion Interna en Colombia. Mantilla, Juan, Galeano, Carlos y Muñoz, Alejandro. 2016. 2016, Mutis, pág. 13.
14. Mirian, C., Felix, C. Febrero 2015. "Caracterización de efectos de la mezcla gasolina-etanol en un motor armfield volkswagen cm11 mediante el levantamiento de una base de datos por analisis de gases y espectros de vibracion ". Cuenca : s.n., Febrero 2015.
15. SoliClima. 2018. Energia Solar. [En línea] 2018. <https://news.soliclimate.com/divulgacion/biomasa/el-etanol-como-biocombustible>.
16. Zerdar, Yusezu, Sozen , Adnan y Topgûl, Tolga. 2006. Comparative study of mathematical and experimental analysis of spark ignition engine performance using ethanol-gasoline blend fuel. s.l. : Elsevier, 2 de Octubre de 2006.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).