

Universidad Internacional Del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

ARTICULO INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO EN  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**Tema:**

ANÁLISIS DE GASES DE ESCAPE EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, UTILIZANDO  
UN COLECTOR DE ADMISIÓN DE ALUMINIO Y UN COLECTOR PLÁSTICO.

Andrés David Pashma Pacheco

Luis Fernando Toscano Sandoval

**Director:** Ing. Miguel Granja

**Quito, Marzo 2019**

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Nosotros Luis Fernando Toscano Sandoval, Andrés David Pashma Pacheco declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes

-----

Firma del Graduado

Luis Fernando Toscano Sandoval

-----

Firma del Graduado

Andrés David Pashma Pacheco

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

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

-----  
**Firma del Director del Trabajo de Grado.**

**Ing. Miguel Granja**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mi familia por el apoyo brindado día a día ya que sin ellos nada de esto sería posible, en especial a mis padres Nelson y Alexandra, y a mi tía Mónica por su ayuda en momentos difíciles.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Miguel Granja, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

**Fernando Toscano**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Nelson Toscano y Alexandra Sandoval quienes por su apoyo incondicional, su amor y paciencia me han motivado a llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hermana por su apoyo moral y su gran ayuda brindada en esta importante etapa de mi vida.

A mi familia por su ayuda incondicional y su apoyo en los momentos más difíciles.

A mi novia Lorena por ser mi apoyo, por su ayuda desinteresada y su voluntad infinita.

**Fernando Toscano**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme concluir esta meta anhelada, a mi padre Fernando Pashma, a mi madre Elena Pacheco por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis, gracias por creer en mi porque este camino no ha sido nada sencillo, al Ing., Miguel Granja por transmitirme sus conocimientos en el campo de Ing. Automotriz. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi familia.

**Andrés Pashma**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Arq. Fernando Pashma Lozano y Obst. Elena Pacheco Bonilla: que con su ejemplo y apoyo incondicional me impulsaron a seguir siempre adelante, este logro se los dedico a ellos esperando siempre poder llenarlos de orgullo.

A mi Hermana y sobrina, Ing. Fernanda Pashma Pacheco, Romina Villarruel Pashma, por el aporte que cada una de ellas hicieron a mi persona.

A mi esposa, Ariana Muñoz Zurita, por apoyarme y motivarme cada día para lograr esta meta.

**Andrés Pashma**

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXOS

ANEXO 1 INEN 017:2008, CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES .....	11-12
ANEXO 2 NTE INEN 2204:2002, GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA .....	13-19
ANEXO 3 GESTION AMBIENTAL AIRE, VEHICULOS AUTOMOTORES. DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE EMISIONES DE ESCAPE, EN CONDICIONES DE MARCHA MINIMA O RELANTI PRUEBA ESTATICA .....	20-22
ANEXO 4. MEDICIÓN EN ASM. ....	23
ANEXO 5 EMISIONES CONTAMINANTES GENERADAS POR MOTOTRES A GASOLINA EN EL ECUADOR .....	24-27

## INDICE DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR.....	i
CERTIFICACIÓN DE AUTORIA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUCCION.....	2
2. FUNDAMENTACION TEÓRICA.....	2
3. PRUEBAS DE GASES.....	3
3.1. Prueba de gases con el múltiple de admisión de aluminio.....	3
3.2. <b>Calibración del analizador de gases cartek.....</b>	<b>3</b>
3.3. Calibración con el gas.....	4
4. Prueba de fugas.....	5
5. PRUEBAS.....	6
5.1. Prueba de gases con el múltiple de admisión ABS.....	8
6. Análisis de resultados.....	9
7. Conclusiones.....	9
8. Referencias.....	10

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	9
TABLA 2.....	9

## INDICE DE FIGURAS.0

FIGURA 1.....	1
FIGURA 2.....	1
FIGURA 3.....	2
FIGURA 4.....	2
FIGURA 5.....	2
FIGURA 6.....	5
FIGURA 7.....	5
FIGURA 8.....	5
FIGURA 9.....	5
FIGURA 10.....	5
FIGURA 11.....	5
FIGURA 12.....	5
FIGURA 13.....	6
FIGURA 14.....	6
FIGURA 15.....	6
FIGURA 16.....	6
FIGURA 17.....	6
FIGURA 18.....	6
FIGURA 19.....	7
FIGURA 20.....	7
FIGURA 21.....	7
FIGURA 22.....	7

<b>FIGURA 23.....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 24.....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 25.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 26.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 27.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 28.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 29.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 30.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 31.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 32.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 33.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 34.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 35.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 36.....</b>	<b>10</b>

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA DE GASES DE ESCAPE DE UN MOTOR DE  
COMBUSTIÓN INTERNA, UTILIZANDO UN COLECTOR DE ADMISIÓN DE ALUMINIO Y  
UN TERMOPLÁSTICO.**

Luis Fernando Toscano Sandoval, Andrés David Pashma Pacheco

Estudiantes Egresados de la Facultad de Ingeniería Automotriz  
UIDE, Quito, Ecuador

Emails: fernando.toscano1993@gmail.com, apashma\_655@hotmail.com

Quito, Ecuador

## **Análisis de la temperatura de gases de escape de un Motor de Combustión Interna, utilizando un colector de Admisión de Aluminio y un Termoplástico.**

---

### **Resumen:**

**El presente estudio pretende determinar los niveles de gases contaminantes de un motor de combustión interna bajo ciclo de funcionamiento Otto, al buscar alternativas en materiales para la fabricación del colector o múltiple de admisión, ya que teóricamente la variación de la temperatura a la entrada de la admisión influye directamente en el proceso de combustión, al entrar a temperaturas menores y mejor flujo laminar las emisiones se reducen considerablemente, por esta razón se utilizan colectores originales de aluminio y plásticos policarbonatos, esto guiándonos en la normativa vigente en el país y regulado por la revisión vehicular norma INEN 2204. Esta norma regula las emisiones nocivas de gases en el Ecuador.**

---

## 1. INTRODUCCION

Los vehículos de tipo térmicos o que fundamentan su funcionamiento en procesos térmicos gracias a la combustión de elementos derivados del petróleo, entregan gran potencia de respuesta y aprovechamiento de la energía calorífica, pero lastimosamente son los principales causantes de contaminación a niveles realmente elevados y siendo estos incapaces de eliminar el grado de emisiones, se ha buscado la manera de reducir esta contaminación con la prueba de diferentes materiales en varios de sus componentes.

De esta manera el presente estudio permite realizar pruebas de control de emisiones gracias a la sustitución del colector de admisión.

Las normativas vigentes en el Ecuador indican la regulación de los gases de escape permitidos en vehículos que trabajan con combustibles derivados del petróleo o fósiles, y dicha normativa es:

NTE INEN 2204:2002, GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA. Ver anexo A.

INEN 017:2008, CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES. Ver anexo B.

NTE INEN 2203:2000, GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI". PRUEBA ESTÁTICA.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

(Bosch R. , Manual de la técnica del automóvil, 2005) “Es un equipo de medición, el cual debe estar correctamente calificado y calibrado de acuerdo a la normativa vigente, permite la medición de las concentraciones de los gases contenidos en el escape, producto de la combustión”.



Figura 1. Analizador de gases CARTEK

Los parámetros de medición de los analizadores varía de acuerdo a su aplicación o consideraciones del fabricante, pero en general entre los gases que el equipo debe medir se encuentran: CO<sub>2</sub>, CO, HC y O<sub>2</sub>.

(Ortmann & otros, 2003) “Entre los distintos métodos que se pueden utilizar, uno de los más comunes es el procedimiento de infrarrojos, que se basa en la absorción de una luz infrarroja por los compuestos de los gases de escape, con una determinada longitud de onda para cada uno de esos componentes. Luego de un determinado proceso de conversión se puede obtener los distintos valores de concentración de los gases, que pueden ser mostrados en pantalla o impresos, de acuerdo al tipo de equipo analizador”.

La figura 100 esquematiza el recorrido de los gases de escape y componentes internos del equipo de medición de varios gases.

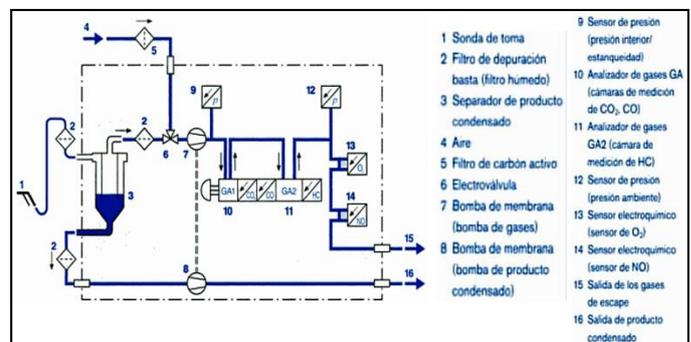


Figura 2. Recorrido de los gases de escape en el equipo de medición

Fuente: (Ortmann & otros, 2003)

### 3. PRUEBAS DE GASES

#### 3.1. Prueba de gases con el múltiple de admisión de aluminio.

- Protocolo de pruebas de acuerdo con la norma de medición de gases INEN 2204:2002 y las normas de ensayos ASM 2525, ASM 5015.

Las pruebas se las realizó de acuerdo a los estándares de las normas ecuatorianas que establecen los máximos valores de emisiones de gases contaminantes generados por los motores a gasolina y el procedimiento establecido para pruebas de emisiones en condiciones estáticas, con el objeto de analizar las concentraciones de los diferentes productos de la combustión.

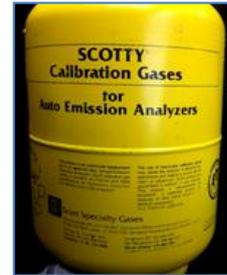


**Figura 3.** Vehículo para pruebas estáticas de emisiones.

#### 3.2. Calibración del analizador de gases cartek.

La calibración del equipo se lo realiza cada 90 días, al pasar este tiempo el certificado y calibración expiran y no se puede realizar las pruebas con la misma fiabilidad.

El gas que se utiliza para la calibración es 'SCOTTY' y está compuesto por: Nitrógeno ( $N_2$ ), Propano ( $C_3H_8$ ), Dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y Monóxido de carbono (CO) en proporciones certificadas por el Equipment and tool institute (ETI).



**Figura 3.** Gas de calibración

#### 3.3. Calibración con el gas

Primero se debe ajustar la salida del gas del tanque a una presión de 12 psi, luego colocar la manguera de la salida del gas a la toma de calibración de analizador (toma superior).



**Figura 4.** Ajuste del gas a 12 psi



**Figura 5.** Conexión a la toma de calibración.

Se abre el programa InspectorGas y en la ventana del software escoger la opción 'Calibraciones' y debe aparecer otra ventana.



Figura 6. Selección de la calibración.

Seguir el procedimiento que dice el programa en la nueva ventana como verificar la presión del tanque, la conexión de la manguera y la abertura de la válvula del gas y se da clic en 'Iniciar Calibración de Baja'.

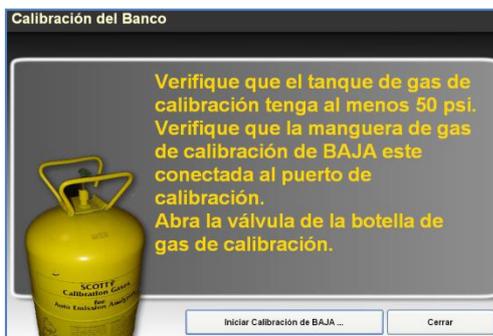


Figura 7. Inicio de la calibración.

El programa inicia el proceso de verificación y auto-cero automáticamente y una vez terminado cerrar la válvula del gas y desconectar la manguera de la toma de calibración.



Figura 8. Calibración en proceso.



Figura 9. Auto-cero en proceso.



Figura 10. Fin de la calibración de baja.

#### 4. Prueba de fugas

Ahora se debe dirigir a la opción 'Fugas', y sale otra ventana donde da la instrucción de tapan la punta de la sonda antes de iniciar la prueba.

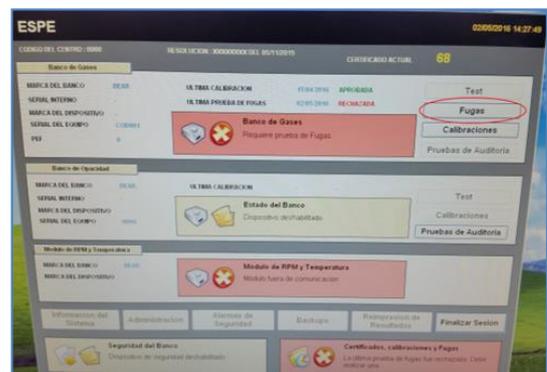


Figura 11. Sección de la opción de fugas.



Figura 12. Inicio de la prueba de fugas.



**Figura 13.** Punta de la sonda tapada.

Se espera un momento mientras el programa automáticamente realiza la verificación del estado del banco y la prueba de fugas.



**Figura 14.** Verificación del banco de pruebas.



**Figura 15.** Prueba de fugas en proceso.



**Figura 16.** Fin de la prueba de fugas

Finalizada la prueba de fugas y la calibración de gas a baja, se puede verificar que se tenga aprobadas las dos antes mencionadas en la ventana del software y estén listas para realizar la prueba de gases.



**Figura 17.** Calibración y fugas aprobadas.

5. Lectura de gases residuales estática con el colector de admisión estándar.

Consideraciones previas a realizar la prueba.

6. Utilizar el equipo de protección personal (EPP) tales como: guantes, gafas, mascarilla, calzado de seguridad.
7. Inspeccionar que el sistema de escape no presente ningún tipo de fugas o abolladuras, ya que esto podría producir erróneas mediciones.
8. Revisar el estado de la batería y chequear que sus bornes no se encuentren sulfatados.
9. Realizar un chequeo del nivel de aceite y refrigerante para que no haya ningún inconveniente durante la prueba.
10. Verificar el estado de las bujías, el filtro de aire y de combustible, reemplazar si es necesario.
11. Hacer una limpieza de los inyectores de combustible.

## 5. PRUEBA

- Se enciende el vehículo y esperar a que llegue a la temperatura normal de funcionamiento, también se debe prender el analizador para que se caliente y se estabilice.
- Se conecta el módulo de rpm a la batería mediante las pizas, tener cuidado con la polaridad de los mismos.



**Figura 18.** Conexión del módulo de rpm la batería

- Seleccionar la opción de 'Test' en el cuadro de banco de gases y se abre otra ventana en donde se verifica que las revoluciones sean las correctas con las del vehículo y presionar en continuar.



Figura 19. Selección de Test para la prueba de gases.

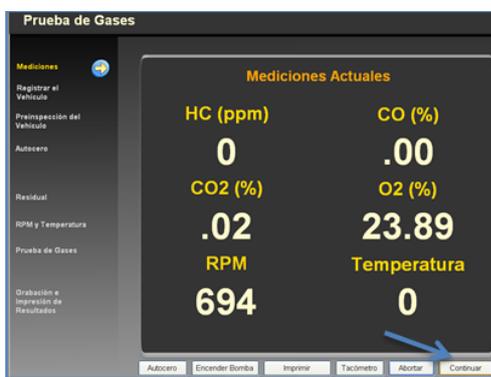


Figura 20. Verificación con las rpm del vehículo

- Ingresar los datos del vehículo y del propietario, las casillas amarillas son las relevantes y los blancos opcionales, debe quedar como se indica a continuación, luego se presiona 'Guardar y Continuar'.



Figura 21. Datos del vehículo y del propietario.

- En la siguiente ventana presionar 'Verificado' siempre y cuando se haya cumplido con todos los

procedimientos que se enlista y luego clic en 'Guardar y Continuar'.

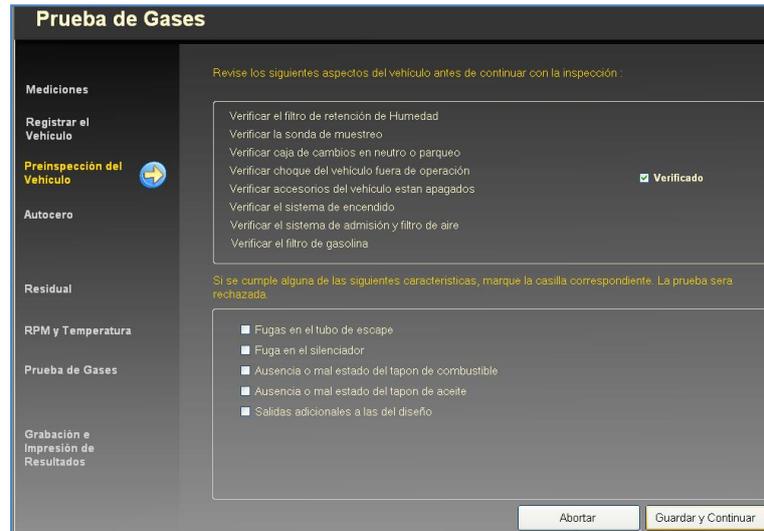


Figura 22. Verificación y estado del vehículo.

- Si se cumplió con todo, el programa inicia el auto-cero y se espera un momento.



Figura 23. Auto-cero del banco

- En la siguiente ventana nuevamente ver las rpm del motor y se presiona continuar, luego sale un mensaje para insertar la sonda en el escape, insertarla completamente.



Figura 24. Inicio de prueba



Figura 25. Mensaje para insertar la sonda.



Figura 26. Sonda introducida en el escape

- El análisis inicia automáticamente con la prueba de ralentí, la cual dura 20 segundos.



Figura 27. Prueba de ralentí en proceso.



Figura 28. Prueba de ralentí finalizada.

- El programa pide acelerar el vehículo entre 2000 rpm y 2750 rpm, se debe mantener las revoluciones en este rango durante los 20 segundos que se demora la prueba crucero.



Figura 29. Prueba crucero en proceso.



Figura 30. Prueba crucero finalizada.

- Finalizada la prueba dar clic en 'Prueba finalizada' y se guardaran los resultados en una carpeta para luego poder revisar, posteriormente retirar la sonda del tubo de escape y desconectar el módulo de rpm de la batería.

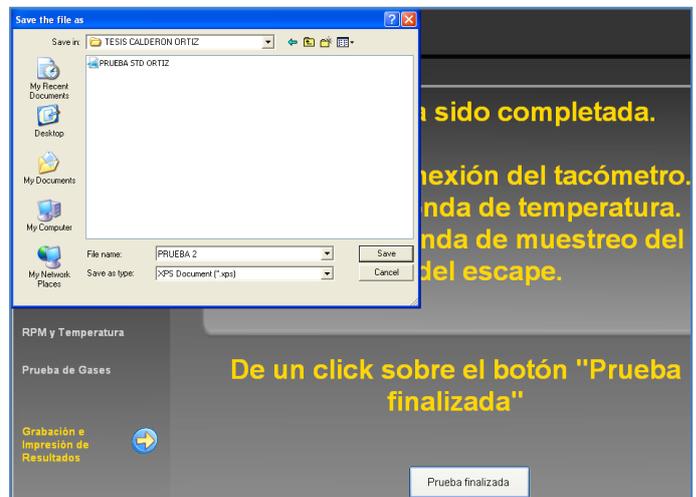


Figura 31. Guardado de los resultados.

- En el informe que se genera de la prueba de gases se muestran los datos del vehículo, del propietario, del encargado o del responsable de las pruebas y los resultados (Aprobada o Rechazada) con sus respectivas revoluciones a las que se llevó a cabo la prueba.

<b>ESPE</b> LATACUNGA Tel: 0000000		Email:																											
<b>DATOS DEL CLIENTE</b> NOMBRE: JUAN CARLOS APELLIDO: ORTIZ REYES IDENTIFICACION: 0502254907 DISPOSITIVO: COD001		<b>DATOS DEL VEHICULO</b> PLACA: RBA-3692      MODELO: 2014 MARCA: CHEVROLET      LINEA: AVEO MOTOR:                      COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: 8LATD52Y7E0231765																											
<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>																													
<b>RALENTI</b>		<b>CRUCERO</b>																											
<table border="1"> <tr><th>RESULTADOS</th><th>NORMA</th></tr> <tr><td>HC: 6,00</td><td>HC LIMITE: 200,00 ppm</td></tr> <tr><td>CO: 0,00</td><td>CO LIMITE: 1,00 %</td></tr> <tr><td>CO2: 13,43</td><td>CO2 MINIMO: 7,00 %</td></tr> <tr><td>O2: 1,73</td><td>O2 MAXIMO: 5,00 %</td></tr> <tr><td>RPM: 695</td><td>RPM MIN: 500 rpm</td></tr> <tr><td>TEMP: 0</td><td>TEMP MIN: 0,00 °</td></tr> </table>	RESULTADOS	NORMA	HC: 6,00	HC LIMITE: 200,00 ppm	CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %	CO2: 13,43	CO2 MINIMO: 7,00 %	O2: 1,73	O2 MAXIMO: 5,00 %	RPM: 695	RPM MIN: 500 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °	<table border="1"> <tr><th>RESULTADOS</th><th>NORMA</th></tr> <tr><td>HC: 2,00</td><td>HC LIMITE: 200,00 ppm</td></tr> <tr><td>CO: 0,00</td><td>CO LIMITE: 1,00 %</td></tr> <tr><td>CO2: 14,22</td><td>CO2 MINIMO: 7,00 %</td></tr> <tr><td>O2: 0,25</td><td>O2 MAXIMO: 5,00 %</td></tr> <tr><td>RPM: 2,476</td><td>RPM MIN: 2,000 rpm</td></tr> <tr><td>TEMP: 0</td><td>TEMP MIN: 0,00 °</td></tr> </table>	RESULTADOS	NORMA	HC: 2,00	HC LIMITE: 200,00 ppm	CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %	CO2: 14,22	CO2 MINIMO: 7,00 %	O2: 0,25	O2 MAXIMO: 5,00 %	RPM: 2,476	RPM MIN: 2,000 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °
RESULTADOS	NORMA																												
HC: 6,00	HC LIMITE: 200,00 ppm																												
CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %																												
CO2: 13,43	CO2 MINIMO: 7,00 %																												
O2: 1,73	O2 MAXIMO: 5,00 %																												
RPM: 695	RPM MIN: 500 rpm																												
TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °																												
RESULTADOS	NORMA																												
HC: 2,00	HC LIMITE: 200,00 ppm																												
CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %																												
CO2: 14,22	CO2 MINIMO: 7,00 %																												
O2: 0,25	O2 MAXIMO: 5,00 %																												
RPM: 2,476	RPM MIN: 2,000 rpm																												
TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °																												
RESULTADO GENERAL: <b>APROBADA</b>																													
OPERARIO RESPONSABLE: _____ LEONIDAS QUIROZ																													

**Figura 32.** Informe de gases con el múltiple estándar.

### 5.1 Prueba de gases con el múltiple de admisión ABS.

Las consideraciones de esta prueba son las mismas de la prueba de gases con el colector de admisión de aluminio.

#### • Informe de gases del múltiple ABS

<b>ESPE</b> LATACUNGA Tel: 0000000		Email:																											
<b>DATOS DEL CLIENTE</b> NOMBRE: JUAN CARLOS APELLIDO: ORTIZ REYES IDENTIFICACION: 0502254907 DISPOSITIVO: COD001		<b>DATOS DEL VEHICULO</b> PLACA: RBA-3692      MODELO: 2014 MARCA: CHEVROLET      LINEA: AVEO MOTOR:                      COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: 8LATD52Y7E0231765																											
<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>																													
<b>RALENTI</b>		<b>CRUCERO</b>																											
<table border="1"> <tr><th>RESULTADOS</th><th>NORMA</th></tr> <tr><td>HC: 9,00</td><td>HC LIMITE: 200,00 ppm</td></tr> <tr><td>CO: 0,00</td><td>CO LIMITE: 1,00 %</td></tr> <tr><td>CO2: 13,57</td><td>CO2 MINIMO: 7,00 %</td></tr> <tr><td>O2: 1,68</td><td>O2 MAXIMO: 5,00 %</td></tr> <tr><td>RPM: 694</td><td>RPM MIN: 500 rpm</td></tr> <tr><td>TEMP: 0</td><td>TEMP MIN: 0,00 °</td></tr> </table>	RESULTADOS	NORMA	HC: 9,00	HC LIMITE: 200,00 ppm	CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %	CO2: 13,57	CO2 MINIMO: 7,00 %	O2: 1,68	O2 MAXIMO: 5,00 %	RPM: 694	RPM MIN: 500 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °	<table border="1"> <tr><th>RESULTADOS</th><th>NORMA</th></tr> <tr><td>HC: 4,00</td><td>HC LIMITE: 200,00 ppm</td></tr> <tr><td>CO: 0,00</td><td>CO LIMITE: 1,00 %</td></tr> <tr><td>CO2: 14,27</td><td>CO2 MINIMO: 7,00 %</td></tr> <tr><td>O2: 0,27</td><td>O2 MAXIMO: 5,00 %</td></tr> <tr><td>RPM: 2,405</td><td>RPM MIN: 2,000 rpm</td></tr> <tr><td>TEMP: 0</td><td>TEMP MIN: 0,00 °</td></tr> </table>	RESULTADOS	NORMA	HC: 4,00	HC LIMITE: 200,00 ppm	CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %	CO2: 14,27	CO2 MINIMO: 7,00 %	O2: 0,27	O2 MAXIMO: 5,00 %	RPM: 2,405	RPM MIN: 2,000 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °
RESULTADOS	NORMA																												
HC: 9,00	HC LIMITE: 200,00 ppm																												
CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %																												
CO2: 13,57	CO2 MINIMO: 7,00 %																												
O2: 1,68	O2 MAXIMO: 5,00 %																												
RPM: 694	RPM MIN: 500 rpm																												
TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °																												
RESULTADOS	NORMA																												
HC: 4,00	HC LIMITE: 200,00 ppm																												
CO: 0,00	CO LIMITE: 1,00 %																												
CO2: 14,27	CO2 MINIMO: 7,00 %																												
O2: 0,27	O2 MAXIMO: 5,00 %																												
RPM: 2,405	RPM MIN: 2,000 rpm																												
TEMP: 0	TEMP MIN: 0,00 °																												
RESULTADO GENERAL: <b>APROBADA</b>																													
OPERARIO RESPONSABLE: _____ LEONIDAS QUIROZ																													

**Figura 33.** Informe de gases con el múltiple ABS.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las pruebas estáticas para medir las emisiones contaminantes que produce el vehículo con los diferentes múltiples, muestra las cantidades de: hidrocarburos HC (ppm), monóxido de carbono CO (%), dióxido de carbono CO<sub>2</sub> (%) y oxígeno O<sub>2</sub> (%).

Los valores de las pruebas deben estar por debajo de los permitidos por la norma NTE INEN 2 204:2002 para poder salir a circulación, el informe de resultado dirá si el vehículo está Aprobado o Rechazado.

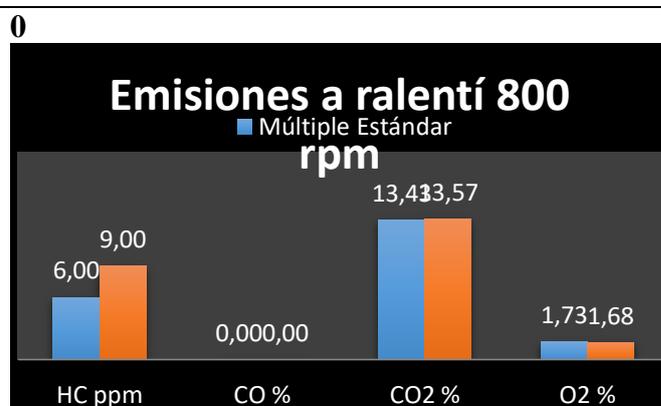
Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200

\* Volumen  
 \*\*Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

**Figura 34.** Valores máximos permitidos por la norma NTE INEN 2 204:2002.

**Tabla 1**  
Emisiones obtenidas de los diferentes múltiples a ralentí (800 rpm).

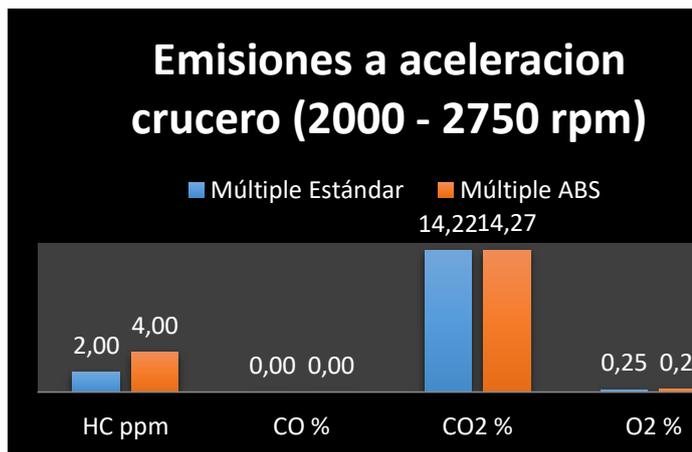
Múltiple de admisión	HC (ppm)	CO (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	Resultado de la prueba
Estándar	6,00	0,00	13,43	1,73	Aprobada
ABS	9,00	0,00	13,57	1,68	Aprobada



**Figura 35.** Comparación de las emisiones a ralentí.

**Tabla 2**  
Emisiones obtenidas de los diferentes múltiples a aceleración cruceo (2000 rpm a 2750 rpm).

Múltiple de admisión	HC (ppm)	CO (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	Resultado de la prueba
Estándar	2,00	0,00	14,20	0,25	Aprobada
ABS	4,00	0,00	14,27	0,27	Aprobada



**Figura 36.** Comparación de las emisiones a aceleración crucero (2000 rpm a 2750 rpm).

## 7 CONCLUSIONES

Como se puede ver en las tablas 22 y 23, los valores de HC que genera el motor tanto en ralentí como en crucero de los dos múltiples, son menores a los valores máximos permitidos por la norma NTE INEN 2 204:2002.

Se presenta un incremento de hidrocarburos con el múltiple de material ABS en ambos casos de las pruebas, sin embargo aún está por debajo de los 200 ppm permitido.

La medición de CO para los dos múltiples es de 0,00 % y como el analizador de gases no aprecia valores menores a 0,01, no los puede medir.

Las cantidades de CO<sub>2</sub> fluctúan en alrededor de 0,1 % entre los dos múltiples y sus valores están dentro del margen, lo que supone una buena combustión. Se tiene un ligero aumento de CO<sub>2</sub> con el múltiple de ABS.

Los valores de O<sub>2</sub> no varían significativamente entre los diferentes colectores de admisión, teniendo el valor más alto en la prueba de ralentí con el múltiple estándar de 1,73 % y el valor más bajo es con el mismo múltiple con 0,25 % en la prueba crucero, todos los valores de las mediciones están aceptadas por la norma.

## 8. REFERENCIAS

- Velástegui, S., & Jesús, C. (2015). *Análisis de los parámetros característicos de un motor de combustión interna con inyección directa de hidrógeno.*
- Winterbone, D. E., & Pearson, R. J. (2000). *Theory of engine manifold design.*
- Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D., & Vosseik, J. (2014). *Roloff / matek elementos de la máquina .*
- NTE INEN 2204:2002, *GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.*
- INEN 017:2008, *CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES. Ver anexo B.*
- NTE INEN 2203:2000, *GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI". PRUEBA ESTÁTICA. Ver anexo C.*

## ANEXO 1

### *INEN 017:2008, CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES.*

ARTÍCULO 1°.- Oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el siguiente Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017 “Control de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres”, sean de fabricación nacional o importados, que se comercialicen en la República del Ecuador:

1. OBJETO 1.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano establece los procedimientos para el control de las emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres, con el fin de proteger la vida y la salud humana, animal y vegetal, y al ambiente, sin perjuicio de la eficiencia de los vehículos automotores.

2. CAMPO DE APLICACION 2.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano se aplica tanto a vehículos motorizados importados como a aquellos de producción nacional.

2.2 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano se aplica a vehículos de transporte de usos especiales tales como: coches para reparaciones (auxilio mecánico), camiones grúa, camiones de bomberos, camiones hormigonera, camiones recolectores, coches barredera, coches esparcidores, coches taller, coches radiológicos, volquetes y similares.

2.3 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano no se aplica a las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se desplacen sobre rieles, equipo caminero y para la construcción, equipos industriales y maquinaria agrícola. 2.4 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano no se aplica a los vehículos motorizados clásicos y de competencia deportiva, así como a los vehículos que ingresan al territorio ecuatoriano para fines de turismo.

3.1 Año modelo. El año asignado por el fabricante para hacer referencia a un determinado modelo, siguiendo la nomenclatura establecida en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3 779.

3.2 Aceleración libre. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente a máxima aceleración estable, sin carga y en neutro (transmisiones manuales) y en parqueo (transmisiones automáticas).

3.3 Centro de Revisión y Control Vehicular. Unidad técnica diseñada, construida, equipada y autorizada por la autoridad competente, para realizar la revisión técnica vehicular obligatoria y emitir los correspondientes certificados.

3.4 Certificado de emisiones para fuentes móviles. Certificación expedida por la casa matriz o la firma propietaria del diseño, en la cual se consignan los resultados de la medición de contaminantes del aire provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos que se importen o ensamblen.

3.5 Ciclo o método de prueba. Es una secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones contaminantes que produce.

3.6 Certificado de Revisión Técnica Vehicular. Documento emitido por un Centro de Revisión y Control Vehicular debidamente autorizado, en el que se consignan los resultados de la Revisión Técnica Vehicular de un vehículo automotor en particular y la calificación de dicha evaluación.

3.7 Certificado de control de emisiones. Documento emitido por un Centro de Revisión y Control Vehicular debidamente autorizado, en el que se consignan los resultados de la inspección de emisiones contaminantes de un vehículo automotor en particular y la calificación de dicha evaluación.

3.8 Emisiones de fuentes móviles terrestres autopropulsadas. Son todas aquellas sustancias emitidas al ambiente por una fuente móvil terrestre autopropulsada durante su operación, reabastecimiento o reposo.

3.9 Informe de ensayo. Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones de la fuente móvil terrestre autopropulsada, ensayada bajo los ciclos de prueba especificados en este Reglamento Técnico Ecuatoriano.

3.10 Laboratorio de pruebas y ensayos acreditado. Laboratorio reconocido formalmente como competente para realizar pruebas y ensayos por el Organismo Nacional autorizado para tales efectos y que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo en forma general la determinación de las características, aptitud o funcionamiento de productos, procesos o servicios.

3.11 Motores de Ciclo Otto. Son aquellos en los que la carrera de compresión se caracteriza por realizarse con una mezcla de aire y combustible la misma que es detonada generalmente por una chispa.

3.12 Motores de Ciclo Diesel. Son aquellos en los que la carrera de compresión se caracteriza por realizarse exclusivamente con aire y el combustible es inyectado cuando la compresión en el cilindro es máxima. La mezcla detona por la alta temperatura alcanzada en la compresión.

3.13 Modelo de vehículo o motor. Es el código de identificación con el cual el fabricante designa a un grupo de vehículos o motores que cumplen con determinadas características técnicas específicas.

3.14 Organismo de certificación acreditado. Organismo acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación para desarrollar actividades de certificación en uno o varios campos específicos.

3.15 Organismo de certificación reconocido. Organismo reconocido por una autoridad nacional competente para desarrollar actividades de certificación en uno o varios campos específicos.

3.16 Revisión Técnica Vehicular. Conjunto de procedimientos técnicos normalizados utilizados para determinar la aptitud de circulación de vehículos motorizados terrestres y unidades de carga.

3.17 Vehículos clásicos. Son aquellos que tienen al menos 35 años de haber sido fabricados; que son una rareza dada la cantidad de unidades producidas; que tienen un diseño especial y/o que poseen innovaciones tecnológicas y que no han sido modificados en su chasis, en su motor ni en ninguna otra parte medular de su estructura de manera tal que lo altere notablemente.

3.18 Vehículos de competencia deportiva. Son aquellos que han sido preparados para carreras u otras competencias deportivas, siempre y cuando se encuentren participando o vayan a participar en las mismas, demostrado mediante certificación del organismo competente

## 5. REQUISITOS

5.1 Los vehículos propulsados por motores de ciclo Otto que circulen en el territorio nacional, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el numeral 6 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente.

5.2 Los vehículos propulsados por motores de ciclo Diesel que circulen en el territorio nacional, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el numeral 6 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207 vigente.

## 6. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD

6.1 En las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se encuentren en circulación en el territorio nacional se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Reglamento Técnico Ecuatoriano, mediante los siguientes ensayos: a) Determinación de las emisiones de escape en automotores de ciclo Otto. Este ensayo se debe realizar siguiendo los procedimientos establecidos en el numeral 5 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203 vigente. b) Determinación de las emisiones de escape de automotores de ciclo Diesel. Este ensayo se debe realizar siguiendo los procedimientos establecidos en el numeral 5 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202 vigente.

6.2 En las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se importen o se ensamblen en el país y que entrarán en circulación, previamente se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Reglamento Técnico Ecuatoriano, mediante los siguientes ensayos: a) Determinación de las emisiones en automotores de ciclo Otto. Este ensayo se debe realizar mediante los ciclos de prueba establecidos en los numerales 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente. b) Determinación de las emisiones de automotores de ciclo Diesel. Este ensayo se debe realizar mediante los ciclos de prueba establecidos en los numerales 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207 vigente

## ANEXO 2

*NTE INEN 2204:2002, GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.*



Quito – Ecuador

NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN 2204**

Segunda revisión

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.  
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR  
FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE UTILIZAN GASOLINA**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS  
PRODUCED BY ROAD MOVABLE SOURCES USING GASOLINE.

# GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LIMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE UTILIZAN GASOLINA

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que utilizan gasolina.

Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores (vehículo automotor, vehículo o motor prototipo o de certificación).

Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustibles diferentes a gasolina.

Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 2656, *Clasificación vehicular*

## 3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes términos y definiciones:

### 3.1

#### **año modelo**

Año que identifica el de producción del modelo de la fuente móvil.

### 3.2

#### **certificación del fabricante**

Documento expedido por el fabricante de un vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado.

### 3.3

#### **ciclo**

Tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuente móviles equipadas con electroventilador, es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

### 3.4

#### **ciclos de prueba**

Secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, el ciclo que se aplica es el siguiente:

### **3.4.1**

#### **ciclo ECE-15 + EUDC**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, que utilizan diésel o gasolina.

### **3.5**

#### **dinamómetro**

Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

### **3.6**

#### **emisión de escape**

Descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

### **3.7**

#### **emisiones evaporativas**

Descarga al aire de una o más sustancias gaseosas, producto del funcionamiento normal del vehículo o de la volatilidad del combustible. Las emisiones evaporativas se desprenden desde varios puntos a lo largo del sistema de combustible de un vehículo automotor.

### **3.8**

#### **equipo de medición**

Conjunto completo de dispositivos, que incluye todos los accesorios, para la operación normal de medición de las emisiones.

### **3.9**

#### **fuentes móviles**

Fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

### **3.10**

#### **homologación**

Reconocimiento de la autoridad ambiental competente a los procedimientos de evaluación de emisiones o a los equipos o sistemas de medición o de inspección de emisiones, que dan resultados comparables o equivalentes a los procedimientos, equipos o sistemas definidos en esta norma.

### **3.11**

#### **informe técnico**

Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma.

### **3.12**

#### **masa máxima**

Masa equivalente al peso bruto del vehículo.

### **3.13**

#### **método SHED**

Procedimiento aprobado por la Unión Europea, para determinar las emisiones evaporativas en vehículos a gasolina mediante la recolección de éstas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. SHED es la sigla correspondiente al nombre de dicho método (Sealed Housing For Evaporative Determination).

### **3.14**

#### **motor**

Fuente principal de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

### 3.15

#### **peso bruto del vehículo**

Peso neto del vehículo más la capacidad de carga útil o de pasajeros, definida en kilogramos.

### 3.16

#### **peso neto del vehículo**

Peso real solo del vehículo en condiciones de operación normal con todo el equipo estándar de fábrica, más el combustible a la capacidad nominal del tanque.

### 3.17

#### **prueba dinámica**

Medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en la norma.

### 3.18

#### **temperatura normal de operación**

Temperatura que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones, la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75°C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador, esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

### 3.19

#### **Vehículo automotor**

Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

### 3.20

#### **Vehículo o motor prototipo o de certificación**

Vehículo o motor de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

## 4. CLASIFICACIÓN

Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores según NTE INEN 2656:

**4.1 Categoría M.** Vehículo automotor destinado al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.

**4.1.1 Categoría M1.** Vehículo automotor destinado al transporte de hasta 8 personas más el conductor.

**4.2 Categoría N.** Vehículo automotor destinado al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.

**4.2.1 Categoría N1.** Vehículo automotor destinado al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas. Esta categoría se divide en tres clases de acuerdo al peso de referencia.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Generalidades

5.1.1 Los importadores y ensambladores de vehículos deben obtener la certificación de emisiones expedida por el fabricante o propietario del diseño del vehículo y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella. Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los establecidos para el ciclo transiente pesado ECE 15 + EUDC, SHED; según las características del vehículo.

5.1.2 Los importadores y ensambladores están obligados a suministrar una copia de la certificación de emisiones a quienes adquieran los vehículos.

5.1.3 La autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de las emisiones de escape.

## 5.2 Requisitos específicos

5.2.1 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclo ECE-15+ EUDC (prueba dinámica).

5.2.2 Toda fuente móvil con motor de gasolina no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 1.

**TABLA 1. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)\* (ciclos europeos)**

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	CO g/km	HC g/km	HC + NOx g/km	NOx	PM	Ciclos de prueba	Evaporativas g/ensayo SHED
M1		2,3	0,2	-	0,15	-		2
N1	CL1 ≤ 1305	2,3	0,2	-	0,15	-	ECE 15 + EUDC	2
	CL2 > 1350 < 1760	4,17	0,25	-	0,18	-		2
	CL3 > 1760 ≤ 3500	5,22	0,29	-	0,21	-		

\* Prueba realizada a nivel del mar.

Bibliografía

EURO III: Community Directive, Dir. 70/220/ECC, as amended by 98/96/EC and 2003/76/EC.

Resolución 1111 de 2013. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. Bogotá, 2013.

PROYECTO A2

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TÍTULO: GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHICULOS Código ICS:  
**NTE INEN 2204** AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES 13.040.50  
PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE  
UTILIZAN GASOLINA

ORIGINAL:

REVISIÓN:

Fecha de iniciación del estudio:

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No.

Fecha de iniciación del estudio: 2016-11-14

Fechas de consulta pública:

Comité Técnico de:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Comité:

PROYECTO A2

### ANEXO 3

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE, EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI". PRUEBA ESTÁTICA.</b>	<b>NTE INEN 2 203:2000 2000-07</b>
<b>1. OBJETO</b>		
<p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones provenientes del sistema de escape de vehículos equipados con motor de encendido por chispa, en condiciones de marcha mínima o "ralenti".</p>		
<b>2. ALCANCE</b>		
<p>2.1 Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es gasolina.</p>		
<b>3. DEFINICIONES</b>		
<p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2204, y las que a continuación se detallan:</p>		
<p>3.1.1 <i>Aislamiento electromagnético.</i> Característica del equipo de medición que impide la alteración en sus lecturas por causa de radiaciones electromagnéticas externas.</p>		
<p>3.1.2 <i>Calibración de un equipo de medición.</i> Operación destinada a llevar un instrumento de medida al estado de funcionamiento especificado por el fabricante para su utilización.</p>		
<p>3.1.3 <i>Motor de encendido por chispa.</i> Es aquel en el cual la reacción de la mezcla aire/combustible se produce a partir de un punto caliente, generalmente una chispa eléctrica.</p>		
<p>3.1.4 <i>Gas patrón.</i> Gas o mezcla de gases de concentración conocida, certificada por el fabricante del mismo, y que se emplea para la calibración de equipos de medición de emisiones de escape.</p>		
<p>3.1.5 <i>Autocalibración.</i> Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante del mismo.</p>		
<p>3.1.6 <i>Exactitud.</i> Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.</p>		
<p>3.1.7 <i>Repetibilidad.</i> Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.</p>		
<p>3.1.8 <i>Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo.</i> Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.</p>		
<p>3.1.9 <i>Tiempo de respuesta del equipo de medición.</i> Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.</p>		
<p>3.1.10 <i>Sonda de prueba.</i> Tubo o manguera que se introduce a la salida del sistema de escape del vehículo automotor para tomar una muestra de las emisiones.</p>		

## 4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los importadores y distribuidores de equipos de medición de emisiones deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los equipos de medición a ser utilizados debe cumplir con la International Recommendation OIML R 99.

4.2 Los importadores y distribuidores están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en el numeral 4.1, a quienes adquieran los equipos.

4.3 La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para determinar la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "ralenti", prueba estática.

## 5. MÉTODO DE ENSAYO

### 5.1 Fundamento.

5.1.1 El principio de operación se basa en la absorción de luz infrarroja no dispersa de gases para la determinación de hidrocarburos, monóxido y dióxido de carbono.

5.1.1.1 El oxígeno se mide utilizando una celda de combustible (fuel cell). Esto no excluye el uso de equipos con otro principio de operación, siempre y cuando sean homologados.

### 5.2 Equipos

5.2.1 Ver numeral 4, Disposiciones Generales.

5.2.2 Capacidad de autocalibración. Los equipos de medición deben tener incorporada la función propia de autocalibración, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el equipo es encendido, o manualmente cada vez que el usuario lo requiera.

5.2.3 Los equipos de medición deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.

5.2.4 Los equipos deben contar con un tacómetro para la medición de las revoluciones del motor.

5.2.5 El equipo debe disponer de características de seguridad que garanticen la protección del operador.

### 5.3 Calibración

5.3.1 La calibración del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo. En caso que éstas no estén disponibles, la calibración se debe realizar, como máximo, cada tres meses.

5.3.2 El equipo se debe calibrar luego de cada mantenimiento correctivo.

5.3.3 La calibración anterior es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

5.3.4 El gas de calibración debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 6145. Este gas debe contar con una certificación emitida por el fabricante, de acuerdo con lo establecido en la norma anteriormente indicada.

## **5.4 Procedimiento de medición**

**5.4.1** Antes de la prueba, realizar las verificaciones siguientes:

**5.4.1.1** Someter al equipo a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.

**5.4.1.2** Retirar todo material en forma de partículas y eliminar toda sustancia extraña o agua, que se hayan acumulado en la sonda de prueba y que puedan alterar las lecturas de la muestra.

**5.4.1.3** Revisar que la transmisión del vehículo esté en neutro (transmisión manual) o parqueo (transmisión automática).

**5.4.1.4** Revisar que el control manual del ahogador (choque), no se encuentre en operación, y que los accesorios del vehículo (luces, aire acondicionado, etc.), estén apagados.

**5.4.1.5** Revisar en el vehículo que el sistema de escape se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.

**5.4.1.6** Si el vehículo no cumple con las condiciones establecidas en el numeral 5.4.1.5, la prueba no se debe realizar hasta que se corrijan aquellas.

**5.4.1.7** Revisar que el nivel de aceite en el cárter esté entre el mínimo y máximo recomendado por el fabricante, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.

**5.4.1.8** Encender el motor del vehículo y verificar que se encuentre a la temperatura normal de operación.

### **5.4.2 Medición**

**5.4.2.1** Conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de encendido del motor y verificar las condiciones de marcha mínima o "ralenti".

**5.4.2.2** Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o "ralenti", introducir la sonda de prueba en el punto de salida del sistema de escape del vehículo. Tener la seguridad de que la sonda permanezca fija dentro del sistema de escape mientras dure la prueba.

**5.4.2.3** Esperar el tiempo de respuesta del equipo de medición dado por cada fabricante.

**5.4.2.4** Imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.

**5.4.2.5** Si, por diseño, el vehículo tiene doble sistema de escape, medir por separado cada salida. El valor del resultado final será la mayor lectura registrada.

## **5.5 Informe de resultados**

**5.5.1** El resultado final será la mayor lectura registrada de los valores de las lecturas obtenidas en el numeral 5.4.2.4.

**5.5.2** La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntado el documento de impresión directa del equipo de medición.

## ANEXO 4

### Medición en ASM

Esta prueba es un análisis de gases con la aplicación de carga externa al motor a diferentes regímenes de carga y velocidad en las etapas ASM 5015 y ASM 2525. En la primera, el vehículo se corre a una velocidad constante de 40 Km/h con el dinamómetro ajustado para que alcance un 25% de la aceleración máxima. En la segunda, el vehículo se corre a 24 km/h con el dinamómetro ajustado para que alcance el 50% de la aceleración máxima. Análisis de sistemas de medición

Los análisis de sistemas de medición constituyen un tema importante en cuanto a la estadística y calidad para aplicaciones de ingeniería, fabricación, práctica de laboratorio y procesos comerciales. Una nueva norma de ASTM International, la E2782, Guía para el análisis de sistemas de medición (MSA, por sus siglas en inglés), cubre muchos temas centrales del análisis de sistemas de medición.

El desarrollo de la norma E2782 estuvo a cargo del Subcomité E11.20 sobre evaluación y control de la calidad de los métodos de prueba, bajo la jurisdicción del Comité E11 de ASTM sobre calidad y estadística.

Según Stephen Luko, especialista en estadísticas de Hamilton Sundstrand y miembro veterano y ex presidente del Comité E11, cuando se mide un objeto y se presenta un resultado, por lo general se toma alguna decisión o medida a raíz de un resultado de medición. En esos casos, menciona Luko, siempre es razonable hacer las siguientes preguntas:

¿Cuál es el error en el resultado de medición?

¿Cuál es el error en el proceso de medición?

“Desde un punto de vista práctico, el usuario de una cantidad medida desea saber la diferencia que podría haber entre la cantidad medida y el valor verdadero de lo que se ha medido”, dice Luko. “Ésta es la esencia del análisis de sistemas de medición”.

Como ejemplo, Luko menciona que, si el error de medición es muy grande, este resultado puede invalidar los resultados de medición o hacer que tengan un valor escaso.

“También hay varios componentes para el error de medición y el método estadístico del análisis de sistemas de medición nos muestra cómo separar estos componentes y cómo mejorar el desempeño de la medición para los diversos componentes”, dice Luko.

La nueva norma servirá en todos los lugares donde se usen sistemas de medición o donde resulte importante evaluar el error de la medición. Esto abarca el trabajo que realizan muchos comités de ASTM, junto con la comunidad de usuarios constituida por empresas manufactureras y de ingeniería, y por prácticas comerciales más generales.

Como se aprobó actualmente, la norma E2782 se aplica a mediciones variables y a aplicaciones no destructivas. El Subcomité E11.20 tiene pensado incorporar aplicaciones destructivas como también aplicaciones que impliquen mediciones del tipo de atributo en futuras revisiones de la norma e invita a todos los interesados a contribuir con esta tarea.



## ANEXO 5

### EMISIONES CONTAMINANTES GENERADAS POR MOTOTRES A GASOLINA EN EL ECUADOR

**INTRODUCCIÓN.** El motor de obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Gracias a la inflamación de la mezcla gasolina y aire, la energía química de esta se transforma en energía mecánica. La gasolina es necesario mezclarla con aire para que se produzca la inflamación de la mezcla gasolina-aire. La inflamación de la mezcla se produce casi instantáneamente al saltar la chispa, por lo que se puede decir que se trata de una explosión, dentro de la cámara de combustión. La mezcla de gasolina - aire debe estar en estado gaseoso y cuanto mejor es la homogeneidad de la mezcla mayor será el aprovechamiento de la energía del combustible [1]. El desempeño de MCI se ve directamente afectado por el tipo de combustible con el que este opera. Los principales parámetros que se analizan son: el torque de salida, el consumo específico de combustible, la eficiencia térmica al freno eficiencia volumétrica y emisiones de gases [2]. Las emisiones de escape de los vehículos dependen no solo de las tecnologías automotrices, sino también de las cualidades del combustible. Aproximadamente el 70% de todas las emisiones de gasolina son aportadas por las emisiones vehiculares y el 30% restante son aportadas por otras fuentes como la destilación, la evaporación de solventes industriales, el refinado y la evaporación de la gasolina de los vehículos [3]. Con normas de emisiones más estrictas en todo el mundo, la calidad de los combustibles se está convirtiendo en una gran preocupación para las industrias del automóvil y del petróleo [4]. Los gases de escape de los motores de combustión interna son mezclas complejas compuestas principalmente por productos de una combustión incompleta, pequeñas cantidades de productos de oxidación de azufre y nitrógeno y compuestos derivados del combustible y lubricante [5]. Los gases producto de la combustión del motor más nocivos son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos (HC) y partículas contaminantes. Puesto que las emisiones de CO<sub>2</sub> causan el calentamiento global, que es uno de los principales problemas ambientales hoy en día, se evalúan como un contaminante. El efecto del cambio climático global ha alentado a los fabricantes de vehículos a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> aporta más del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero y los automóviles representan alrededor del 20% de éstas. Se sabe que las emisiones de CO<sub>2</sub> están influenciadas por factores como el desplazamiento Del motor y el peso bruto del vehículo [6]. En la aparición de sustancias nocivas en las emisiones de gases de escape, tipo de combustible se toma en consideración, es posible reducir estas emisiones utilizando diferentes combustibles. Hay muchos investigadores que examinan el uso del bioetanol como aditivo de combustible para la gasolina. El bioetanol, producido a partir de materias primas vegetales, es un recurso renovable y un combustible limpio que tiene un efecto favorable sobre el medio ambiente porque produce emisiones más bajas que los combustibles fósiles durante la combustión. El bioetanol puede ser producido a partir de una variedad de materias primas tales como la caña de azúcar, el maíz, el trigo y la yuca [7]. El uso de combustibles oxigenados o agregar los combustibles oxigenados en la gasolina para proporcionar más oxígeno en la cámara de combustión tiene un gran potencial para reducir las emisiones de ambos motores de encendido por compresión y por chispa. El principal combustible alternativo oxigenado utilizado es alcoholes (sobre todo etanol) para la operación de vehículos de gasolina [8]. Uno de los combustibles alternativos es el metanol el cual puede ser mezclado con gasolina, mostrando así una emisión de CO más baja en comparación con la gasolina debido a la presencia de oxígeno al igual que las mezclas de etanol y butanol-gasolina. La presencia de alcohol da más oxígeno para el proceso de combustión y por lo tanto aumenta la emisión de CO<sub>2</sub>. La emisión de CO<sub>2</sub> del etanol es mejor que la del metanol y del butanol [9]. Pero existe una desventaja en los motores que queman metanol puro (M100) ya que son difíciles de comenzar la combustión a temperaturas ambientales inferiores a 60 ° F y emiten mayores cantidades de formaldehído que los motores de gasolina equivalentes. Debido a que el metanol tiene aproximadamente la mitad del contenido energético de la gasolina, necesitando aproximadamente el doble de volumen de metanol para conducir un coche a la misma distancia. [10]. El etanol pertenece al grupo de alcoholes que también son oxigenados. Son notablemente similares a la gasolina a pesar de que son de diferentes clases de productos químicos. La gasolina es una mezcla de hidrocarburos, que son mezclas compuestas exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno. Mathew son considera los alcoholes, basados en su fórmula general, como hidrocarburos en los que uno de los Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 30 átomos de hidrógeno ha sido sustituido por un grupo OH. Puede ser producido a partir de una variedad de materiales y una serie de procesos, pero su producción a partir de biomasa, especialmente la yuca, el maíz y la caña de azúcar, hará que el combustible sea renovable y su economía sea sostenible [11]. El uso de Etanol como parte de los combustibles re-formulados para vehículos automotor se encuentra ampliamente arraigado en algunos países como Brasil, Estados Unidos y Australia. El primero de ellos comercializa mezclas con un contenido de hasta 85% en volumen de Etanol en sus gasolinas (E85). En general, todos los automóviles de transporte ligeros a gasolina (conocidos también como los LDV o light-duty vehicles) pueden usar mezclas gasolina-Etanol que contengan menos de 10% de etanol en volumen (E10), sin necesidad de realizar cambios al vehículo [12].

**METODOLOGÍA** El analizador CARTEK modelo 50-100, es un instrumento destinado a medir el porcentaje de gases HC, CO, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> emitidos producto de la combustión del motor [13]. Valores que se encuentran configurados a ralentí por los siguientes porcentajes permitidos: • HC – 200 ppm. • CO – 1.00% • CO<sub>2</sub> – 7.00% • O<sub>2</sub> – 5.00% • RPM MÍNIMAS: 500 Valores configurados para velocidad crucero son los siguientes: • HC – 200 ppm • CO – 3.00 % • CO<sub>2</sub> – 7.00% • O<sub>2</sub> – 5.00% • RPM: 2000 – 2750 Fig. 1. Analizador de gases modelo 50 – 100 Las características técnicas del equipo son las siguientes: • Apreciación de ± 0.01 • Tiempo de prueba 20 min a ralentí. • RPM mínimas 500 a ralentí • RPM máximas 1100 a ralentí • Tiempo de prueba crucero 20 min. • RPM mínimas 2000 prueba crucero. • RPM máximas 2750 prueba crucero. La metodología manejada en la investigación es empírica ya que mediante pruebas de laboratorio se obtuvo resultados de: torque y potencia, consumo de combustible y análisis de gases. Se utilizó instrumentos y técnicas de medición generales como

levantamiento de información y procesos de medición especializados como: Método de medición, experimental, análisis, comparativo y matematización. RESULTADOS Utilizando el Analizador CARTEK modelo 50-100 se realizaron pruebas de emisiones de gases en condiciones estáticas, a ralentí y prueba cruce. Los valores obtenidos al abastecer el motor F2, con gasolina comercial y combinación entre gasolinas al 50% producto de la combustión (HC, CO, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) fueron comparados con los valores establecidos en la norma NTE INEN 2204: 2002 [14]. Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 31 Tabla 1: Resultado de Emisiones de gases de las gasolinas de la ESTACIÓN 1 Las figuras 2 y 3 muestran los valores obtenidos en las a ralentí y velocidad cruce realizadas en el analizador de gases respectivamente, al suministrar al motor F2 con las gasolinas comercializadas en la ESTACIÓN 1. La gasolina con mayores emisiones de HC, CO y O<sub>2</sub> es la SÚPER superando con una diferencia de 82 ppm a la EXTRA y con 71 ppm de HC a la ECOPAÍS, de la misma manera supera con un 0,44% a la gasolina EXTRA y con 0,39% a ECOPAÍS en porcentaje de emisiones de CO; la cantidad de oxígeno es mayor por un 0,62% al valor emanado por la gasolina EXTRA y con un 0,56% al emanado por la gasolina ECOPAÍS. Por otra parte la gasolina EXTRA emana mayor cantidad de CO<sub>2</sub> superando a la gasolina SÚPER con un 0,51% y a la ECOPAÍS con un 0,15%, cabe recalcar que las emisiones de CO<sub>2</sub> no deben ser menores al 7,00% pero no tampoco deben superar el 15%; el valor obtenido de 14,14% evidencia que existe una buena combustión en el motor al suministrarlo con gasolina EXTRA. Fig. 2. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 1 Al comparar las emisiones de gases entre las gasolinas comerciales de la ESTACIÓN 1 se observa que la gasolina SÚPER posee mayores emisiones de HC con 49 ppm, CO con 0,53% y O<sub>2</sub> con 0,69% superando a las gasolinas EXTRA y ECOPAÍS; al contrario de las concentraciones de CO<sub>2</sub> que son menores al de las gasolinas antes mencionadas con un 13,67% en emisiones de dióxido de carbono. Fig. 3. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 1 La tabla 2 evidencia los valores obtenidos en el reporte de las pruebas realizadas en el analizador de gases CARTEK, estos ensayos fueron realizados a ralentí y velocidad. Tabla 2: Resultado de Emisiones de gases de las gasolinas de la ESTACIÓN 2 Las emisiones de gases en las pruebas a ralentí y velocidad cruce de las gasolinas de la ESTACIÓN 2 se registran en las figuras 4 y 5. Las emisiones de HC entre las gasolinas SÚPER y EXTRA tienen una diferencia mínima del  $\pm 1$  ppm entre ellas; siendo la ECOPAÍS quien emite menor cantidad de HC con 10 ppm, entre las gasolinas SÚPER y EXTRA existe igual cantidad de emisiones de CO ambas con 0,11% a diferencia de la ECOPAÍS con un mínimo de 0,01%, por su parte el porcentaje de CO<sub>2</sub> es el mismo entre las gasolinas SÚPER y ECOPAÍS con Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 32 un 14,12% superando con un 0,08% a las emanadas por la gasolina EXTRA. La cantidad de O<sub>2</sub> emanadas por cada gasolina son: SÚPER con 0,35%, EXTRA con 0,55% y ECOPAÍS con 0,20%. Fig. 4. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 2 La ESTACIÓN 2 expende tres gasolinas SÚPER, EXTRA y ECOPAÍS siendo la gasolina SÚPER quien emite mayor cantidad de HC con 27 ppm, CO con un 0,21% y CO<sub>2</sub> con un 14,12%. Por otro lado la concentración de O<sub>2</sub> es menor con un 0,08% al de la gasolina EXTRA pero mayor al de la gasolina ECOPAÍS con un 0,09%. Fig. 5. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 2 Las gasolinas de la ESTACIÓN 3 registraron los siguientes datos al terminar las pruebas de emisiones de gases, detalladas en la tabla 3. Tabla 3: Resultado de Emisiones de gases de las gasolinas de la ESTACIÓN 3 Fig. 6. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 3 La ESTACIÓN 3 emite mayor concentración de HC con 39 ppm en su gasolina ECOPAÍS pero por otro lado es quien menor cantidad de CO<sub>2</sub> presenta al quemar combustible con un 13,82 % a diferencia de la gasolina EXTRA y SÚPER que emiten 13,92% y 14,09% respectivamente. Las emisiones de O<sub>2</sub> que en mayor cantidad son emanadas al ambiente son por parte de la gasolina EXTRA con un 0,32%; superando a la ECOPAÍS con un 0,01% y a la SÚPER con 0,06% en emisiones de oxígeno. Fig. 7. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 3 Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 33 Tabla 4: Resultado de Emisiones de gases de las gasolinas de la ESTACIÓN 4 La gasolina con más emisiones de HC, CO, y O<sub>2</sub> es la EXTRA emanando 130 ppm de hidrocarburos de carbono a diferencia de la SÚPER y ECOPAÍS que emanan 103 ppm y 38 ppm respectivamente, las concentraciones de CO de la gasolina EXTRA superan a la SÚPER en 0,07% y a la ECOPAÍS en 0,38%. La gasolina ECOPAÍS es quien emite mayor cantidad de CO<sub>2</sub> con un 13,99% siendo superior al de la SÚPER con un 0,22% y a la Extra con 0,47%. La gasolina EXTRA es quien emite mayor cantidad de O<sub>2</sub> con un 0,85%, la SÚPER y ECOPAÍS tienen menores emisiones con un 0,77% y 0,31% recíprocamente. Fig. 8. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 4 La gasolina de la ESTACIÓN 4 que emite mayor cantidad de HC es la EXTRA con un 63 ppm, superando a las gasolinas SÚPER y ECOPAÍS con 6 ppm y 27 ppm respectivamente; en cuanto a las emisiones de CO es la gasolina SÚPER quien tiene mayor concentración de monóxido de carbono con 0,54% superando a la ECOPAÍS en 0,29%. La gasolina ECOPAÍS emite mayor porcentaje de CO<sub>2</sub> con un 13,84% existiendo una diferencia de 0,15% con la gasolina SÚPER y 0,28% con la EXTRA. Por otro lado la mayor cantidad de emisiones de oxígeno lo hace la gasolina SÚPER con 0,64% al producirse la combustión en el motor. Fig. 9. Emisiones de gases de las gasolinas ESTACIÓN 4 Las tablas 5 y 6 muestran los valores obtenidos en las pruebas a ralentí y velocidad cruce, de emisiones de gases al suministrar el motor F2 con mezclas al 50% SÚPER-EXTRA; SÚPER-ECOPAÍS; EXTRA-ECOPAÍS. Tabla 5: Emisiones de gases mezclas al 50% a ralentí Los detalles de los valores de HC obtenidos en las pruebas se muestran en la figura 10. Al suministrar al motor con gasolinas al 50%, los valores de emisiones de HC son los siguientes; la mezcla SÚPER-ECOPAÍS evidencia valor mínimo de 7ppm, seguido por la mezcla EXTRA-ECOPAÍS con 13 ppm. El valor máximo en cuanto a emisiones de HC se la observa en la mezcla SÚPER-EXTRA con 42 ppm, además se puede afirmar que al mezclar las tres gasolinas al 50% no sobre pasan el valor límite de HC de 200 ppm. Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 34 Fig. 10. Emisiones de HC prueba a ralentí Los valores registrados de CO, tras abastecer al motor con mezclas al 50% de las 3 gasolinas comerciales en el Ecuador se detallan en la figura 11. Se puede observar en la figura que las emisiones de CO disminuyen considerablemente al mezclar las gasolinas SÚPER-ECOPAÍS y EXTRA-ECOPAÍS con 0,00% y 0,01 % respectivamente,

existiendo aún un porcentaje aunque mínimo de CO con 0,13% al mezclar gasolina SÚPER-EXTRA. Fig. 11. Emisiones de CO pruebas a ralentí Las concentraciones de CO<sub>2</sub> se muestran a continuación en la figura 12. Todos los valores obtenidos de CO<sub>2</sub> una vez utilizado el equipo de medición de gases sobrepasan el 14% de concentración de dióxido de carbono, valor estimado de un buen funcionamiento del motor de combustión interna; descritos de la siguiente manera mezcla SÚPER-EXTRA con 14,08%, SÚPER-ECOPAÍS con 14,31% y EXTRA-ECOPAÍS con 14,21% en emisiones de CO<sub>2</sub>. Fig. 12. Emisiones de CO<sub>2</sub> pruebas a ralentí La figura 13, ilustra el contenido de oxígeno en las emisiones de gases. La mezcla que presenta la menor concentración de O<sub>2</sub> al suministrar el motor con el mismo es EXTRA-ECOPAÍS con 0,34%, seguido de SÚPER-ECOPAÍS con un ligero incremento de 0,01%, quien presenta mayor emisión de oxígeno es la mezcla SÚPER-EXTRA con un valor de 0,59%. Fig. 13. Emisiones de O<sub>2</sub> pruebas a ralentí

Tabla 6: Emisiones De Gases Prueba Crucero Los valores de HC emitidos por las mezclas al 50% de las gasolinas comerciales se evidencian la siguiente figura 14. La grafica indica que los valores obtenidos tras la prueba crucero se encuentra dentro de los límites máximos pre-establecidos en la NTE 2204:2002. El valor máximo con 35 ppm de HC se evidencia en la mezcla SÚPER-EXTRA, mientras que las mezclas SÚPER-ECOPAÍS y EXTRA-ECOPAÍS con 14 Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 35 ppm y 15 ppm respectivamente tienen menor cantidad de concentración de hidruros de carbono. Fig. 14. Emisiones de HC prueba crucero El porcentaje de CO producido en la combustión del motor al suministrarlo con las mezclas al 50% se detalla en la figura 15. La concentración de CO producto de la combustión posee valores mínimos que no sobrepasan el 0,3%, siendo la mezcla SÚPER-EXTRA con mayor cantidad de emisiones de CO con un 0,27%; las mezclas SÚPER-ECOPAÍS y EXTRA-ECOPAÍS por su parte son quienes tienen menor cantidad de emisiones de CO con 0,08% cada una. Fig. 15. Emisiones CO prueba crucero Las emisiones de dióxido de carbono de las mezclas se encuentran detalladas en la siguiente figura 147. Las mezclas SÚPER-ECOPAÍS y EXTRA-ECOPAÍS representa la mayor cantidad de CO<sub>2</sub> emitidos al ambiente con valores por encima del 14.00% con 14,25% y 14,14% respectivamente, mientras la mezcla SÚPER-EXTRA posee mayores emisiones de CO<sub>2</sub> con 13,96%, las mezclas incrementaron en porcentaje de CO<sub>2</sub> al incrementar las rpm del motor en la prueba crucero. Fig. 16. Emisiones de CO<sub>2</sub> prueba crucero Los valores de O<sub>2</sub> registrados en las pruebas crucero se evidencian en la siguiente figura 148. La cantidad de oxígeno disminuye a diferencia de las pruebas a ralentí, todos los valores obtenidos no sobrepasan el 0,5 % de emisiones de O<sub>2</sub>; la mezcla SÚPER-EXTRA poseen la mayor cantidad de oxígeno con un porcentaje del 0,42%, por su parte las mezclas SÚPER-ECOPAÍS y EXTRA-ECOPAÍS se encuentran en rangos mínimos de 0,15 % y 0,16% respectivamente, evidenciando una variación del  $\pm 0,01\%$  entre estas dos mezclas. Fig. 17. Emisiones O<sub>2</sub> prueba crucero

CONCLUSIONES La investigación se basa en la norma NTE INEN 2204:2002, las emisiones de CO emanadas por las gasolinas comerciales tienen valores por debajo del 1% en concentraciones de monóxido de carbono. En las pruebas a ralentí el valor máximo de emisiones de CO fue con gasolina SÚPER de la ESTACIÓN 1 con un 0,47% mientras que en las pruebas crucero la concentración de CO es de 0,54% por parte del mismo combustible pero de la ESTACIÓN 4. La gasolina ECOPAÍS de la ESTACIÓN 2, presenta las menores concenEmisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 36 traciones de monóxido de carbono con valor mínimo del 0,01% en las pruebas a ralentí, por su parte en las pruebas crucero el combustible EXTRA de ESTACIÓN 1 muestra una concentración del 0,12% en emisiones de CO. Existe una leve variación en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre las diferentes gasolinas comerciales teniendo un valor mínimo y máximo de 13.52% por parte de la gasolina EXTRA de la ESTACIÓN 4 y 14.14% del mismo combustible pero de la ESTACIÓN 1 en condición de ralentí; de igual manera a velocidad crucero se tiene 13.56% por parte la gasolina EXTRA de la ESTACIÓN 1 como mínimo y 14.12% del combustible SÚPER en la ESTACIÓN 2 el máximo; todos estos valores superan el mínimo del 7% en concentraciones de CO<sub>2</sub>, siendo el rango de entre el 12% y 15%, donde el motor de combustión interna funciona correctamente, indicando que existe una buena eficiencia en la combustión. Las emisiones de O<sub>2</sub> en las pruebas a ralentí indicaron que la gasolina SÚPER de la ESTACIÓN 2 tiene un mínimo en emisiones del 0,35% y un máximo de 0,87% en concentraciones de oxígeno, teniendo como excepción una disminución de emisión de este gas del 0,14% al utilizar gasolina ECOPAÍS de la ESTACIÓN 2 y del 0,69% con SÚPER de la ESTACIÓN 1, cuando el motor fue sujeto a pruebas crucero. Se realizó mezclas entre gasolinas al 50% SÚPER-EXTRA, SÚPER-ECOPAÍS, EXTRA-ECOPAÍS, de lo que se menciona que las concentraciones mínimas de HC son de 7 ppm suministrarlo con la mezcla SÚPER – EXTRA en las pruebas a ralentí, mientras que las máximas concentraciones de hidruros de carbono y monóxido de carbono son de 42 ppm y 0,13% respectivamente. La cantidad de CO<sub>2</sub> mínimo y máximo en las pruebas a ralentí varía entre 14,08% utilizando gasolina SÚPER – EXTRA y 14,31% con la mezcla SÚPER – ECOPAÍS, proporcionalmente. La mezcla EXTRA – ECOPAÍS posee un mínimo de emisiones de O<sub>2</sub> del 0,34% al medio ambiente, mientras que al proveer al motor con la combinación SÚPER – EXTRA emana un máximo de 0,59% en concentraciones de O<sub>2</sub>. La cantidad mínima de HC son de 14 ppm y 0,08% de CO emanados producto de la combustión del motor al suministrarlo con la mezcla SÚPER – EXTRA en las pruebas crucero, mientras que las máximas concentraciones de hidruros de carbono y monóxido de carbono son de 35 ppm y 0,27% respectivamente. La cantidad de CO<sub>2</sub> mínimo y máximo en las pruebas crucero varían entre 13,96% utilizando gasolina SÚPER – EXTRA y 14,25% con la mezcla SÚPER – ECOPAÍS proporcionalmente, puesto que las concentraciones de CO<sub>2</sub> obtenidas se encuentra dentro del rango del 12% y 15% quiere decir que el motor funciona correctamente, indicando que existe una buena eficiencia en la combustión. La mezcla SÚPER – ECOPAÍS posee un mínimo de emisiones de O<sub>2</sub> del 0,15% al medio ambiente, mientras que al abastecer al motor con la mezcla SÚPER – EXTRA emana un máximo de 0,42% en concentraciones de O<sub>2</sub>.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS [1] Rodríguez, J. P. (2013). Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto. TMVG0409. IC Editorial. [2] García Mariaca, A., Cendales Ladino, E. D., & Eslava Sarmiento, A. F. (2016). Motores de combustión interna (MCI) operando con mezclas de etanol gasolina: revisión. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 26(1). [3] Saxena, P., & Kulshrestha, U. C. (2016). The impact of gasoline emission on plants–a

review. *Chemistry and Ecology*, 32(4), 378-405. [4] Schifter, I., Díaz, L., & González, U. (2013). Impact of reformulated ethanol-gasoline blends on high-emitting vehicles. *Environmental technology*, 34(7), 911-922. [5] Elliott, M. A., Nebel, G. J., & Rounds, F. G. (1955). The composition of exhaust gases from diesel, gasoline and propane powered motor coaches. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 5(2), 103-108. [6] Jung, S., Lee, M., Kim, J., Lyu, Y., & Park, J. (2011). Speed-dependent emission of air pollutants from gasoline-powered passenger cars. *Environmental technology*, 32(11), 1173-1181 [7] Wijayanto, D. S., Rohman, N., Hadisaputro, R., Bugis, H., & Agung Pambudi, N. (2017). Preliminary experiment on fuel consumption and emission reduction in SI engine using blended bioethanol-gasoline and radiator tube-heater. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(2), 115-122. [8] Varol, Y., Öner, C., Öztop, H. F., & Altun, Ş. (2014). Comparison of methanol, ethanol, or n-butanol blending with unleaded gasoline on exhaust emissions of an SI engine. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 36(9), 938-948. Emisiones Contaminantes Generadas por el Motor de Combustión con Gasolinas Comerciales en el Ecuador 37 [9] Gravalos, I., Xyradakis, P., Kateris, D., Gialamas, T., Loutridis, S., Avgousti, A., ... & Tsiropoulos, Z. (2016). Comparison and analysis of the emissions of a small non-road spark-ignition engine operating under different alcohol-gasoline blended fuels. *International Journal of Sustainable Energy*, 35(3), 258- 266. [10] Gabele, P. A. (1990). Characterization of emissions from a variable gasoline/methanol fueled car. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 40(3), 296-304. [11] Adeniyi, O. D., Kovo, A. S., Abdulkareem, A. S., & Chukwudozie, C. (2007). Ethanol fuel production from cassava as a substitute for gasoline. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 28(4), 501- 504. [12] Castillo-Hernández, P., Mendoza-Domínguez, A., & Caballero-Mata, P. (2012). Análisis de las propiedades fisicoquímicas de gasolina y diesel mexicanos reformulados con Etanol. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 13(3), 293-306. [13] Guallichico, X. and Quimbita, A. (2017). Determinación del potencial energético y mecánico del motor F2 con combustibles comerciales en el Ecuador. *Ingeniería*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. [14] INEN. (Julio de 2000). NTE INEN 2203:2000. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcga mínima o "Ralentí". Prueba estática. Quito, Pichincha, Ecuador: INEN.