



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE POSTGRADO**



**MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ MENCIÓN EN NEGOCIOS  
AUTOMOTRICES**

**“ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DE  
COMBUSTIÓN INTERNA A DIFERENTES CONDICIONES DE TRABAJO PARA  
REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR.”**

Tesis de Maestría presentada en cumplimiento parcial de los requisitos de la Maestría en  
Ingeniería Automotriz: mención en Negocios Automotrices.

AUTOR: Ing. Yadira Maricela Semblantes Claudio

DIRECTOR: PhD. Zamir Andrés Mera Rosero

IBARRA - ECUADOR

2023



Facultad de  
Posgrado

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Como directora del trabajo de investigación con el tema: “ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA A DIFERENTES CONDICIONES DE TRABAJO PARA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR”, trabajo que fue realizado por Semblantes Claudio Yadira Maricela, previo a la obtención del título de Magister en Ingeniería Automotriz, en mención en negocios Automotrices, doy fe de que la obra mencionada reúne los requisitos y méritos suficientes para ser públicamente sustentada en juicio para ser oportunamente aprobada.

Ibarra, 21 de noviembre de 2022

PhD. Zamir Andrés Mera Rosero  
**Director de tesis**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0503577744		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Semblantes Claudio Yadira Maricela		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Juan Abel Echeverría y Napo		
<b>EMAIL:</b>	ymsemblantesc@utn.edu.ec yadirasemblantes1234@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	NO	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0998193156

DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO:</b>	“ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA A DIFERENTES CONDICIONES DE TRABAJO PARA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR”,		
<b>AUTOR:</b>	Semblantes Claudio Yadira Maricela		
<b>FECHA:</b>	21/11/2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
<b>PROGRAMA:</b>		<input type="checkbox"/> PREGRADO	<input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Magíster en Ingeniería Automotriz Mención Negocios Automotrices.		
<b>ASESOR / DIRECTOR:</b>	PhD. Zamir Andrés Mera Rosero		

## **CONSTANCIAS**

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

Ibarra, al 10 de febrero del 2023

**EL AUTOR:**

.....  
Ing. Yadira Maricela Semblantes Claudio



Instituto de  
Postgrado

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** POSGRADO – UTN

**Fecha:** Ibarra, 21 de noviembre del 2022

**Semblantes Claudio Yadira Maricela:** ““ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA A DIFERENTES CONDICIONES DE TRABAJO PARA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR”, / **GRADO MAGISTER EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ MENCIÓN NEGOCIOS AUTOMOTRICES**, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

**DIRECTOR:** PhD. Zamir Andrés Mera Rosero

**El objetivo general de esta tesis fue:** Evaluar las emisiones de gases en vehículos de combustión interna mediante diferentes condiciones de trabajo para revisión técnica vehicular.

**Entre los objetivos específicos estaban:** Identificar los parámetros y protocolo de medición de gases de la norma técnica ecuatoriana revisión vehicular.

Establecer mediante ensayos los valores de parámetros de gases combustionados, en relación a la condición de trabajo motor.

Analizar las emisiones de gases productos de la combustión en base a variación de parámetros funcionamiento motor, en relación a la normativa técnica vehicular.

PhD. Zamir Andrés Mera Rosero

**Director**

Ing. Yadira Maricela Semblantes Claudio

**Autor**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis con mucho orgullo y cariño a mis padres Blanca y Pedro, quienes han guiado mi camino con amor, a mis abuelitos y a mi sobrino Mathías, que siempre han estado ahí para mí, en todo momento.

Querida familia este trabajo de titulación se las dedico a ustedes por todo el sacrificio, que han realizado para apoyarme en todo momento durante mi formación personal, académica y profesional.

Gracias por todas sus enseñanzas y consejos que han rendido frutos en cada aspecto de mi vida, para hacerme una persona de bien.

**Yadira Maricela Semblantes Claudio**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte y sus autoridades por haberme brindado la oportunidad de formarme como magister en ingeniería Automotriz y permitirme cumplir una meta personal y profesional.

Agradezco al programa de posgrado en Ingeniería Automotriz mención en Negocios Automotrices, por brindarme una educación íntegra y de calidad con sus instalaciones y personal docente, de la misma manera a todos los docentes que contribuyeron con sus enseñanzas en mi formación profesional.

Un agradecimiento especial al Ing. Zamir Mera PhD. director de tesis gracias por toda su ayuda, y predisposición para el desarrollo de este trabajo de titulación, al Ing. Ignacio Benavides Msc. por su valiosa ayuda como asesor.

**Yadira Maricela Semblantes Claudio**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	II
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	III
CONSTANCIAS.....	IV
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 Justificación.....	5
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Fundamentos de la combustión de control de gases contaminantes .....	6
2.1.1 La combustión.....	6
2.1.2 Combustible .....	7
2.1.3 Proporciones de combustión .....	8
2.2 Gases post combustión .....	9
2.2.1 Productos de la combustión gasolina .....	9
2.3 Sistemas de postratamiento .....	12
2.3.1 Catalizador .....	12
2.4 Arranque en Frío .....	13
2.5 Equipos para control de emisión de gases de combustión .....	14
2.5.1 Analizador de Gases .....	14
2.6.1 Evolución del stock del parque vehicular en la comunidad andina.....	15
2.6.2 Vehículos más vendidos en el Ecuador .....	16
3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	19

3.1	Enfoque y tipo de investigación .....	19
3.1.1	Enfoque investigativo .....	19
3.1.2	Tipo de investigación .....	20
3.2	Consideraciones bioéticas .....	20
3.3	Normativas de Revisión Técnica Vehicular (RTV) .....	20
3.4	Materiales y Equipos .....	21
3.4.1	Equipos .....	21
3.4.2	Materiales.....	23
3.5	Procedimiento.....	24
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	27
4.1	Ejecución de pruebas en vehículos.....	27
4.1.1	Condiciones normales de funcionamiento .....	28
4.1.2	Condiciones sin Catalizador .....	33
4.1.3	Arranque en Frío .....	39
4.2	Discusión.....	45
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1	Conclusiones .....	50
5.2	Recomendaciones.....	52
	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	53
	ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Evolución de las emisiones en función del subciclo, separación del ciclo en una fase fría y otra caliente .....	14
<b>Figura 2.2</b> Stock del parque vehicular según países, 2008-2017.....	16
<b>Figura 3.1</b> Flujograma de proceso metodológico .....	26
<b>Figura 4.1</b> Medición de % Vol. CO en ralentí .....	28
<b>Figura 4.2</b> Medición CO en Régimen Alto.....	30
<b>Figura 4.3</b> Medición de HC a ralentí (bajas rpm) .....	31
<b>Figura 4.4</b> Mediciones de HC régimen alto .....	32
<b>Figura 4.5</b> Mediciones de CO en ralentí, sistema sin catalizador.....	34
<b>Figura 4.6</b> Mediciones de CO en régimen de giro alto .....	35
<b>Figura 4.7</b> Mediciones de HC en ralentí, condición: sin catalizador .....	37
<b>Figura 4.8</b> Medición de HC régimen de giro alto, condición sin catalizador .....	38
<b>Figura 4.9</b> Medición de CO en ralentí, condición arranque en frío .....	40
<b>Figura 4.10</b> Medición de CO en régimen de giro alto, condición: Arranque en frío.....	42
<b>Figura 4.11</b> Medición de HC ralentí, condición: Arranque en frío.....	43
<b>Figura 4.12</b> Medición sw HC régimen de giro alto, condición: Arranque en frío.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b>	Tabulación de vehículos a gasolina más vendido en Ecuador. ....	17
<b>Tabla 2.2</b>	Tabulación de vehículos a gasolina más vendidos en los últimos 10 años.....	17
<b>Tabla 2.3</b>	Tabulación de vehículos taxi más vendidos en Ecuador. ....	18
<b>Tabla 2.4</b>	Tabulación de vehículos taxi más vendidos en los últimos 10 años.....	18
<b>Tabla 3.1</b>	Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática) .....	21
<b>Tabla 3.2</b>	Características técnicas Analizador de Gases .....	22
<b>Tabla 3.3</b>	Equipos .....	23
<b>Tabla 3.4</b>	Especificaciones de vehículos.....	24
<b>Tabla 4.1</b>	Vehículos de prueba.....	27
<b>Tabla 4.2</b>	Aprobación de vehículos en condiciones normales de funcionamiento .....	45
<b>Tabla 4.3</b>	Aprobación de vehículos en condiciones de funcionamiento sin catalizador...	46
<b>Tabla 4.4</b>	Aprobación de vehículos en condiciones.....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A</b> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349:2003 Revisión Técnica Vehicular. PROCEDIMIENTOS.....	56
<b>Anexo B</b> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la concentración de emisiones de Escape en condiciones de marcha mínima o Ralentí. Prueba Estática. ....	74
<b>Anexo C</b> Norma NTE INEN 2204 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina. ....	81

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó con la finalidad de analizar las emisiones de gases en vehículos de combustión interna a gasolina en diferentes condiciones de trabajo para la revisión técnica vehicular, se utilizó tres vehículos de prueba, escogidos de entre los más vendidos en el Ecuador; para uso particular y de alquiler, fueron comparados con la base de datos de la Revisión Técnica Vehicular (RTV). Se utilizó el procedimiento de pruebas establecido en la norma, utilizada por la RTV, donde se aplicaron tres escenarios: funcionamiento normal, trabajo sin catalizador y arranque en frío.

Se desarrolló a través de una investigación de tipo experimental, empleando los métodos: documental, descriptivo y analítico.

En los ensayos realizados en condiciones de ausencia de catalizador y arranque en frío, los vehículos de prueba, no se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma,

La normativa vigente tiene límites de emisiones es muy permisibles y no evalúa las mediciones de gases en todas las condiciones de trabajo.

Palabras Clave: Hidrocarburos, Monóxido de Carbono, Emisiones, Arranque en frío, Catalizador.

## **ABSTRACT**

This work was carried out with the purpose of analyzing gas emissions in gasoline internal combustion vehicles in different working conditions for the technical vehicle inspection. Three test vehicles, chosen from among the most sold in Ecuador, for private and rental use, were compared with the database of the Technical Vehicle Inspection (RTV). The test procedure established in the standard, used by the RTV, was used, where three scenarios were applied: normal operation, work without catalytic converter and cold start.

It was developed through an experimental type research, using documentary, descriptive and analytical methods.

In the tests carried out in conditions without catalytic converter and cold start, the test vehicles are not within the limits established in the standard,

The current regulations have very permissible emission limits and do not evaluate gas measurements in all working conditions.

Key words: Hydrocarbons, Carbon monoxide, Emissions, Cold start, Catalytic converter.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad los vehículos constituyen una necesidad básica para el ser humano, la facilidad de desplazarse de un lugar a otro, reduciendo tiempo y dinero ha hecho que la industria automotriz tenga una participación importante en el mercado, al mismo tiempo la automoción generada por motores de combustión interna a gasolina, genera emisiones residuales de la ignición de combustible, que en un incremento descontrolado provoca daños al medio ambiente.

La presente investigación busca aportar, al estudio de las emisiones de gases en vehículos de combustión interna en diferentes condiciones de trabajo para revisión técnica vehicular.

Según (Rocha-Hoyos et al., 2018), del análisis de los gases de escape en diferentes condiciones de prueba tanto estática como dinámica que existen variación entre los resultados debido a que el motor no se exige de la misma manera en cada una de las pruebas, se nota que el motor en la condición de ralentí contamina más que cuando se encuentra acelerado, en razón que su lambda es elevada.

Los gases emitidos por motores es que son contaminantes y afectan al medio ambiente y los seres vivos.

Los efectos de la contaminación ambiental sobre el ser humano y sobre los seres vivos son devastadores; las emisiones tóxicas de los motores de automóvil ocasionan desde problemas leves, como son dolores de cabeza, reducción de la capacidad de reacción y concentración, falta de visibilidad, ennegrecimiento de los edificios y monumentos, hasta serios trastornos en la salud y enfermedades crónicas de las vías respiratorias, pulmones, corazón, sistema digestivo, cerebro, etc.(Lira, 1999, pp. 3–4)

Para analizar esta problemática es necesario de mencionar sus causas: las emanaciones indiscriminadas de gases por inflamación, pueden ser causadas por factores externos como uso de combustibles de mala calidad, falta de mantenimiento periódico del motor, sistemas de post tratamiento defectuosos o suspendidos, condiciones atmosféricas, normativas demasiado permisibles, o protocolos de pruebas poco eficientes.

Esta investigación se realiza por el interés de conocer como incide la variación de las condiciones de trabajo motor, en la generación de gases, además de profundizar la

información de las normativas gubernamentales aplicadas para la ejecución de métodos de prueba.

Se estableció una metodología investigativa con enfoque cuantitativo, apoyada en la investigación experimental, a través del uso de recursos metodológicos como recolección documental fuente para la elaboración del marco teórico y el método analítico para establecer la correlación entre los parámetros objetos de prueba y los establecidos en la normativa de revisión técnica vehicular.

El objetivo que persigue esta investigación es analizar las emisiones de gases en vehículos de combustión interna para establecer mediante ensayos los valores de parámetros de gases, en relación a las diferentes condiciones de trabajo motor, sistema de postratamiento y finalmente en condiciones de arranque en frío.

Contrastar, los productos en base a la variación de parámetros funcionamiento motor, en relación a la normativa técnica vehicular y su proceso de pruebas.

En el capítulo I se aborda la sustentación del planteamiento del problema de estudio, para luego enunciar los objetivos a alcanzar en la presente investigación para que, finalmente, se concluya con la justificación del tema de estudio haciendo referencia a diversos trabajos que han tratado temas de interés para el caso.

En el capítulo II se introduce los principios fundamentales, donde se detalla teóricamente los conceptos generales de gases de combustión y las condiciones de funcionamiento arranque en frío, y sistemas de post tratamiento, además de una breve investigación del reporte de los vehículos más vendidos en el Ecuador, y las normativas vigentes para revisión de vehículos, métodos de ensayo y límites de emisiones de gases.

En el capítulo III define y aplica los materiales y métodos; en primera instancia mediante el enfoque y tipo de investigación, seguido del procedimiento para la ejecución del protocolo de pruebas, y la definición de los materiales y equipos, para finalmente, indicar los materiales y quipos para el desarrollo de las pruebas y flujograma de procesos metodológicos.

En el capítulo IV indica los resultados y discusión del desarrollo de la investigación, donde se expone los resultados de las mediciones realizadas, primero en condiciones normales, seguidamente de los resultados de las pruebas realizadas sin sistema de

catalizador, y finalmente los datos obtenidos para los vehículos analizados en condiciones de arranque en frío.

En el capítulo V trata de las conclusiones y recomendaciones para que, finalmente, se concluya mediante el enunciado de la bibliografía utilizada y los anexos donde se encuentran la norma NTE INEN 2 349:2003 utilizada para “Revisión Técnica Vehicular”, seguida de la norma de NTE INEN 2 203:2000 “Gestión Ambiental Aire, Vehículos Automotores. Determinación de la concentración de emisiones de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, Prueba Estática” para finalmente concluir con la normativa “NTE INEN 2204 Gestión ambiental. Aire, Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina”; utilizadas para el análisis de los resultados.

# 1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

## 1.1 Planteamiento del Problema

Los problemas ambientales que el mundo enfrenta en la actualidad, ha causado serias afectaciones en la calidad de vida de los seres humanos, y el entorno, este tipo de contaminación es provocada especialmente por las grandes industrias a nivel global.

Las enfermedades asociadas a los contaminantes medioambientales generados por los combustibles fósiles abarcan un amplio abanico de patologías que oscilan desde banales (conjuntivitis, sinusitis, faringitis, cefaleas, etc.) hasta graves y potencialmente mortales (bronquitis asmática severa, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca, renal o hepática e incremento del riesgo de cáncer) (Tortajada et al., 2001).

Dentro de este contexto la industria automotriz aporta una cuota importante en dos tipos: principalmente la contaminación ambiental por a la emisión de gases productos de la combustión, a pesar de los esfuerzos, avances tecnológicos, e invenciones de nuevos sistemas híbridos y eléctricos, los motores de combustión interna siguen siendo las principales maquinas térmicas usadas para la movilidad y transporte de pasajeros.

Por otra parte, también contribuye a la contaminación acústica por el ruido que los vehículos emiten.

El cambio climático es causado por el aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero (gei), especialmente, por el CO<sub>2</sub>. Estas agrupaciones son provocadas por la proliferación del uso de combustibles fósiles (Andrade et al., 2017).

Esta situación no solo afecta al medio ambiente sino también a la calidad de vida humana, pues estas emisiones pueden ser tóxicos.

El monóxido de carbono, que constituye el gas contaminante que más abunda en el aire en las ciudades. El problema de este gas es que se mezcla con la hemoglobina de la sangre y esto dificulta la respiración, disminuyendo la capacidad de oxigenación que tienen las células. De hecho, si se inhala una cantidad importante de monóxido de carbono, puede causar vértigos, temblores y fuertes dolores de cabeza, y en organismos poco resistentes, esto incluso puede causar la muerte. Por otra parte, los gases de escape

de los vehículos también contienen óxidos de nitrógeno entre otros que también son contaminantes. (Varcárcel et al., 2014, p. 12)

El 82% de la matriz energética del Ecuador se soporta en el consumo de derivados de petróleo, como diésel, gasolina y GLP(Puig et al., 2018).

En el Ecuador se encuentra actualmente vigente la normativa técnica ecuatoriana de Revisión Técnica Vehicular (RTV), la cual cumple la función de regular las emisiones de gases productos de la combustión en vehículos, sin embargo, estas políticas se basan en pruebas estacionarias, sin tomar en cuenta otros factores que influyen de manera directa, como el arranque en frío, sistemas de escape defectuosos, fallas en los sensores que intervienen en los ciclos del motor, falta de mantenimiento preventivo, kilometraje del vehículo entre otras.

En virtud de lo anterior, el presente trabajo se orienta al análisis de emisión de gases enfocado a diferentes condiciones de trabajo, el estudio busca responder los siguientes interrogantes:

¿Cuál es la incidencia en la emisión de gases producto de la combustión y la variación de las condiciones de sistemas de post tratamiento?

Con lo cual esta investigación busca generar un aporte en la implementación o adecuación de nuevas políticas públicas que ataquen la problemática de contaminación ambiental causada por la industria automotriz desde un punto de vista global tomando en cuenta otras las variables basadas en condiciones reales de trabajo.

## **1.2 Antecedentes**

Este proyecto de investigación nace de la necesidad de la búsqueda de alternativas que permitan mitigar el impacto ambiental causado por la industria automotriz específicamente en la emisión de gases producidos por motores de combustión.

En el escenario de desarrollo sostenible, determinadas intervenciones de política conducen a un pico en la demanda mundial de petróleo en los próximos años. La demanda cae más del 50% en las economías avanzadas entre 2018 y 2040 y un 10% en las economías en desarrollo.

Las reducciones en el uso de petróleo en el transporte por carretera son particularmente significativas. Para 2040, el 50% de los automóviles serán eléctricos, al igual que la mayoría de los autobuses urbanos; casi 2 millones de barriles de petróleo

equivalente (mbep) por día se consumen biocombustibles en los sectores de la aviación y el transporte marítimo y casi el 20% del combustible utilizado por los camiones en todo el mundo es bajo en carbono. El único sector que experimenta un crecimiento de la demanda es el de los petroquímicos: mientras que la tasa de reciclaje de plásticos se duplica con creces (de alrededor del 15% en la actualidad al 35% en 2040), la demanda de petróleo como materia prima aumenta, no obstante, en casi 3 mb / da 2040.(World Energy Outlook [IEA], 2019).

En la actualidad se cuenta con normas que rigen los procesos de revisión técnica vehicular RTV, sin embargo, se encuentra que estos procedimientos discriminan parámetros que pueden causar variaciones de importancia al momento de la ignición.

El uso de equipos especializados de medición, comprobación, diagnóstico y detección de fallas, permiten disminuir el tiempo de diagnóstico, reparación, y a la vez establecer parámetros de comparación de resultados obtenidos en concordancia con normas establecidas.

Los automóviles producen en los Estados Unidos de Norte América las tres cuartas partes del monóxido de carbono, casi todos los hidrocarburos, aproximadamente la mitad de los óxidos de nitrógeno y casi el 40 % de las emisiones tóxicas, incluyendo a las fuentes naturales, provienen del transporte automotor.(Lira, 1999, pp. 3-4)

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor del mundo cada año mueren en nuestro país 14,700 personas a causa de enfermedades asociadas a la contaminación del aire, y es que los congestionamientos viales en las principales arterias que comunican los centros urbanos conllevan a un deterioro de la calidad del aire y por ende de la salud de la población. (Organización de las Naciones Unidas [ONU-Habitat], 2016)

Como resultado, estas ciudades entraron en crisis de contaminación ambiental, congestionamientos viales, millones de horas/hombre perdidas en el tráfico, afectación de la convivencia familiar y social y cuestiones que, en síntesis, tuvieron un deterioro generalizado en la calidad de vida de la población, lo que hace latente la necesidad de hacer un cambio en las políticas de movilidad sustentable.

Ecuador no ha tenido un mayor avance en la disminución de la contaminación vehicular, y considera que no se relaciona con un tema económico. “Es un país cuya economía ha mejorado, pero que, aun así, no les permite a todos los ciudadanos tener

un auto de última generación”. El país cuenta con un parque automotor de más de 2’200,000 vehículos, pero de estos, 218.000 tendrían más de 35 años. En general, estima que el 35% de los vehículos que circulan en el país producen contaminación debido a su antigüedad.(Coba, 2015)

Desde el año 2003 se realiza en la capital la Revisión Técnica Vehicular (RTV), requisito previo a la matriculación.

Según la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT), en 2016 se presentaron a la RTV 432.938 vehículos, de los que aprobaron 421.973. En tanto que hasta el 25 de julio de 2017 se presentaron a la RTV 274.415 vehículos, de los cuales aprobaron 260.999 (Telégrafo, 2017)

Las principales causas por las que los automotores no aprueban el test es la contaminación ambiental, ya sea por emisión de gases o por el ruido que generan los sistemas de escape defectuosos. Pero muchos propietarios realizan reparaciones ocasionales que les permiten aprobar la revisión. Y una vez superada la prueba, se retoma la calibración normal y, por tanto, los niveles de contaminación.(Telégrafo, 2017)

La tecnología ha avanzado a grandes pasos, y la industria automotriz también trabaja en la implementación de sistemas más limpios en cuanto a manifestaciones de gases, como sistemas de catalizadores, sensores de oxígeno, inyección directa, eficiencia de combustible, start stop, motores EcoBoost entre otros.

En el país aún se mantienen pruebas que si bien es cierto miden la emisión de gases en condiciones ideales de trabajo la mayor parte no son reales o pueden variar bajo algunas circunstancias paramétricas; como condiciones de arranque en frío, sistemas de post tratamiento ausentes o en mal estado, o la realización de pruebas dinámicas con el vehículo en marcha o cargado, generan resultados totalmente diferentes a los obtenidos en pruebas estáticas.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar las emisiones de gases en vehículos de combustión interna mediante diferentes condiciones de trabajo para revisión técnica vehicular.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Identificar los parámetros y protocolo de medición de gases de la norma técnica ecuatoriana revisión vehicular.

Establecer mediante ensayos los valores de parámetros de gases combustionados, en relación a la condición de trabajo motor; normal, con ausencia de sistema de post tratamiento y arranque en frío.

Analizar las emisiones de gases productos de la combustión en base a variación de parámetros funcionamiento motor: normal, con ausencia de sistemas de post tratamiento, y condiciones de arranque en frío, en relación a la normativa técnica vehicular.

## **1.4 Justificación**

El presente proyecto se nace de la necesidad de evaluar la variación de las emisiones de gases en motores gasolina, en condiciones de trabajo motor en frío, y de la misma manera sin sistema de catalizador o postratamiento, en comparación con los límites establecidos en la norma (NTE INEN 2204, 2017).

Este estudio busca brindar información que permita mitigar el impacto ambiental causado por la concentración de gases, a través de la consideración de parámetros de funcionamiento reales del motor, como arranque en frío, y valoración del sistema de post tratamiento, a fin de realizar un análisis sobre las emisiones reales que pueden emanar los vehículos a diferentes condiciones de trabajo.

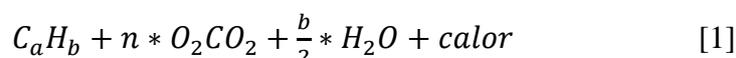
## 2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Fundamentos de la combustión de control de gases contaminantes

Un motor de combustión interna es un dispositivo donde se queman combustibles líquidos atomizados para producir energía térmica (calor), que se convierte en energía mecánica para impulsar los vehículos de transporte. La combustión en los motores tiene lugar a alta presión con un volumen variable. Los motores de combustión interna más comunes son los motores de encendido por chispa que se utilizan en la industria del automóvil y los motores diésel principalmente para la industria del transporte de bienes por carretera (Tan, 2019, p. 284).

#### 2.1.1 La combustión

La combustión es el conjunto de procesos físico-químicos en los que un combustible ( $C_aH_b$ ) se oxida en presencia de un elemento comburente (generalmente  $O_2$  atmosférico), desprendiendo luz y calor en forma de llama, junto a otros productos químicos resultantes de la reacción (Barrera et al., 2018).



Como se observa en la ecuación 1, la oxidación del carbono resulta en la formación de  $CO_2$ , conocido gas de efecto invernadero para el que existen límites de emisión a la atmósfera. Dado que la cantidad de  $CO_2$  emitido aumenta con la concentración de carbono en el combustible, conviene evitar el empleo de combustibles ricos en carbono (carbón, propano, butano, gasóleo, etc.) en favor de otros más ricos en hidrocarburos sencillos (entre los que destaca el gas natural por su elevado contenido en metano). La reacción de combustión tiene lugar en tres fases (Barrera et al., 2018):

- Fase de pre-reacción, en la que el combustible se descompone dando lugar a la formación de radicales inestables y muy activos.
- Fase de oxidación, en la que se combinan los radicales con el oxígeno de modo exotérmico y se propaga la llama.
- Fase de terminación, en la que se forman los compuestos estables finales o gases de combustión.

### 2.1.2 Combustible

Los combustibles son sustancias que reaccionan exotérmicamente con el oxígeno, transformando su energía molecular en energía térmica, los combustibles utilizados por los motores alternativos por lo general son líquidos y de origen fósil, proceden del petróleo; la gasolina, en el caso de los motores de encendido provocado (MEP) y el gasóleo, para los motores de encendido por compresión (MEC), son los principales productos de las refinerías petroleras. Su facilidad de almacenamiento para las condiciones ambientales y su gran densidad energética, dan al motor una gran autonomía y un sistema de alimentación relativamente sencilla, haciendo que sean ventajosos para motores de combustión interna alternativos y en particular para el sector de la automoción (Rocha & Zambrano, 2015, p. 8).

- **Gasolina**

Las gasolinas son una mezcla compleja de hidrocarburos con un intervalo de ebullición de 50° a 200°, predominando las parafinas (hidrocarburos alifáticos) en muchos tipos de ellas (Matos, 2018, p. 1).

El producto más importante de las refinerías es la gasolina para motores, una mezcla de fracciones de hidrocarburos con puntos de ebullición relativamente bajos, incluida la gasolina reformada, de alquilato, nafta alifática (nafta ligera de destilación directa), nafta aromática (nafta de craqueo térmico y catalítico) y aditivos. Las mezclas de gasolina tienen puntos de ebullición que van desde temperaturas ambiente hasta unos 204 °C, y un punto de inflamación inferior a -40 °C. Las cualidades críticas de la gasolina son el índice de octano (calidad antidetonante), la volatilidad (arranque y tapón de vapor) y la presión de vapor (control ambiental). Los aditivos se utilizan para mejorar el rendimiento de la gasolina y proporcionar protección frente a la oxidación y la corrosión. El plomo tetraetílico (PTE) y el plomo tetrametílico (PTM) son aditivos de la gasolina que mejoran los índices de octano y las cualidades antidetonantes (Kraus, 1998).

- **Diésel**

Combustible destilado medio para uso específico en vehículos con motores diésel, también apropiado para su uso en motores estacionarios, especialmente en condiciones de frecuentes variaciones de velocidad y carga (Matos, 2018).

### **2.1.3 Proporciones de combustión**

Se pueden diferenciar tres tipos de mezcla que se describen a continuación:

#### **1. Mezcla estequiométrica**

Es aquella en la que el aire contiene todo el oxígeno requerido para que el combustible reaccione completamente sin dejar residuos. En el caso de la gasolina, la mezcla estequiométrica es 14,7 gramos de aire por cada gramo de combustible (Guevara, 2010, p. 42).

#### **2. Combustión pobre en combustible (Mezcla pobre)**

Cuando hay exceso de aire en un proceso de combustión, la combustión se denomina combustión pobre en combustible. A bajas temperaturas de combustión, el nitrógeno del aire y el oxígeno extra aparecen en los productos (Tan, 2019).

Resulta del exceso de aire en la mezcla. Se incrementa la temperatura de la cámara de combustión, facilitando la aparición de óxidos de nitrógeno, además si el contenido de combustible es muy reducido éste no llega a inflamarse (Guevara, 2010, p. 42)

#### **3. Combustión rica en combustible (Mezcla rica)**

Una mezcla de combustible con menos de aire estequiométrico es una mezcla rica en combustible, y la combinación correspondiente se denomina combustión rica en combustible, dado que el oxígeno es insuficiente para oxidar todo el C y el H del combustible a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, puede haber, por ejemplo, CO y H<sub>2</sub> en los productos. (Tan, 2019)

Se produce debido al exceso de combustible absorbido en relación con la cantidad de aire que se aspira; en este caso la cantidad de combustible que no se combina con el aire no se combustiona completamente y es expulsado por el sistema de escape en forma de hollín y CO (Guevara, 2010, p. 42).

#### **4. Factor Lambda**

Se define como factor lambda ( $\lambda$ ) a la relación entre la cantidad de aire necesaria para producir una combustión completa, en relación estequiométrica y la cantidad de aire real que aspira el motor. Durante el funcionamiento del motor el factor lambda debe variar dentro de

unos límites máximo y mínimo establecidos ya que el motor no puede estar alimentado constantemente con una mezcla en relación estequiométrica teórica, esto es lambda igual a uno ( $\lambda = 1$ ), puesto que en estas condiciones el motor no proporcionaría ni su potencia máxima ni el máximo rendimiento térmico (Guevara, 2010, p. 43).

$$\text{Lambda } \lambda = \frac{\text{masa real de aire}}{\text{masa teorica de aire}}$$

## 2.2 Gases post combustión

Si bien algunas de las emisiones al aire se reducen en gran medida mediante tecnologías de precombustión e incombustión, siempre quedan varios contaminantes en los gases de combustión. Sus concentraciones deben reducirse aún más a ciertos niveles para cumplir con los estándares locales de emisión al aire. El control de las emisiones de aire en esta etapa se denomina control de poscombustión.

Las emisiones al aire en los gases de combustión o gases de escape también pueden transportarse de la fase gaseosa a la fase líquida o sólida por absorción, o convertirse en especies menos peligrosas o benignas por incineración o conversión catalítica. La dilución por el aire atmosférico, también llamada dispersión en el aire, es el último paso, a través del cual los contaminantes del aire ingresan a la atmósfera (Tan, 2019).

### 2.2.1 Productos de la combustión gasolina

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa (Tan, 2019).

Entre los principales gases productos de la combustión se encuentran los siguientes.

- **Hidrocarburos no combustionados (HC)**

Estos son un producto de la combustión incompleta, teniendo esta lugar en dos escenarios opuestos: en dosado rico (al no existir suficiente oxígeno para oxidar todo el combustible, una parte de este permanece sin quemar), y en dosado pobre, cercano ya al límite

de inflamabilidad (en este caso, las dificultades en la propagación del frente de llama puede provocar que ciertas partes de la mezcla queden sin quemar al tener lugar un apagado de llama) (Rocha & Zambrano, 2015, p. 8).

Los Hidrocarburos, dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. El Benceno, por ejemplo, es venenoso por sí mismo, y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas. El Benceno es uno de los múltiples causantes de cáncer. Su presencia se debe a los componentes incombustibles de la mezcla o a las reacciones inter- medias del proceso de combustión, las cuales son también responsables de la producción de Aldehídos y Fenoles. La presencia simultánea de Hidrocarburos, Óxidos de Nitrógeno, rayos ultravioleta y la estratificación atmosférica conduce a la formación del smog fotoquímico, de consecuencias muy graves para la salud de los seres vivos (Pérez Darquea, 2018, p. 2).

- **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

El dióxido de carbono CO<sub>2</sub> a pesar de ser un gas no tóxico, reduce el estrato de la atmósfera terrestre que suele servir de protección contra la penetración de los rayos UV (la tierra se calienta) (Cegarra, 2017, p. 10).

- **Monóxido de Carbono (CO)**

Se puede ver que la emisión de CO aparece, principalmente, cuando la mezcla es rica. Esta emisión de hecho, está asociada a la combustión incompleta, y es precisamente en las mezclas ricas donde se da la escasez de oxígeno que impide la conversión completa a CO<sub>2</sub> (Rocha & Zambrano, 2015, p. 8).

- **Óxidos Nitrosos (NO<sub>x</sub>)**

Para que se dé la formación de NO<sub>x</sub> hace falta, por un lado, una temperatura elevada y, por otro, la existencia de oxígeno. Las temperaturas de combustión son máximas entorno al estequiométrico, y al oxígeno es tanto más abundante, cuanto más pobre es la mezcla. Ambos hechos conducen a que la máxima formación de NO<sub>x</sub>, tenga lugar en un dosado pobre cercano al estequiométrico (Rocha & Zambrano, 2015, p. 8).

Los organismos de protección ambiental en la mayoría de las jurisdicciones a menudo se refieren a los NO<sub>x</sub> solo como NO y NO<sub>2</sub>. Es porque estos dos gases son los principales

contribuyentes a la contaminación del aire. Por lo tanto, en la siguiente sección solo se introducen el NO y el NO<sub>2</sub> (Meeting & Francisco, 2014, p. 210).

- **Monóxido de Nitrógeno (NO)**

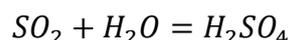
También llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, y posteriormente en ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, produciendo así lluvia ácida (Oyanguren et al., 2019).

- **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un gas de color rojizo y olor irritante; que cuando es inhalado se disuelve en la mucosa nasal donde forma rápidamente ácido nítrico. La formación de este ácido causa inmediata irritación de la mucosa de las vías respiratorias y también en los ojos. Los pulmones son afectados por tos y reacción bronco asmática (Martins et al., 2005, p. 40).

- **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas (Oyanguren et al., 2019).



La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. El SO<sub>2</sub> también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas (Oyanguren et al., 2019).

- **Metano (CH<sub>4</sub>)**

El metano, CH<sub>4</sub>, es un gas que se forma cuando la materia orgánica se descompone en condiciones en que hay escasez de oxígeno; esto es lo que ocurre en las ciénagas, en los

pantanos y en los arrozales de los países húmedos tropicales. También se produce en los procesos de la digestión y defecación de los animales herbívoros. El metano es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera (Oyanguren et al., 2019).

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

El ozono O<sub>3</sub> es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante. Su concentración a nivel del mar, puede oscilar alrededor de 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta y puede llegar hasta 0,1 kg<sup>-1</sup>(Oyanguren et al., 2019).

Las plantas pueden ser afectadas en su desarrollo por concentraciones pequeñas de ozono. El hombre también resulta afectado por el ozono a concentraciones entre 0,05 y 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, causándole irritación de las fosas nasales y garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores (Oyanguren et al., 2019).

## **2.3 Sistemas de postratamiento**

Los sistemas de postratamiento ayudan a filtrar los resultados de la combustión, con la finalidad de lograr una mejor evacuación y al mismo tiempo reducir las emisiones para minimizar el impacto ambiental.

### **2.3.1 Catalizador**

En su interior se encuentra un bloque de material cerámico que está atravesado por micro conductos revestidos por materiales nobles como el paladio, el platino o el rodio. Esta configuración está pensada para que se maximice la superficie de contacto del gas con el material catalizador y conseguir una mayor eficiencia.

El convertidor catalítico forma parte del sistema de escape, en una posición cercana al motor, detrás de la sonda lambda, con el fin de adquirir rápidamente la temperatura de funcionamiento (250°C aproximadamente), aunque no es totalmente efectivo hasta que supera los 400°C, llegando a alcanzar 900°C en condiciones extremas de uso del vehículo que le permita funcionar bajo condiciones óptimas de trabajo

Una solución de metales preciosos, utilizada individualmente o de forma combinada, recubre la superficie de la estructura cerámico ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) formando el catalizador del motor. El catalizador es envuelto por una manta expansiva, que sirve de sello, de protección mecánica y de aislante térmico; y en sus extremidades posee conos metálicos. Todo este conjunto da origen al convertidor catalítico, que es instalado en el tubo de escape del vehículo. (Martins et al., 2005, p. 41)

El catalizador de metales preciosos está conectado a un sustrato cerámico extruido con estructura de panal. El cerámico posee cientos de canales de flujo que permiten que los gases de escape entren en contacto con gran parte de la superficie donde se produce la reacción catalítica. El catalizador debe entrar en contacto directo con los gases de escape para que se genere la reacción (Guevara, 2010, p. 69).

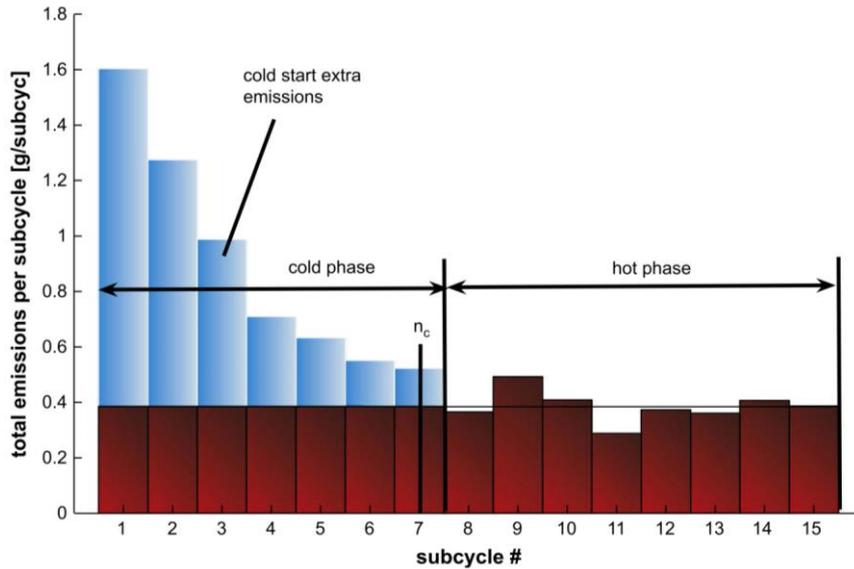
## **2.4 Arranque en Frío**

Los arranques en frío de los vehículos son una fuente importante de los principales contaminantes del aire, incluidos los hidrocarburos no quemados (HC), el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y material particulado (PM).

Como se muestra en la **Figura 2.1**, de la evolución de las emisiones en función del subciclo, separación del ciclo en una fase fría hay más emisiones de gases porque los gases no se estabilizan y cuando pasan a otro ciclo donde el motor alcanza la temperatura normal de funcionamiento y se encuentra caliente las emisiones tienden a estabilizarse y se reduce la emisión de gases.

**Figura 2.1**

*Evolución de las emisiones en función del subciclo, separación del ciclo en una fase fría y otra caliente*



Nota. Fuente: (Favez et al., 2009)

## 2.5 Equipos para control de emisión de gases de combustión

Un instrumento de medición es un aparato que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso, como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia.

### 2.5.1 Analizador de Gases

Los equipos especializados para medir porcentajes de concentración de gases contaminantes emitidos por los motores de combustión interna se utilizan con el fin de evaluar, comprobar y comprar el funcionamiento de un motor de combustión interna a gasolina.

Para llevar a cabo estas mediciones los equipos deben ser calibrados, la ventaja de estos equipos es que poseen la capacidad de auto calibrarse, sin embargo, se debe tener en cuenta el correcto mantenimiento de los mismos, en el aspecto de cambio de filtros, revisión de estado de sondas ya que esto puede incurrir en toma de datos erróneas.

Los analizadores de gases muestran el valor de la medición, la interpretación de estos datos se hace en base a las normas nacionales o internacionales bajo parámetros preestablecidos. Estos permiten realizar mediciones de la concentración de los productos presentes en los gases de salida. Dependiendo del tipo de analizador de gases, se pueden realizar mediciones de hasta cinco tipos diferentes de gases: HC, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, y O<sub>2</sub> (Guevara, 2010, p. 70).

Los analizadores poseen los siguientes principios de funcionamiento:

- El principio de medición infrarroja no dispersa, para el CO, CO<sub>2</sub> y HC.
- Las celdas electroquímicas para medir NO<sub>x</sub> y O<sub>2</sub>.

## **2.6 Flota vehicular en el Ecuador**

A finales de 2018, 2'444.911 vehículos de todo tipo conformaban el parque automotor en Ecuador. Tres años más tarde, la cifra llegó a 2'772.180; es decir, se produjo un aumento del 13%. Ese aumento está lejos de la media regional que bordea más del 20%, (La Hora, 2022).

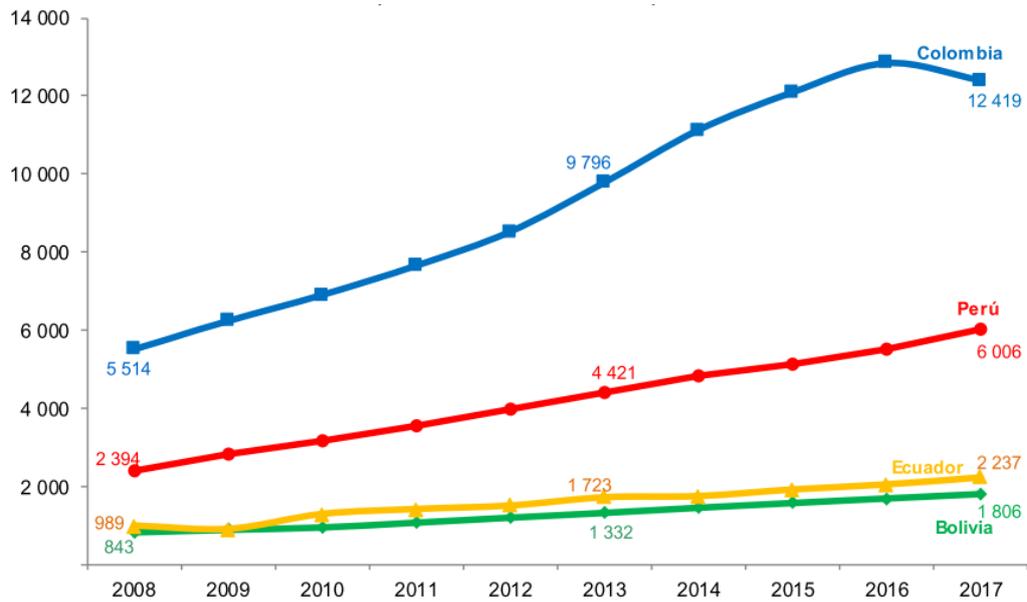
### **2.6.1 Evolución del stock del parque vehicular en la comunidad andina**

En el año 2017, los vehículos debidamente registrados en las respectivas instituciones u organismos de la Comunidad Andina totalizaron 22 468 miles de unidades, cifra que representó un aumento de 1,6%, respecto al año anterior que fue de 22 121 miles de vehículos.

En la **Figura 2.2**, se detalla el crecimiento vehicular en los países andinos, donde se denota un crecimiento en los últimos cinco años, lo cual hace referencia a que hay más vehículos nuevos con sistemas más sofisticados que pueden causar menos impacto ambiental que los de años pasados.

**Figura 2.2**

*Stock del parque vehicular según países, 2008-2017.*



*Nota.* Fuente: información tomada de (ComunidadAndina, 2018)

### **2.6.2 Vehículos más vendidos en el Ecuador**

En la **Tabla 2.1**, se observa los vehículos livianos más vendidos en el Ecuador durante los últimos ocho años, por marcas y modelos, con el fin de establecer los vehículos que servirán para protocolo de pruebas.

**Tabla 2.1***Tabulación de vehículos a gasolina más vendido en Ecuador.*

Vehículos de combustión a gasolina más vendido en Ecuador			
Año	Marca	Modelo	Unidades vendidas en el año
2012	CHEVROLET	SAIL	12.490
2013	CHEVROLET	SAIL	11.329
2014	CHEVROLET	SAIL	11.514
2015	CHEVROLET	AVEO EMOTION	3.167
2016	CHEVROLET	AVEO EMOTION	4.262
2017	CHEVROLET	SAIL	6.060
2018	CHEVROLET	SAIL	8.738
2019	KIA	SPORTAGE	4.265
2020	KIA	SPORTAGE	4.229

*Nota.* Fuente: (AEADE, 2021)

En la **Tabla 2.2** se detalla los dos vehículos livianos más comercializados en el Ecuador, escogidos para la realización del protocolo de pruebas, y análisis para la presente investigación.

**Tabla 2.2***Tabulación de vehículos a gasolina más vendidos en los últimos 10 años.*

Vehículos más vendidos en los últimos 10 años		TOTAL:
CHEVROLET	SAIL	50.131
CHEVROLET	AVEO EMOTION	7.429
KIA	SPORTAGE	8.494

*Nota.* Fuente: (AEADE, 2021)

En la **Tabla 2.3**, se detalla los vehículos más vendidos en el Ecuador para servicio de transporte público (taxis), en los últimos ocho años.

**Tabla 2.3**

*Tabulación de vehículos taxi más vendidos en Ecuador.*

Vehículos TAXI más vendido en ECUADOR			
Año	Marca	Modelo	Unidades vendidas en el año
2012	CHEVROLET	AVEO FAMILY	9.697
2013	CHEVROLET	AVEO FAMILY	9.176
2014	CHEVROLET	AVEO FAMILY	9.386
2015	CHEVROLET	AVEO FAMILY	3.574
2016	CHEVROLET	AVEO FAMILY	4.050
2017	CHEVROLET	AVEO FAMILY	6.976
2018	CHEVROLET	AVEO FAMILY	6.976
2019	CHEVROLET	BEAT PREMIER AC	3.565
2020	CHEVROLET	BEAT PREMIER AC	1.454

*Nota.* Fuente: (AEADE, 2021)

En la **Tabla 2.4**, se detalla los dos vehículos de servicio de alquiler más vendidos en el Ecuador, de los cuales se escogió el primer lugar para vehículo objeto de análisis.

**Tabla 2.4**

*Tabulación de vehículos taxi más vendidos en los últimos 10 años.*

Vehículos más vendidos en los últimos 10 años		TOTAL:
CHEVROLET	AVEO FAMILY	49.835
CHEVROLET	AVEO EMOTION	7.624

*Nota.* Fuente: (AEADE, 2021)

### **3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se desarrolló en el área de la ingeniería automotriz, enfocada en el análisis de emisiones de gases de escape producto de la ignición de motores de combustión interna utilizados en la automoción, tomando como base los reglamento para el control de las emisiones contaminantes vigentes en el Ecuador; para lo cual este estudio aplico las siguientes normas:

NTE INEN 2 349:2003 utilizada para “Revisión Técnica Vehicular”, seguida de la norma de NTE INEN 2 203:2000 “Gestión Ambiental Aire, Vehículos Automotores. Determinación de la concentración de emisiones de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, Prueba Estática” para finalmente concluir con la normativa “NTE INEN 2204 Gestión ambiental. Aire, Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina”.

En este capítulo se presenta el desarrollo experimental de este estudio, el cual se desarrolló en la ciudad de Latacunga en el sector de Tanicuchí ubicado en la panamericana norte km diez.

#### **3.1 Enfoque y tipo de investigación**

Para el desarrollo del proyecto de investigación se desarrolló de una metodología investigativa con enfoque cuantitativo, apoyada en la investigación experimental, a través del uso de recursos metodológicos como recolección documental fuente para la elaboración del marco teórico y el método analítico para establecer la correlación entre los parámetros objetos de prueba y los establecidos en la normativa de revisión técnica vehicular.

##### **3.1.1 Enfoque investigativo**

El presente proyecto de titulación se basó en un enfoque cuantitativo en el cual se pretendió demostrar las variaciones de factores que influyen en el análisis y diagnóstico de emisiones de gases combustionados en vehículos referente a las normas de revisión técnica vehicular.

### **3.1.2 Tipo de investigación**

En el presente trabajo se obtuvieron resultados en base a un protocolo de pruebas experimentales previamente establecidas, y llevadas a cabo en los distintos vehículos, bajo la variación de parámetros de funcionamiento.

#### **Método documental.**

Para el desarrollo del presente trabajo se empleó un método documental en el cual mediante la recopilación de fuentes bibliográfica como artículos científicos, libros, tesis, revistas técnicas, investigaciones previas, foros, blogs entre otra información que garantice un aporte sustancial al proyecto.

#### **Método analítico.**

El método analítico se encuentra basado en la experimentación directa, entendida como el camino que se necesita recorrer para llegar a un resultado mediante la descomposición de un todo, permitiendo hacer analogías para comprender mejor el comportamiento y así realizar nuevas teorías.

Se utilizó este método para analizar la variación de emisión de gases, bajo los parámetros de pruebas establecidas en la investigación para posteriormente compararlos con los parámetros establecidos en la norma de revisión vehicular vigente.

### **3.2 Consideraciones bioéticas**

El desarrollo de este trabajo de investigación, no causó afectación al ser humano, respecto al medio ambiente se pretendió reducir la afectación causada por las emisiones de gases combustionados, mediante las mediciones y análisis de parámetros que se encuentran excluidos en la normativa de revisión vehicular RTV vigente en el país, de esta manera contribuir a mitigar el impacto ambiental.

### **3.3 Normativas de Revisión Técnica Vehicular (RTV)**

Según (NTE INEN 2204, 2017), normativa que se describe en el anexo 3, los límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática). Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de

operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la **Tabla 3.1**.

**Tabla 3.1**

*Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina.*

*Marcha mínima o ralentí (prueba estática)*

Año modelo	% CO <sup>a</sup>		ppm HC <sup>a</sup>	
	0 – 1500 <sup>b</sup>	1500 – 3000 <sup>b</sup>	0 – 1500 <sup>b</sup>	1500 – 3000 <sup>b</sup>
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,4	6,5	1000	1200

<sup>a</sup> Volumen

<sup>b</sup> Altitud = metros sobre el nivel del mar

*Nota.* Adaptado de Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina, por (NTE INEN 2204, 2017).

### 3.4 Materiales y Equipos

#### 3.4.1 Equipos

Según la norma (NTE INEN 2349, 2005) las consideraciones técnicas para la selección del equipo se detallan en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2:***Características técnicas Analizador de Gases*

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO	
Características generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la concentración en volumen de CO, CO <sub>2</sub> , HC's y O <sub>2</sub> , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1) / ISO 3930 y la NTE INEN 2 203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la velocidad de giro del motor en RPM, factor lambda (calculado mediante la fórmula de Bret Shneider) y temperatura de aceite. La captación de RPM no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS, bobina independiente, descarga capacitiva u otro.	
Rangos de medición	Variable	Rango de medición
	Monóxido de carbono (CO)	0 - 10%
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0 - 16%
	Oxígeno (O <sub>2</sub> )	0 - 21%
	Hidrocarburos no combustionados	0 – 5 000 ppm
	Velocidad de giro del motor	0 – 10 000 rpm
	Temperatura de aceite	0 – 150 °C
	Factor lambda	0 - 2
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5 - 40 °C
	Humedad relativa	0 - 90%
	Altitud	Hasta 3 000 msnm
	Presión	500 – 760 mm Hg
Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.	
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.	

*Nota.* Fuente: (NTE INEN 2349, 2005)

La **Tabla 3.3**, detalla los equipos de trabajo empleados durante el desarrollo del presente tema de estudio.

**Tabla 3.3**

*Equipos*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Marca</b>
1	Medidor de Gases	Texa
1	Escáner Automotriz	GScan 3

### 3.4.2 Materiales

- **Selección de Vehículos**

Para la selección de los vehículos se realizó una investigación de las marcas y modelos más comercializadas dentro del país durante los últimos diez años, posteriormente se planteó algunos requerimientos que estos deben cumplir como:

- Cada vehículo debe estar en óptimas condiciones de trabajo.
- Se debe seguir los parámetros establecidos en la normativa de RTV vigente.
- Contar con sistemas de escape en buen estado, es decir, sin fugas, roturas o fallas de ningún tipo, además no debe presentar alteraciones, modificaciones, arreglos o reconstrucciones en su parte física.

En la Tabla se identifica los vehículos seleccionados para la ejecución del protocolo de pruebas.

La **Tabla 3.4**, hace referencia a las marcas y vehículos usados para la ejecución del protocolo de pruebas, los vehículos de prueba utilizados fueron escogidos en base a los datos de los vehículos más vendidos en el Ecuador según la AEADE durante los 10 últimos años, de los cuales se obtuvieron los siguientes:

**Tabla 3.4***Especificaciones de vehículos*

Marca	Modelo	Tipo de Combustible	Uso	Año	Cilindraje
Chevrolet	Sail	Gasolina	Particular	2017	1500 cc
Chevrolet	Aveo	Gasolina	Particular	2018	1400 cc
Chevrolet	Aveo	Gasolina	Servicio Público	2019	1400 cc

**3.5 Procedimiento**

- **Fase 1**

Actividad 1: Recopilación bibliográfica; misma que es necesaria para el desarrollo de la redacción del cuerpo de la tesis

Actividad 2: Identificación de las normas y procedimientos indicados en la norma de Revisión Técnica Vehicular RTV vigente en el Ecuador. Se analiza las normas y sus parámetros de medición.

Actividad 3: Identificación de los niveles permisibles de emisión de gases para motores de combustión interna a gasolina. Se analiza los límites permitidos seguidamente de las características y protocolos de prueba de la RVT, llevadas a cabo en los centros de revisión de los GAD Municipales.

Actividad 4: Identificación y búsqueda de equipos y herramientas. En esta actividad se identifican los equipos usados en las pruebas de RVT.

Actividad 5: Identificación de software utilizado para la medición de gases de combustión. Se analiza el software, sus características y disponibilidad de licencias, para seleccionar en base a un análisis comparativo del programa a utilizarse.

Actividad 6: Recopilación estadística de los vehículos livianos de combustión interna a gasolina, más vendidos en el Ecuador en los últimos años. En esta actividad se identifican los vehículos que servirán para la ejecución de las pruebas.

Actividad 7: Identificación de los parámetros importantes referentes a las condiciones de trabajo de un MCI. Se detalla las variables objeto de estudio con el fin de seleccionar los parámetros más relevantes a utilizarse posteriormente.

- **Fase 2: Ejecución de pruebas**

Se elabora el protocolo de pruebas a ejecutarse para la obtención de la toma de datos mediante el proceso de medición de los gases, para transformarla a una base de datos en diferentes condiciones de trabajo motor.

Se identifica el procedimiento para el desarrollo de pruebas de emisiones a ejecutarse en los vehículos de pruebas seleccionados, se toma en cuenta condiciones de trabajo específicas como arranque en frío, a temperatura normal de funcionamiento, funcionamiento del catalizador, tipo de trabajo que realiza.

Actividad 8: Identificación de pruebas a efectuar. Se indaga sobre los procedimientos y/o técnicas relevantes de identificación de características de los sistemas que intervienen en las emisiones de gases

Actividad 9: Definición del protocolo de pruebas. Se establece el procedimiento a seguir para la aplicación de los ensayos para cada vehículo seleccionado previamente, se ejecutara siguiendo el proceso descrito en la normativa vigente actual (NTE INEN 2204, 2017), descrita en el **Anexo C**.

Actividad 10: Aplicación del procedimiento de pruebas. En esta actividad se aplicará el protocolo de pruebas para que extraiga los datos base que servirá como fuente de análisis.

- **Fase 3: Análisis de los resultados obtenidos**

Actividad 11: Recopilación de base de datos. En esta actividad se toman los datos obtenidos de las mediciones emisiones realizadas a cada uno de los vehículos de prueba sometidos diferentes condiciones de trabajo, que sirve como base de datos, para la comparación con los niveles de permisibilidad planteados en la norma INEN para RTV.

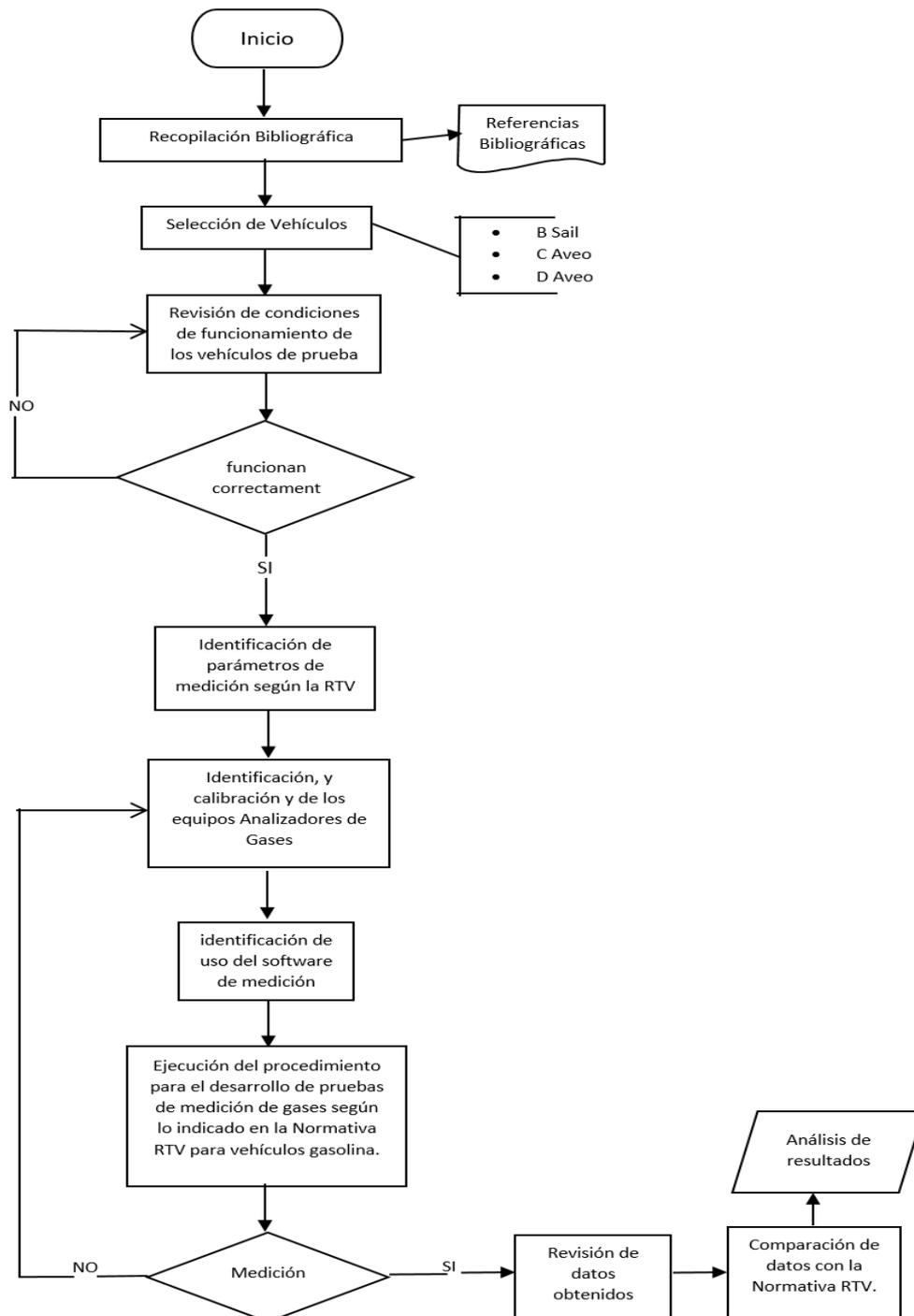
Actividad 12: Tabulación de los datos obtenidos; se tabulan los resultados de los protocolos de pruebas, utilizando la base de datos de validación obtenida en la actividad 11.

Actividad 13: Análisis comparativo de los resultados obtenidos bajo las diferentes condiciones de trabajo en relación a las tablas porcentuales establecidas en las diferentes normativas y la base de datos proporcionada por la RTV.

En la **Figura 3.1**, se detalla el flujograma de proceso para toma de mediciones.

**Figura 3.1**

*Flujograma de proceso metodológico*



## 4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Ejecución de pruebas en vehículos

En este capítulo se presenta los resultados del análisis de los datos obtenidos del desarrollo de la presente investigación, los cuales expondrán los porcentajes de medición de gases de combustión, para determinar si los vehículos probados cumplen con las normativas vigentes en el Ecuador, destacando el análisis de los mismos en situaciones de trabajo variables, como son: condiciones normales de funcionamiento, sin sistema de post tratamiento y en arranque en frío, para determinar si a pesar de las desviaciones aprueban la Revisión Técnica Vehicular (RTV).

Para el análisis de resultados se nombra a los vehículos usados para la ejecución de pruebas como se muestra en la **Tabla 4.1**

Los datos de los vehículos RTV, fueron tomados de la base de datos de la de la Revisión Técnica Vehicular de la ciudad de Quito correspondiente al año 2019.

**Tabla 4.1:**

*Vehículos de prueba*

Vehículos de la Revisión Técnica Vehicula (RTV)	RTV
Vehículo Sail	A
Vehículo Aveo de uso particular	B
Vehículo Aveo de uno comercial o alquiler	C

#### 4.1.1 Condiciones normales de funcionamiento

Para la obtención de la data, se ejecutó el protocolo de pruebas en condiciones normales de funcionamiento motor, siguiendo el procedimiento descrito en el apartado de métodos, el cual hace referencia a la normativa de Revisión Técnica Vehicular (RTV) NTE INEN 2204.

Como se indicó los sujetos de experimentación realizaron una prueba convencional; esto con la finalidad de observar su desempeño mediante las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos (HC), a continuación, se describen los resultados obtenidos.

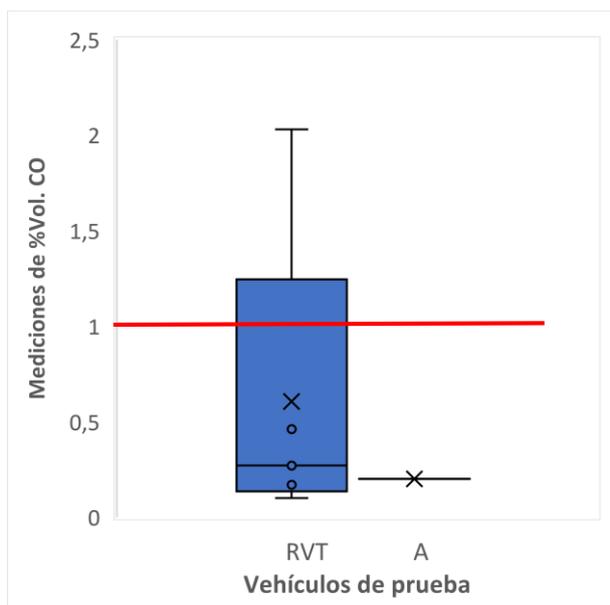
#### Medición de CO

##### 1) Pruebas estáticas medición de CO a ralentí (bajas rpm)

La **Figura 4.1** muestra el diagrama de cajas, para descripción de los grupos de datos obtenidos, donde se muestra la dispersión de datos entre los más bajos, medios y extremos, resultado de las mediciones realizadas, donde se analiza la mediana marcada con una línea horizontal, encontrada para cada vehículo de prueba, para una posterior comparación con los volúmenes límites, de concentración de CO establecidos en la normativa.

**Figura 4.1**

*Medición de % Vol. CO en ralentí*



En la **Figura 4.1**, se puede apreciar las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) en ralentí realizadas, siendo la valoración media más alta la correspondiente a los vehículos de la RTV con un valor proporcionado al 0,27%, seguida por el vehículo A, con un porcentaje de 0,2%.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que entre los valores de tendencia media obtenidos revelaron que los vehículos de prueba RTV y A encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2 203-2000.

Sin embargo, los vehículos de prueba B y C se registró medición, pese a que se realizaron tres pruebas, y se siguió los procedimientos, no se logró establecer la medición.

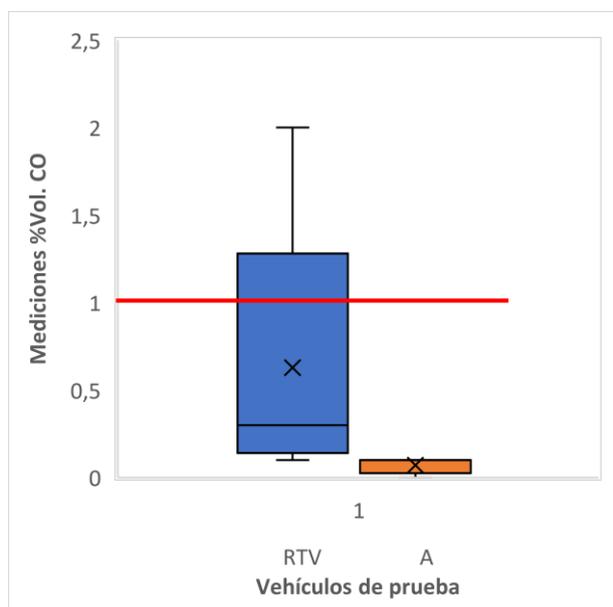
Cabe destacar que en condiciones normales de funcionamiento los vehículos RTV y A, si cumplen con los porcentajes permitidos, por lo tanto, pasarían la revisión de CO, mientras que los otros dos vehículos deberían ser analizados, y volver en una segunda ocasión para comprobar que no estén trabajando de manera incorrecta en su funcionamiento mecánico.

## **2) Pruebas estáticas medición de CO a régimen de giro alto**

La **Figura 4.2** muestra el diagrama de cajas, para descripción de los grupos de datos obtenidos, donde se muestra la dispersión de datos entre los más bajos, medios y, extremos, resultado de las mediciones realizadas, para lo cual se analiza la mediana marcada con una línea horizontal, encontrada para cada vehículo de prueba, para una posterior comparación con los volúmenes límites, de concentración de CO en régimen de giro alto, establecidos en la normativa.

**Figura 4.2**

*Medición CO en Régimen Alto*



En la **Figura 4.2**, se puede apreciar las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) en aceleración (altas) realizadas, siendo la valoración media más alta correspondiente a los vehículos RTV con un valor correspondiente al 0,3%, seguida por el vehículo A con 0,1%.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que entre los valores de tendencia media obtenidos revelaron que los vehículos testeados RTV y A se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2 203-2000.

Sin embargo, los vehículos de prueba B y C se registró medición, pese a que se realizaron tres pruebas, y se siguió los procedimientos, no se logró establecer la medición.

Cabe destacar que en condiciones normales de funcionamiento los vehículos RTV y A si cumplen con los porcentajes permitidos, por lo tanto, pasarían la revisión de CO, mientras que los otros dos vehículos deberían ser analizados, y volver en una segunda ocasión para comprobar que no estén trabajando de manera incorrecta en su funcionamiento mecánico.

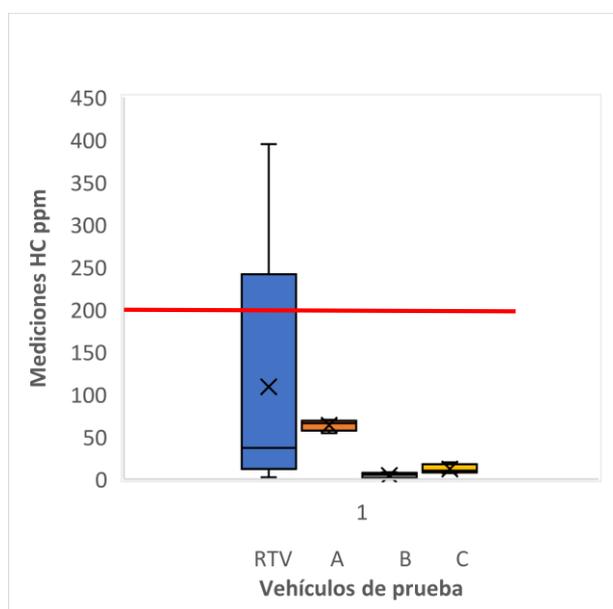
## Medición de HC

### 3) Pruebas estáticas medición de HC en ralentí (bajas rpm)

La **Figura 4.3** muestra el diagrama de cajas, para descripción de los grupos de datos obtenidos, donde se muestra la dispersión de datos entre los más bajos, medios y, extremos, resultado de las mediciones realizadas, para lo cual se analiza la mediana marcada con una línea horizontal, encontrada para cada vehículo de prueba, para una posterior comparación con los volúmenes límites, de concentración de HC en ralentí, establecidos en la normativa.

**Figura 4.3**

*Medición de HC a ralentí (bajas rpm)*



En la **Figura 4.3**, se puede apreciar las mediciones de Hidrocarburo (HC) en ralentí, siendo la valoración media más alta la correspondiente a los vehículos testeados: A con un valor proporcional a 66 ppm, en segundo lugar, RTV con una media de 33 ppm, seguido por el C con el 10 ppm, para posteriormente finalizar con la media obtenida para B donde el resultado fue 5 ppm.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que entre los valores de tendencia media obtenidos revelaron que los vehículos testeados RTV y A obtuvieron valores altos sin embargo se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

Por otro lado, los vehículos de prueba B y C, arrojaron valores sumamente bajos de emisiones de HC, lo cual indica que se encuentra en buenas condiciones de trabajo motor, al igual que su sistema de postratamiento en esta prueba, además se encuentran dentro de los rangos de medición permisibles.

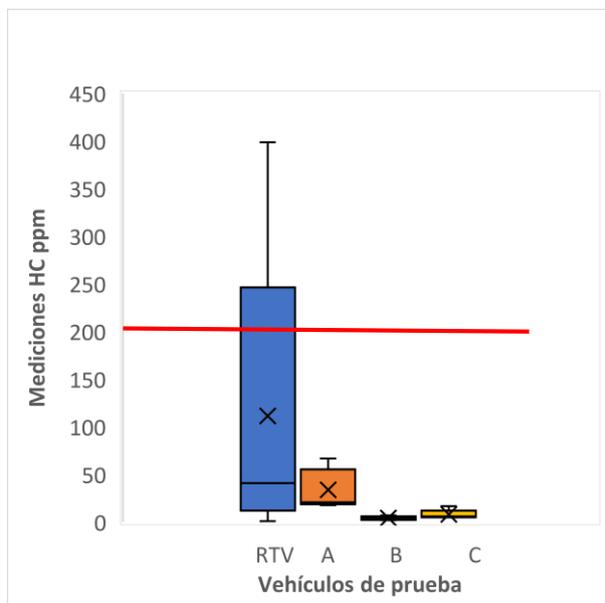
Cabe destacar que en condiciones normales de funcionamiento todos los vehículos testeados cumplen con los porcentajes permitidos, por lo tanto, pasarían la revisión de HC.

#### 4) Pruebas estáticas medición de HC a régimen de giro alto

La **Figura 4.4** muestra el diagrama de cajas, para descripción de los grupos de datos obtenidos, donde se muestra la dispersión de datos entre los más bajos, medios y, extremos, resultado de las mediciones realizadas, para lo cual se analiza la mediana marcada con una línea horizontal, encontrada para cada vehículo de prueba, para una posterior comparación con los volúmenes límites, de concentración de HC en régimen de giro alto, establecidos en la normativa.

**Figura 4.4**

*Mediciones de HC régimen alto*



En la **Figura 4.4**, se puede apreciar las mediciones de Hidrocarburo (HC) en aceleración (altas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a los vehículos

RTV con una media de 41 ppm, en segundo lugar, A con un valor proporcional a 21 ppm, seguido por el C, con el 7 ppm, para posteriormente finalizar con la media obtenida para el B donde el resultado fue 4 ppm.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; entre los valores de tendencia media obtenidos revelaron que los vehículos testeados RTV y A obtuvieron valores altos sin embargo se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

Por otro lado, los vehículos de prueba B y C arrojaron valores sumamente bajos de emisiones de HC, lo cual indica que se encuentra en buenas condiciones de trabajo motor, así como los sistemas de postratamiento, en adición esta prueba indica que se encuentran dentro de los rangos de medición permisibles.

#### **4.1.2 Condiciones sin Catalizador**

Para la obtención de las mediciones de emisiones de gases, variando las condiciones de trabajo, para lo cual se retiró el sistema de postratamiento, es decir sin catalizador y sistema de escape, seguidamente se ejecutó el procedimiento descrito en el aparatado de métodos, el cual hace referencia al utilizado en la normativa de Revisión Técnica Vehicular (RTV) NTE INEN 2204.

Los vehículos de prueba A, B, y C, fueron sometidos al procedimiento en condición de trabajo sin catalizador; esto con la finalidad de observar el desempeño o cambios, mediante las mediciones porcentuales de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos (HC), para observar si existen variación en el comportamiento de los gases de combustión, y posteriormente llevar a cabo un comparación con los datos obtenidos de la Revisión Técnica Vehicular, a continuación, se describen los resultados obtenidos.

#### **Medición CO**

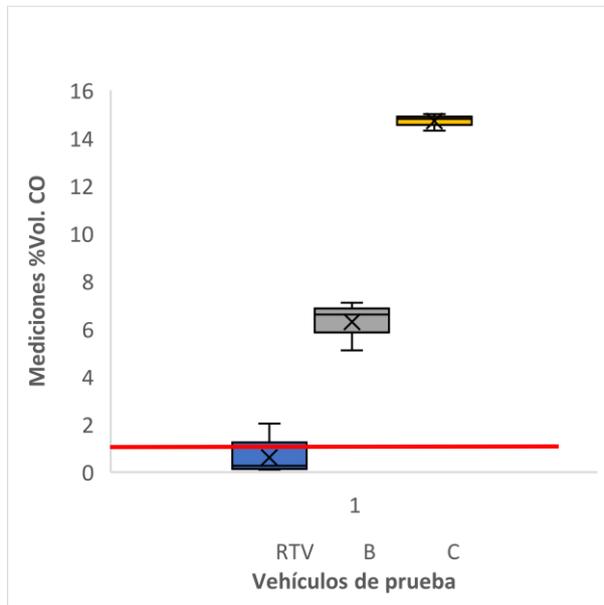
##### **1) Pruebas estáticas medición de CO a ralenti (bajas rpm)**

La **Figura 4.5** muestra el diagrama de cajas, para descripción de los grupos de datos obtenidos, donde se muestra la dispersión de datos entre los más bajos, medios y, extremos, resultado de las mediciones realizadas, para lo cual se analiza la mediana marcada con una

línea horizontal, encontrada para cada vehículo de prueba, para una posterior comparación con los volúmenes límites, de concentración de CO en ralentí, establecidos en la normativa.

### Figura 4.5

*Mediciones de CO en ralentí, sistema sin catalizador*



En la **Figura 4.5**, se puede apreciar las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) en ralentí (bajas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a los vehículos probados en el siguiente orden: C con un valor correspondiente al 14,8%, en segundo lugar, el B con una media de con 6,6%, seguido de RTV donde el resultado fue 0,27%.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones sin catalizador por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

Cabe destacar que en condiciones de trabajo sin catalizador ninguno de los vehículos analizados cumple con los porcentajes permitidos, por lo tanto, no pasarían la revisión referente a CO.

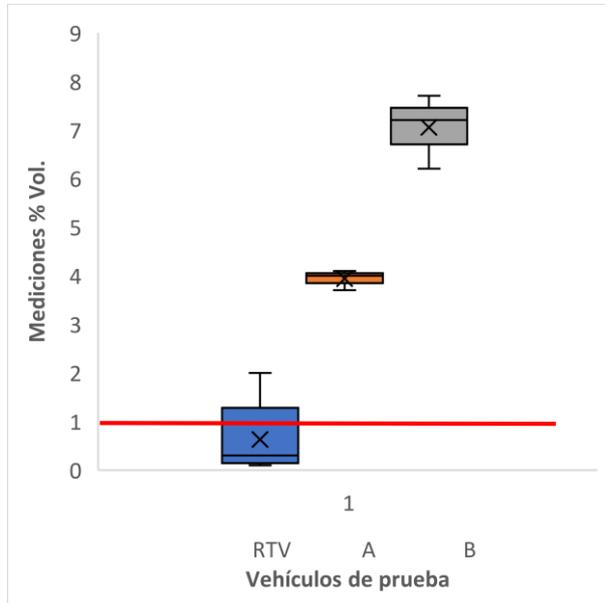
## 2) Pruebas estáticas medición de CO a régimen de giro alto

La **Figura 4.6** muestra el diagrama de cajas, para descripción de los grupos de datos obtenidos, donde se muestra la dispersión de datos entre los más bajos, medios y, extremos, resultado de las mediciones realizadas, para lo cual se analiza la mediana marcada con una línea horizontal, encontrada para cada vehículo de prueba, para una posterior comparación con

los volúmenes límites, de concentración de CO en régimen de giro alto, establecidos en la normativa.

**Figura 4.6**

*Mediciones de CO en régimen de giro alto*



Las pruebas que se describen a continuación, fueron realizadas en escenarios de variación de parámetros de funcionamiento sin catalizador, donde se denota las medidas de tendencia, haciendo referencia al cálculo de la media de CO, obtenida para cada vehículo.

En la **Figura 4.6**, se puede apreciar las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) en aceleración (altas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente al B con un valor correspondiente al 14,8%, en segundo lugar, A con una media de con 4,0%, seguido de RTV donde el resultado fue 0,31%.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones sin catalizador por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

En un segundo momento los valores obtenidos revelaron que los vehículos testeados como son: A y B, arrojaron valores sumamente elevados de emisiones de CO, mientras que C no pudo ser medido, esto se debe a la ausencia del sistema de postratamiento, ya que al suspenderlo el sistema electrónico del motor tiende a emitir más combustible, lo que hace que se genere una mezcla rica, y por consecuencia se detectara gases con más concentración de CO y HC.

Por otra parte, el sistema de catalizador lo que busca es filtrar y transformar los gases productos de la combustión, a fin de que salgan más limpios al exterior, pero al eliminar este sistema los gases salen directamente sin ningún proceso de depuración.

Por lo cual las normativas NTE INEN 2204, NTE INEN 2 203:2000, y NTE INEN 2349:2003 y su ejecución en los centros de Revisión Técnica Vehicular, son de vital importancia ya que ayudan a regular y filtrar el uso y circulación de vehículos en mal estado en lo referente a los sistemas de emisión de gases, debido a que en varios casos una vez terminada la vida útil del catalizador, el usuario tiende a vaciarlo, lo que provoca que los gases combustionados salgan libremente sin ningún tipo de filtro o restricción, esto genera un problema ambiental grave.

Por otro lado, el vehículo de prueba C, no genero una medición, esto se debe a que las condiciones de prueba no son las recomendadas por la norma NTE INEN 2203:2000, es decir no cumplen con los parámetros de condición previa para realización de las pruebas o presenta fallas mecánicas.

Cabe destacar que en condiciones de trabajo sin catalizador ninguno de los vehículos A, B, C, analizados cumple con los porcentajes permitidos, por lo tanto, no pasarían la revisión referente a CO.

En relación a los valores obtenidos en la medición de CO tanto en ralentí como en aceleración, los vehículos superan los límites permitidos, recordando que el límite de CO es de 1%, y los valores sobrepasan ampliamente este rango, se evidencia que el catalizador es un factor relevante al momento de efectuar las mediciones y en el trabajo de filtración de gases de combustión.

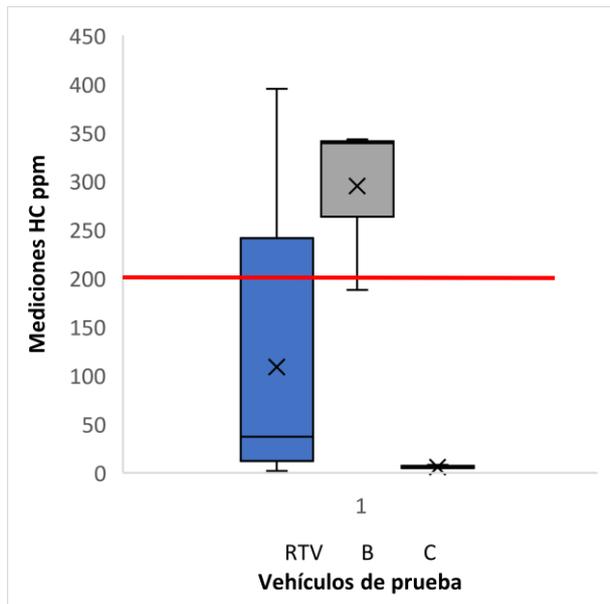
## **Medición HC**

### **3) Pruebas estáticas medición de HC a ralentí (bajas rpm)**

En la **Figura 4.7**, se indica las mediciones de HC para el sistema motor sin presencia de sistema de postratamiento, estas pruebas se llevaron a cabo en ralentí, y se describe las medianas de las mediciones obtenidas para cada uno de los vehículos de prueba.

**Figura 4.7**

*Mediciones de HC en ralentí, condición: sin catalizador*



En la **Figura 4.7**, se puede apreciar las mediciones de Hidrocarburos (HC) en ralentí (bajas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a B con un valor correspondiente al 339 ppm, en segundo lugar, RTV con una media de con 37 ppm, seguido de C, donde el resultado fue 5 ppm.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de A no están probados en condiciones sin catalizador por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

En un segundo momento los obtenidos revelaron que el vehículo de prueba B arroja valores sumamente elevados de emisiones de HC, mientras que, C apenas marca 5 ppm.

En base a lo descrito anteriormente se deduce que el sistema de post tratamiento cumple una función importante al momento de filtrar estos gases, para que no sean emitidos directamente al ambiente.

Por lo cual las normativas NTE INEN 2204, NTE INEN 2 203:2000, y NTE INEN 2349:2003 y su ejecución en los centros de Revisión Técnica Vehicular, son de vital importancia ya que ayudan a regular y filtrar el uso y circulación de vehículos en mal estado en lo referente a los sistemas de emisión de gases, debido a que en varios casos una vez terminada la vida útil del catalizador, el usuario tiende a vaciarlo, lo que provoca que los gases

combustionados salgan libremente sin ningún tipo de filtro o restricción, esto genera un problema ambiental grave.

Por otro lado, el vehículo de prueba A, no genero ninguna medición.

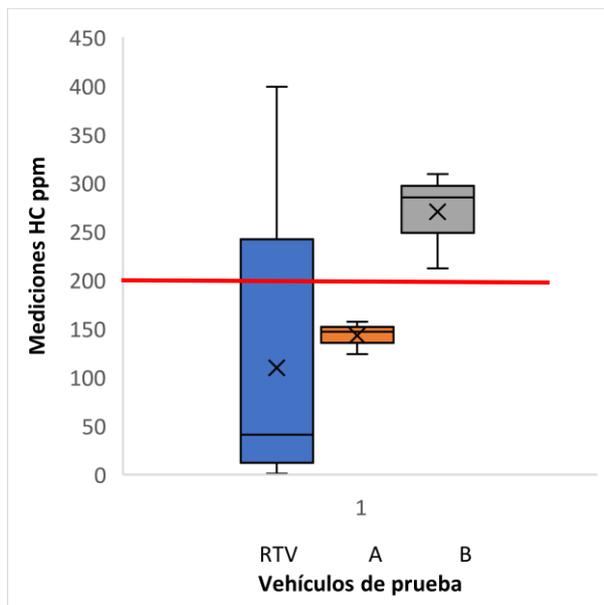
Cabe destacar que en condiciones de trabajo sin catalizador el vehículo de prueba C si cumple con los porcentajes permitidos, por lo tanto, pasarían la revisión referente a HC.

#### 4) Pruebas estáticas medición de HC a régimen de giro alto

En el siguiente análisis, se indica las mediciones de HC para el sistema motor, sin presencia de sistema de postratamiento, estas pruebas se llevaron a cabo en régimen de giro alto, para lo cual se describe las medianas de las mediciones obtenidas para cada uno de los vehículos de prueba.

**Figura 4.8**

*Medición de HC régimen de giro alto, condición sin catalizador*



En la **Figura 4.8**, se puede apreciar las mediciones de Hidrocarburos (HC) en aceleración (altas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a B con un valor correspondiente al 285 ppm, en segundo lugar, A con una media de con 147 ppm, seguido de RTV donde el resultado fue 41 ppm.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones sin catalizador por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

En un segundo momento los valores de tendencia media obtenidos revelaron que el vehículo de prueba B, arroja valores sumamente elevados de emisiones de HC, mientras que, B se encontraría dentro de los rangos permitidos.

Por otro lado, el vehículo de prueba C, no genero una medición, esto se debe a que las condiciones de prueba no son las recomendadas por la norma NTE INEN 2203:2000, es decir no cumplen con los parámetros de condición previa para realización de las pruebas.

En relación a los valores obtenidos en la medición de HC tanto en ralentí como en aceleración, los vehículos superan los límites permitidos, recordando que el límite de HC es de 200 ppm, y los valores de B sobrepasan ampliamente este rango.

Cabe destacar que en condiciones de trabajo sin catalizador el vehículo de prueba A si cumple con los porcentajes permitidos, por lo tanto, pasarían la revisión referente a HC.

Es interesante observar que en las mediciones de HC en altas y bajas, B no pasaría la prueba, mientras que aun existiendo una variación en las mediciones de los vehículos de prueba A y C, en los cuales cada uno pasa una de las dos pruebas de HC, de igual manera no pasaría la revisión de HC.

En base a lo analizado en las pruebas de CO y HC, tanto en condiciones de ralentí como en aceleración se concluye que ninguno de los vehículos de prueba pasaría la revisión técnica vehicular, pues los parámetros de medición deben ser coherentes en las dos pruebas realizadas.

#### **4.1.3 Arranque en Frío**

Para la obtención de los datos, se ejecutó el protocolo de pruebas variando las condiciones normales de trabajo, consistió en realizar las mediciones con el sistema de arranque en frío, para lo cual se ejecutó los test, en las mañanas con el primer encendido del motor y sin permitir que el motor y sistemas de post tratamiento alcancen su temperatura normal de funcionamiento, se pensó en esta prueba debido a que este parámetro influye directamente en la formación de gases.

Como se indicó los sujetos de experimentación se ejecutaron pruebas simulando un escenario de arranque en frío; esto con la finalidad de observar su desempeño mediante las mediciones de (CO) y (HC), para observar si existen variación en el comportamiento de los gases de combustión, para una posterior comparación con los datos obtenidos de la base de datos de la Revisión Técnica Vehicular (RTV), a continuación, se describen los resultados obtenidos.

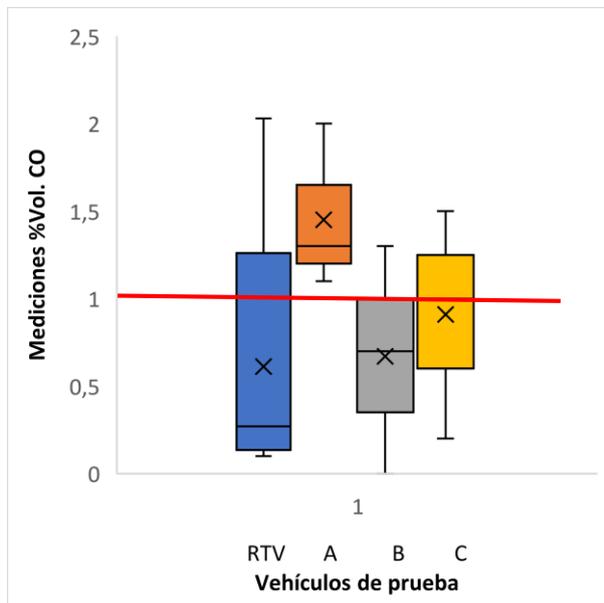
## Medición CO

### 1) Pruebas estáticas medición de CO a ralentí (bajas rpm)

Las pruebas que se describen a continuación, fueron realizadas en un escenario de variación de parámetros de funcionamiento del motor en arranque en frío, donde se denota las medidas de tendencia, haciendo referencia al cálculo de la media de CO, obtenida para cada vehículo.

**Figura 4.9**

*Medición de CO en ralentí, condición arranque en frío*



En la **Figura 4.9**, se puede apreciar las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) en ralentí (bajas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a, A con un valor correspondiente a 1,3%, en segundo lugar, C con una media de con 1%, seguido de B, donde

el resultado fue 0,7%, para posteriormente finalizar con la media obtenida para RTV donde el resultado fue 0,27%.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones de arranque en frío por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

En un segundo momento los valores de tendencia media obtenidos revelaron que los vehículos de prueba B y C arrojaron valores dentro de los rangos permitidos por lo tanto si superan la prueba de CO en ralentí, pese a estar testeados en condiciones de arranque en frío.

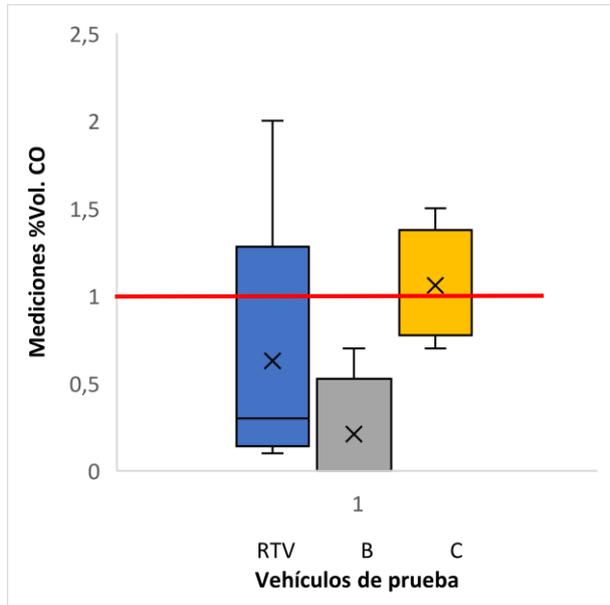
Las emisiones obtenidas de las pruebas en condiciones de arranque en frío, a pesar de ser más altas que las medidas en condiciones normales, se encuentran dentro de los rangos de permisibilidad, lo cual indica que la normativa tiene un amplio rango de admisión.

## **2) Pruebas estáticas medición de CO a régimen de giro alto**

Las pruebas que se describen a continuación, se realizaron en un escenario de variación de parámetros de funcionamiento del motor en arranque en frío, donde se denota las medidas de tendencia, haciendo referencia al cálculo de la media de CO, obtenida para cada vehículo.

**Figura 4.10**

*Medición de CO en régimen de giro alto, condición: Arranque en frío*



En la **Figura 4.10**, se puede apreciar las mediciones de Monóxido de Carbono (CO) en aceleración (altas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a C con un valor correspondiente a 1%, en segundo lugar, B con 0,35%, seguido de la media obtenida para RTV donde el resultado fue 0,37%.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones de arranque en frío por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

Cabe recalcar que solo C paso las dos mediciones de CO y la media indica que está dentro de los límites de admisión según indica la norma, por lo tanto, si cumple con la revisión de CO.

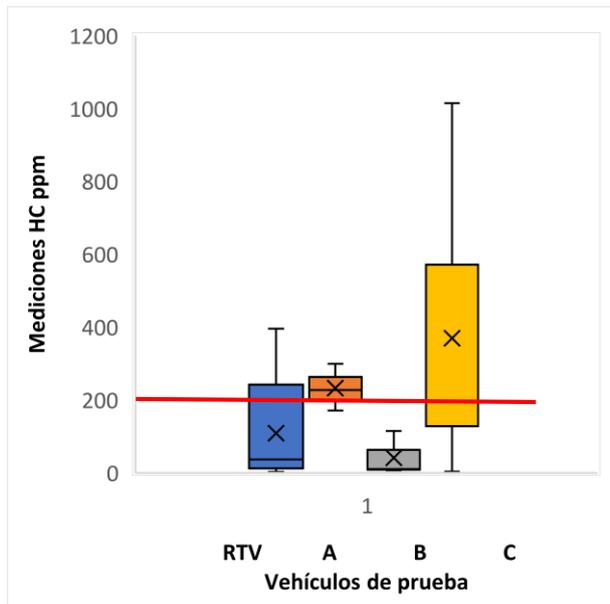
### **Medición HC**

#### **3) Pruebas estáticas medición de HC en ralentí (bajas rpm)**

Las pruebas que se describen a continuación, indican las mediciones de HC en ralentí, las que fueron realizadas en un escenario de variación de parámetros de funcionamiento del motor en arranque en frío, donde se denota la mediana obtenida para cada caso de prueba.

**Figura 4.11**

*Medición de HC ralenti, condición: Arranque en frío*



En la **Figura 4.11**, se puede apreciar las mediciones de Hidrocarburos (HC) en ralenti (bajas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a, A con un valor correspondiente al 227 ppm, en segundo lugar, C con una media de 128 ppm, seguido de B donde el resultado fue 10 ppm, para posteriormente finalizar con la media obtenida para RTV donde el resultado fue 37 ppm.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones sin catalizador por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

En un segundo momento los valores de tendencia media obtenidos revelaron que el vehículo de prueba B y C arroja valores dentro de los rangos de emisiones de HC.

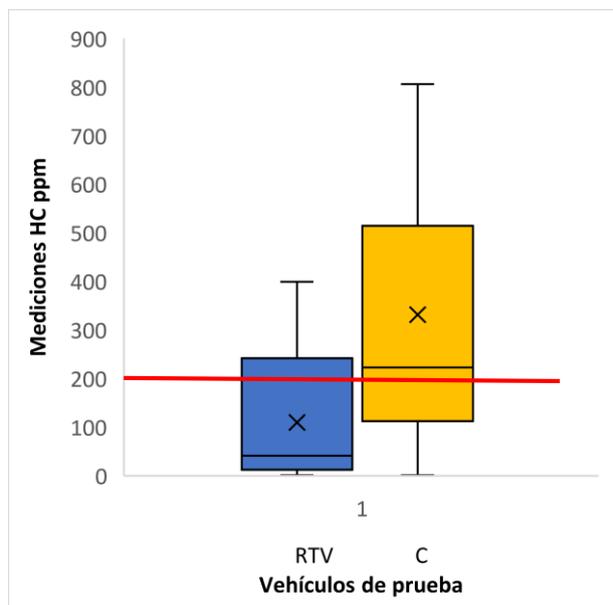
Por otro lado, el vehículo de prueba A, excede los límites de emisión ya que no cumplen con los parámetros de condición previa para realizar de las pruebas.

#### **4) Pruebas estáticas medición de HC en régimen de giro alto**

Las pruebas que se describen a continuación, indican las mediciones de HC en régimen de giro alto, las que fueron realizadas en un escenario de variación de parámetros de funcionamiento del motor en arranque en frío, donde se denota la mediana obtenida para cada caso de prueba.

**Figura 4.12**

*Medición sw HC régimen de giro alto, condición: Arranque en frío*



En la **Figura 4.12**, se puede apreciar las mediciones de Hidrocarburos (HC) en aceleración (altas rpm), siendo la valoración media más alta la correspondiente a C, con un valor correspondiente al 223 ppm, seguido de RTV donde el resultado fue 41 ppm.

En los vehículos de prueba A y B, no fue posible realizar la medición, es decir no arroja resultados por lo cual se pondera con un valor de 0 ppm, esto debido a que no cumple con los parámetros establecidos en la norma para la medición.

En lo referente a los resultados conjuntos de la muestra, cabe indicar que; los valores de RTV no están probados en condiciones sin catalizador por lo cual se encuentran dentro de los rangos permisibles como indica la normativa NTE INEN 2204.

En un segundo momento los valores de tendencia media obtenidos revelaron que el vehículo de prueba C, arroja valores elevados de emisiones de HC, por lo cual no se encontraría dentro de los rangos permitidos y no pasaría la revisión de HC.

En relación a los valores obtenidos en la medición de HC tanto en ralentí como en aceleración, los vehículos superan los límites permitidos, recordando que el límite de HC es de 200 ppm, en base a los resultados obtenidos ninguno de los vehículos de prueba pasaría la revisión técnica vehicular en condiciones de medición de arranque en frío.

## 4.2 Discusión

### 4.2.1 Condiciones normales de funcionamiento

En la **Tabla 4.2**, se indica los resultados finales de las mediciones de emisiones de gases de CO y HC basadas en dos condiciones de prueba; en ralentí y régimen de giro alto, ejecutadas en los vehículos en condiciones normales de funcionamiento del motor y los sistemas de postratamiento, en donde se obtiene lo siguiente:

**Tabla 4.2**

*Aprobación de vehículos en condiciones normales de funcionamiento*

Vehículo	CO ralentí	CO aceleración	HC ralentí	HC aceleración	Aprueba o no aprueba
RTV	✓	✓	✓	✓	Aprueba
A	✓	✓	✓	✓	Aprueba
B	No aplica	No aplica	✓	✓	No aprueba
C	No aplica	No aplica	✓	✓	No aprueba

En referencia a las pruebas de CO realizadas en dos escenarios (ralentí y aceleración) solo los vehículos de la A y B pasan la prueba.

Para la emisión de HC realizadas en dos condiciones (ralentí y aceleración) todos los vehículos testeados aprueban.

En base a los resultados, de las cuatro mediciones realizadas los vehículos de prueba A y B aprueban la revisión, mientras el C y D no aprueban.

### 4.2.2 Condiciones de prueba sin catalizador

En la **Tabla 4.3**, se indica los resultados finales de las mediciones de emisiones de gases de CO y HC basadas en dos condiciones de prueba; en ralentí y régimen de giro alto, llevadas a cabo con los vehículos en condiciones de funcionamiento del motor en ausencia de sistema de postratamiento, en donde se obtiene lo siguiente:

**Tabla 4.3**

*Aprobación de vehículos en condiciones de funcionamiento sin catalizador.*

Vehículo	CO ralentí	CO aceleración	HC ralentí	HC aceleración	Aprueba o no aprueba
RTV	✓	✓	✓	✓	Aprueba
A	X	✓	X	X	No aprueba
B	X	X	X	X	No aprueba
C	X	X	✓	X	No aprueba

Como se indica en la **Tabla 4.3**, el análisis de los resultados de las mediciones realizadas a cada uno de los vehículos de prueba en comparación a la base de datos obtenida de la Revisión Técnica Vehicular indica lo siguiente:

- En referencia a las pruebas de CO realizadas en dos escenarios (ralentí y aceleración) ninguno de los vehículos testeados aprueba.
- Para la emisión de HC realizadas en dos condiciones (ralentí y aceleración) de igual manera ninguno de los vehículos testeados aprueba.

En base a los resultados, de las 4 mediciones realizadas solo los vehículos de la RTV pasan la revisión, mientras que B, C y D, no aprueban.

Según (Rojas Reinoso et al., 2019), en régimen alto, el motor sin catalizador genera estabilidad, pero los valores de CO y CO<sub>2</sub> siguen siendo muy oscilantes, lo que genera que lambda de control demasiado rico. En el motor con catalizador, genera una linealidad en las emisiones de CO y CO<sub>2</sub>, debido a que lambda de control es más estable. En el análisis del manto de control de lambda la senoidal y la linealidad son estables, cuando la velocidad de trabajo por ciclos es mayor las emisiones son más altas.

El comportamiento de la dispersión de datos demuestra que en condiciones bajas de funcionamiento (ralentí) el vehículo genera picos de alteración no estables (sin catalizador), que provocan que lambda se dispare, con lo que el CO<sub>2</sub> y CO se incrementan progresivamente y se desestabilizan las emisiones, mientras que en una condición estable (con catalizador), ocasiona que lambda genere su curva invariable, provocando que el CO<sub>2</sub>, CO y las emisiones se estabilicen.

La estabilidad de las emisiones con base al uso del catalizador en condiciones bajas es inherente en el comportamiento de la inyección, más aún en lo que es consumo de combustible, generando una cantidad mayor de emisiones.

En base a los resultados obtenidos se evidencia que el sistema de post tratamiento cumple un papel fundamental ya que el vehículo al detectar que este sistema falla o no está presente aumentara el la cantidad de inyección de combustible lo que hace que los emisiones de CO Y HC, incrementen por lo cual sobrepasan los valores emitidos en la norma (NTE INEN 2204, 2017), además el papel de lambda también es importante pues este también indicara si la mezcla esta rica o pobre lo cual concuerda y se corrobora con el estudio de (Rojas Reinoso et al., 2019).

La estabilidad de las emisiones con base al uso del catalizador en condiciones bajas es inherente con el comportamiento del sistema de inyección, más aún en lo que es consumo de combustible, generando una cantidad mayor de emisiones.

#### 4.2.3 Condiciones de prueba de arranque en frío

En la **Tabla 4.4**, se indica los resultados finales de las mediciones de emisiones de gases de CO y HC basadas en dos condiciones de prueba; en ralentí y régimen de giro alto, llevadas a cabo con los vehículos en condiciones de funcionamiento motor en arranque en frío, en donde se obtiene lo siguiente:

**Tabla 4.4**

*Aprobación de vehículos en condiciones*

Vehículo	CO ralentí	CO aceleración	HC ralentí	HC aceleración	Aprueba o no aprueba
RTV	✓	✓	✓	✓	Aprueba
A	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aprueba
B	✓	No aplica	✓	No aplica	No aprueba
C	✓	✓	✓	No aplica	No aprueba

Como se indica en la **Tabla 4.4**, el análisis de los resultados de las mediciones realizadas a cada uno de los vehículos de prueba en comparación a la base de datos obtenida de la Revisión Técnica Vehicular indica lo siguiente:

En referencia a las pruebas de CO realizadas en dos escenarios (ralentí y aceleración) ninguno de los vehículos testeados aprueba.

Para la emisión de HC realizadas en dos condiciones (ralentí y aceleración) de igual manera ninguno de los vehículos testeados aprueba.

En base a los resultados, de las cuatro mediciones realizadas solo los vehículos de la RTV pasan la revisión, mientras que B, C y D no aprueban.

Según (Lema, 2022), las temperaturas de los gases de escape crecen rápidamente debido a que el motor se encuentra a baja temperatura. A medida que el motor alcanza la temperatura normal de funcionamiento, las temperaturas de los gases tienden a estabilizarse hasta un valor constante.

Esto implicaría el hecho de que en condiciones en frío, el vehículo no está estable por el hecho de que trata de llevar al motor a su temperatura óptima de funcionamiento, así también a los sistemas sistema de postratamiento para que este pueda filtrar los gases y de esta manera las emanaciones se den en menor concentración.

Por otra parte, según el estudio realizado por(Pérez, 2017), el combustible de Bolivia y Colombia emite 0,12% volumen de monóxido de carbono (CO), el combustible ecuatoriano tiene un ligero aumento en el porcentaje de emisiones con el 0,13% de volumen de monóxido de carbono y las emisiones del combustible peruano con un porcentaje de emisiones menor al de los anteriores países al emitir el 0,08% de volumen de monóxido de carbono.

Según (Tipanluisa et al., 2017), los factores de mayor efecto significativo para el CO, son el octanaje y la altura. Se obtiene una menor emisión de CO con un valor de 0,01 %V a 700 rpm, gasolina de 87 octanos y a nivel del mar. Obteniendo una mejor combustión del motor con un combustible de 87 octanos, y el octanaje y la relación octanaje-altura evidencian un mayor efecto significativo sobre la respuesta a las emisiones HC. Con una gasolina de 92 octanos se obtiene una menor emisión de ppm de hidrocarburos no combustionados con un valor de 0,5 ppm.

Según estudios realizados se analiza la posibilidad de que el octanaje de los combustibles tiene una incidencia directa en la formación de gases, ya que a mayor octanaje mayor poder calorífico y genera menores emisiones de HC; lo cual para este análisis influiría también en que en condiciones de arranque en frío, ya que además de que el motor no ha alcanzado su temperatura de funcionamiento normal, un combustible de bajo octanaje posee

menor poder calorífico, lo que significa que su uso retarda el tiempo de calentamiento del motor y sus sistemas de postratamiento, teniendo así más tiempo para emisiones de gases en condición de arranque en frío.

En consecuencia, la gasolina Ecuador también tiene dominio en el porcentaje de emisión de CO, y HC por lo cual es importante mejorar los combustibles que se fabrican en el país.

Los sistemas de post tratamiento, así como los sistemas de calentamiento motor tienen una gran importancia al momento de la puesta en marcha de un vehículo, aunque en la actualidad la autotrófica de los vehículos crecen a grandes pasos y sus sistemas son más eficientes, los entes de regulación siguen siendo muy permisibles e cuanto límite de emisiones de gases.

En base a las normativas vigentes de límites de emisiones señalan que: para HC es admisible 200 ppm y 1% Vol. de CO en pruebas estáticas, en concordancia a las pruebas que se realizaron los vehículos de prueba; C aprobó dos test y D aprobó tres test, base a los estudios realizados se deduce que; la norma es muy permisible porque aun en condiciones de arranque en frío los vehículos tienen resultados dentro de los límites, lo cual no debería pasar, los vehículos no deberían aprobar ninguna prueba, lo que demuestra que los rangos de medición son muy amplios.

Por otra parte, las condiciones de ensayo para la Revisión Técnica Vehicular se llevan a cabo solo en condiciones estáticas, donde se puede recabar solo una parte de la información del estado de los vehículos, por lo cual se debería implementar ensayos RDE (Real Driving Emissions), para establecer datos de emisiones en condiciones reales de funcionamiento motor.

La realización de mantenimiento de los vehículos, y combustibles de buena calidad constituyen la base de un desempeño correcto del sistema motor, pues el proceso de combustión dependerá directamente del buen funcionamiento de sistemas adyacentes, entre ellos los sistemas de admisión e inyección seguidos del sistema de postratamiento.

## 5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Las mediciones de gases de combustión: hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO), se llevaron a cabo siguiendo el procedimiento de pruebas estáticas, detallado en las normas (INEN 706, 2005) y (NTE INEN 2349, 2005), basadas en los límites de emisiones de gases descritas en la norma (NTE INEN 2204, 2017), que se ejecutaron tomando en cuenta diferentes condiciones de trabajo motor: funcionamiento normal, sin catalizador y arranque en frío, se utilizó los vehículos de ensayo denominados como; A, B, y C, se ejecutaron las siguientes pruebas: mediciones CO en ralentí, medición de CO en régimen de giro alto, medición de HC en ralentí y medición de HC en régimen de giro alto, para una posterior comparación con los datos obtenidos de los registros de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) del año 2019, donde se alcanzaron los siguientes resultados.

En los ensayos realizados en condiciones de ausencia de catalizador se concluye que: los vehículos A, B y C no aprueban, debido a que no se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma (NTE INEN 2204, 2017), que indica que; para emisión de HC es permisible hasta 200 ppm y para CO hasta el 1%; cada vehículo fue sometido a dos pruebas en ralentí y dos en condiciones de giro alto del motor, se evaluó cuál de ellos obtuvo mayores emisiones de gases con respecto a CO y HC para comparación con los datos de RTV, se detalla lo siguiente: para medición en ralentí, el vehículo B, alcanzó 6.6 % de CO y 339 ppm de HC, y los vehículos de la RTV alcanzaron una mediana de 0,27% de CO y 37 ppm de HC; para las pruebas en régimen de giro alto, B obtuvo 14,8% de CO y 285 ppm de HC, mientras que la RTV obtuvo 0,31 % de CO y 41 ppm de HC, lo que implica que en comparación con las mediciones de RTV, los vehículos de prueba sobrepasan ampliamente los rangos, en especial B, debido a que el catalizador es un factor determinante en la regularización de emisiones productos de la combustión, ya que en ausencia o defectos de sistema de postratamiento los gases salen directamente al exterior sin un adecuado proceso de transformación química o proceso de filtrado.

En los ensayos realizados en condiciones de arranque en frío se concluye que: los vehículos A, B y C no aprueban, ya que no se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma, se observa que en condiciones de prueba en ralentí, el

vehículo A, obtuvo 1,3 % de CO y 277 ppm de HC, y los vehículos de la RTV alcanzaron 0,27% de CO y 37 ppm de HC, al igual que las pruebas en régimen de giro alto, C obtuvo 1% de CO y 283 ppm de HC, mientras que la RTV obtuvo 0,31 % de CO y 41 ppm de HC lo que implica que en comparación con las mediciones de los vehículos de la RTV, los resultados obtenidos varían ampliamente, debido al procedimiento de las pruebas, así como a la condición de medición de arranque en frío, donde la temperatura de funcionamiento, tiene una influencia directa en la generación de emisiones, ya que los gases no se estabilizan y el motor tiende a generar mezcla rica por lo cual existe mayor concentración de HC y CO en los productos de la combustión,

Para que un vehículo apruebe la Revisión Técnica Vehicular es necesario que cumpla con los límites establecidos en la mediciones de cada uno de los gases medidos; en las pruebas ejecutadas se analizó de manera unitaria cada gas medido en condiciones de arranque en frío, obteniendo lo siguiente: CO ralentí el 50% de los vehículos de ensayo aprueban dentro de los límites, para CO en régimen alto de giro el 50% aprueba, seguidas de las pruebas de HC en ralentí donde el 50% aprueba y en condiciones de giro alto el 33% aprueba. En las pruebas ejecutadas en condiciones de trabajo sin catalizador, HC en ralentí, el 33% aprueba y en condiciones de giro alto el 33% aprueba, donde se concluye que la normativa de límites de emisiones de gases vigente en Ecuador, es altamente permisible, y posee un rango de medición amplio, debido a que automóviles no deberían aprobar ninguna de las evaluaciones realizadas, porque no cumplen con las condiciones de ensayos descritas en el procedimiento.

## 5.2 Recomendaciones

Se debería implementar ensayos de RDE (Real Driving Emissions), pues en estos escenarios el desempeño del vehículo es totalmente diferente, y es ahí donde se recogerían datos más exactos acerca del estado real del mismo, lo cual impactaría directamente en el problema actual de contaminación ambiental causada por la industria automotriz.

El INEN debería regular las normativas de límites de emisiones de gases en los países con una demografía contrastable, que las normas vigentes de límites de emisiones son muy permisibles en un rango muy amplio en comparación con otros países.

En la Revisión Técnica Vehicular (RTV) es necesario analizar ampliamente otros factores que inciden en las mediciones emisión de gases, como calidad de la combustible gasolina, condiciones atmosféricas entre otros, con la finalidad de actualizar las normativas vigentes.

Finalmente se recomienda automatizar el proceso de recolección de datos mediante un sistema informático, para la gestión de la RTV, debido a que existe datos dispersos con ruido que dificultan el análisis de las muestras.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- AEADE. (2021). Anuario 2021. Obtenido de Asociación de Empresas Automotrices Del Ecuador, 140. <https://www.aeade.net/anuario/>
- Andrade, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C. & Segura-Madrugal, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103–112. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num1\\_art:561](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561)
- Barrera, M. C., Castelló, M. L., Betoret, N. & Pérez, E. (2018). Principios Básicos de la Combustión. *Universidad Politécnica de València*, 1, 1–10. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/103833>
- Cegarra, S. (2017). Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales Caracterización del powertrain de un vehículo pequeño eléctrico modular de 4 ruedas : vehículo L6 Director : Escola Tècnica Superior d ' Enginyeria Industrial de Barcelona Resumen.
- Coba. (2015). En Ecuador el 35% de vehículos causan altos niveles de contaminación. <https://ecuador.seguros123.com/causan-altos-niveles-de-contaminacion-el-35-de-vehiculos-en-ecuador/>
- ComunidadAndina. (2018). Parque Vehicular En La Comunidad Andina, 2008-2017. Informe Anual, 1–13.
- Favez, J. Y., Weilenmann, M. & Stilli, J. (2009). Cold start extra emissions as a function of engine stop time: Evolution over the last 10 years. *Atmospheric Environment*, 43(5), 996–1007. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.03.037>
- Guevara, M. (2010). Metodología de pruebas para la evaluación de convertidores catalíticos en motores a gasolina.
- INEN 706. (2005). Gestión ambiental, aire, vehículos automotores, determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralentí”. Prueba estática. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 21.
- Kraus, R. (1998). Procesos de Refinación de Petróleo. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo*, 78.1-78.33. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/78.pdf>
- La Hora. (2022). Parque automotor creció 13% en los últimos tres años – Diario La Hora. <https://www.lahora.com.ec/pais/crecimiento-parque-automotor-desde-2018/>
- Lema, L. (2022). misiones y temperaturas de los gases de escape de un motor durante el arranque en frío aplicando dos tipos de combustibles. *Polo Del Conocimiento*, 7(8), 625–640. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Lira, G. (1999). Impacto ambiental del parque automotor. *Hidráulica y Termofluidos*. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/hidraulica\\_mecanica/1999\\_n1/impacto.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/hidraulica_mecanica/1999_n1/impacto.htm)
- Martins, K. C. R., Pau, F. S., Silva, J. A., Santos, A. M. & Santos, R. F. E. (2005). Estudio del empleo de un convertidor catalítico para las emisiones gaseosas en un motor de ignición por chispa usando etanol como combustible.
- Matos, P. (2018). Deteccion de Adulteraciones de Combustibles de uso en el Parque Automotor

- Peruano. Matos Salinas, Pablo José. Oficina General Del Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central UNMSM, 1–6.
- Meeting, C. E. & Francisco, S. (2014). Machine Translated by Google Capítulo 8 Control de emisiones de aire antes de la combustión (Vol. 34, Issue 2000). <https://doi.org/10.1007/978-981-287-212-8>
- NTE INEN 2204. (2017). Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina. NTE INEN 2204. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2. <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/PROYECTO-A2-NTE-INEN-2204.pdf>
- NTE INEN 2349. (2005). Revisión Técnica Vehicular. Procedimientos. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 21.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU-Habitat]. (2016). ONU-Habitat - Contaminación, automóviles y calidad del aire. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>
- Oyanguren, H., Prieto, L. & Ferrada, L. (2019). Contaminación atmosférica. Revista Medica de Chile, 98(1), 34–41. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-2286-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-011-2286-3_1)
- Pérez, D. G. (2017). Evolución De Los Dispositivos Electrónicos En Un Automóvil Evolution of Electronic Devices in an Automobile. 3(2), 1–7.
- Pérez Darquea, D. G. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. INNOVA Research Journal, 3(3), 23–34. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>
- Puig, I., Martínez Sojos, A., Córdova Vela -, G. & Álvarez Rivera, P. (2018). Diagnóstico y Opciones para su Progresiva Reducción Zaira Vicuña del Pozo-zairavicuna@gmail. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 28(1), 87–106. <https://redibec.org/ojs>
- Rocha-Hoyos, J. C., Zambrano, D., Portilla, Á., Erazo, G., Torres, G. & Llanes-Cedeño, E. (2018). Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas. //Analysis of Gases of the Engine of a Vehicle through Static and Dynamic Tests. Ciencia Unemi, 11(28), 97–108. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp97-108p>
- Rocha, J. C. & Zambrano, V. D. (2015). Análisis Del Funcionamiento Del Motor De Encendido Provocado, Debido a La Presencia De Aditivos. October, 174. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9120>
- Rojas Reinoso, E. V., Romero Hidalgo, V. J. & Pancha Ramos, J. M. (2019). Análisis del comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO y del factor lambda de un vehículo con sistema de inyección convencional con catalizador y sin catalizador. Ingenius, 23, 23–29. <https://doi.org/10.17163/ings.n23.2020.02>
- Tan, Z. (2019). Air Pollution and Greenhouse Gases. In Understanding Urban Ecology: An Interdisciplinary .... <https://doi.org/10.1007/978-981-287-212-8>
- Telégrafo. (2017, August 5). El Telégrafo - Los vehículos son los que más contaminan el aire. <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/quito/2/los-vehiculos-son-los-que-mas-contaminan-el-aire>
- Tipanluisa, L. E., Remache, A. P., Ayabaca, C. R. & Reina, S. W. (2017). Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con Combustibles de

dos Calidades. Información Tecnológica, 28(1), 03–12. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100002>

Tortajada, F., Castell, G., Andreu, A. L., Domínguez, G., García, J. A. O., Tornero, O. B., Fontalbá, E. G., Ferrís, V. & Conesa, A. C. (2001). Enfermedades Asociadas a La Polución Atmosférica Por Combustibles Fósiles. 57(3), 213–225. <http://www.pehsu.org/az/pdf/fosiles.pdf>

Varcárcel, J., Sánchez, P., Navarro, C. & Iglesias, N. (2014). El Impacto Medioambiental del Tráfico. Dgt, 1–20. [http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo\\_recursos/didacticos/did\\_adultas/impacto.pdf](http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo_recursos/didacticos/did_adultas/impacto.pdf)

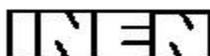
World Energy Outlook [IEA]. (2019, September). Oil – World Energy Outlook 2019 – Analysis - IEA. En El Escenario de Políticas Declaradas, El Petróleo Global Aumenta En Alrededor de 1 Mb / d En Promedio Cada Año Hasta 2025. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019/oil>

## ANEXOS

### **Anexo A**

*Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349:2003 Revisión Técnica Vehicular.*

*Procedimientos.*



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

## **NORMA TÉCNICA ECUATORIANA      NTE INEN 2 349:2003**

---

---

## **REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR. PROCEDIMIENTOS.**

### **Primera Edición**

ROAD VEHICLES TECHNICAL INSPECTION. PROCEDURES.  
First Edition

DESCRIPTORES: Vehículos automotores, ensayos, inspección.  
MC 08.09-301  
CDU: 629.119;725.382  
CIU:  
7191  
ICS:  
43.020

## OBJETO

Esta norma establece los procedimientos que se deben seguir para la realización de la revisión técnica vehicular (RTV) obligatoria.

## ALCANCE

Esta norma se aplica al proceso de revisión que realizan los Centros de Revisión y Control Vehicular (CRCV), en lo relacionado con sus procedimientos y su equipamiento.

## DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en las NTE INEN 2 202, 2 203, 2 204, 2 205 y 2 207 y en la Ley de Tránsito y transporte y su reglamento general y las que a continuación se detallan:

*Autoridad competente.* Es la organización, institución o persona responsable de la aprobación de un equipo, una instalación o un procedimiento.

*Banco de prueba de suspensiones:* Dispositivo mecatrónica consistente en un par de placas vibratorias y sensores convenientemente dispuestos, que permiten verificar el correcto funcionamiento del conjunto de la suspensión de un vehículo mediante la determinación de variables como amplitud de oscilación en resonancia, eficiencia porcentual de la suspensión, etc.

*Banco de prueba de frenos:* Equipo mecatrónica diseñado para realizar pruebas no invasivas en el sistema de frenos de un vehículo. Básicamente existen dos tipos de sistemas, los de placas y los de rodillos, los mismos que determinan variables tales como: eficiencia de los frenos, desequilibrio del sistema de frenos en un mismo eje, ovalización del tambor del freno, etc.

*Banco de prueba para deriva dinámica:* Dispositivo consistente en una placa deslizante convenientemente equipada con sensores y que permite determinar cuantitativamente la tendencia al deslizamiento lateral de las ruedas de dirección de un vehículo, brindando adicionalmente una idea aproximada del estado del sistema integral de dirección.

*Centro de Revisión y Control vehicular (CRCV):* Unidad técnica diseñada, construida, equipada y autorizada para realizar la Revisión Técnica vehicular (RTV) obligatoria y emitir los correspondientes certificados de Ley.

*Luxómetro:* Equipo electrónico que permite determinar la intensidad luminosa de una fuente.

*Regloscopio:* Dispositivo que permite conocer la alineación bidimensional del haz de luz emitido por una fuente.

*Revisión Técnica vehicular (R.T.V):* Conjunto de procedimientos técnicos normalizados utilizados para determinar la aptitud de circulación de vehículos motorizados terrestres y unidades de carga.

*Sonómetro:* Equipo que permite medir la intensidad sonora de una determinada fuente.

3.1.10 VIN: Acrónimo inglés derivado de “Vehicle Identification Number”, es decir, Número de Identificación Vehicular. Corresponde al número único asignado por el fabricante del automotor, como identificación del vehículo. Se aplica únicamente a los modelos más recientes y reemplaza al número de chasis.

## DISPOSICIONES GENERALES

Las Organizaciones Operadoras de los Centros de Revisión y Control Vehicular, cuando sea aplicable, deben obtener una certificación de cumplimiento de especificaciones técnicas de sus equipos en base a las Recomendaciones Internacionales de la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño o por un organismo acreditado en el país de origen para dicho efecto.

Los procedimientos de evaluación base para certificar los equipos de medición a ser utilizados y los requerimientos técnicos a cumplir por los equipos se establecen en las siguientes Recomendaciones Internacionales OIML: R 23, R 55, y R 88.

Las Organizaciones Operadoras debe solicitar al fabricante de los equipos y presentar ante la autoridad competente el certificado de su exactitud y de su incertidumbre; certificación que debe estar avalada o emitida por un organismo acreditado.

La autoridad competente podrá, en cualquier momento, verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por las organizaciones operadoras, sobre el cumplimiento de lo establecido en esta norma, así como el adecuado funcionamiento de los equipos.

Con excepción de la inspección visual del vehículo y la detección de holguras, todas las pruebas de revisión deben ser automáticas, computarizadas e íntegramente realizadas por equipo mecatrónica. Los resultados deben ser instantáneamente procesados por una central computarizada, en función de las mediciones efectuadas por cada uno de los equipos de la línea. El centro deberá disponer de los adecuados niveles de seguridad, que impidan la alteración o manipulación de los resultados de una o de varias revisiones.

Los resultados de la inspección visual y de holguras, así como la identificación del vehículo serán documentados electrónicamente a través de terminales de computadora convenientemente dispuestos en la línea de revisión.

Los resultados totales de la revisión no deben ser conocidos por el propietario del vehículo ni tampoco por ninguno de los miembros del personal de los centros hasta finalizada la revisión integral del automotor.

La identificación del vehículo y el control legal del mismo deben ser realizados exclusivamente por un representante de la autoridad de tránsito competente o su delegado.

Los certificados de revisión vehicular y todos los resultados, incluidos los de las inspecciones visuales, deben ser automáticamente impresos en un formulario diseñado y provisto a los Centros por la autoridad competente. Cualquier rasgo caligráfico, tachón, borrón o alteración presente en el certificado de revisión lo invalidará.

#### MÉTODO DE ENSAYO

Equipamiento.

Con excepción del equipo descrito en el numeral 5.1.1.13, todas las líneas de inspección de los Centros de Revisión y Control Vehicular deben contar al menos con el siguiente equipamiento:

5.1.1.1 Banco de pruebas para deriva dinámica (*Side Slip Tester*), con las siguientes características:

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Tipo	Automática, de placa metálica deslizante y empotrada a ras del piso
Rango mínimo de medición	De -15 a +15 m. km <sup>-1</sup>
Velocidad aproximada de paso	4 km.h <sup>-1</sup>
Capacidad mínima portante	1 500 kg para vehículos livianos 8 000 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1 m.km <sup>-1</sup>

5.1.1.2 Banco de pruebas para suspensiones, que debe medir automáticamente al menos la eficiencia de las suspensiones delantera y posterior en porcentaje y la amplitud máxima de oscilación en resonancia de cada una de las ruedas, en milímetros, con las siguientes características (exceptuando las líneas para vehículos pesados):

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Tipo	De doble placa oscilante y empotrada a ras del piso, de amplitud y frecuencia de oscilación variables automáticas
Ancho de vía del vehículo	850 mm mínimo interno 2 000 mm máximo externo
Capacidad portante mínima	1 500 kg por eje
Valor de una división de escala (resolución)	1% en la eficiencia; 1 mm en la amplitud

5.1.1.3 Banco de pruebas para frenos, que permita medir automáticamente la eficiencia total de frenado en porcentaje (servicio y parqueo), desequilibrio dinámico de frenado entre las ruedas de un mismo eje en porcentaje, ovalización de tambores de freno, pandeo de discos de freno y fuerza de frenado en cada rueda en daN inclusive realizar pruebas a vehículos equipados con sistemas anti bloqueo (ABS)\*, sistemas de

transmisión permanente a las 4 ruedas, con caja de velocidades manual, automática o semiautomática; adicionalmente deberá contar con implementos que permitan verificar a vehículos de dos y tres ruedas. El equipo deberá cumplir con las siguientes características técnicas:

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Tipo de Frenómetro	De rodillos con superficie antideslizante, empotrado a ras del piso y para la prueba de un eje por vez
Coefficiente mínimo de fricción ( $\mu$ )	0,8 en seco o en mojado
Carga mínima de absorción sobre rodillos	3.000 kg para vehículos livianos 7.500 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1% en eficiencia y desequilibrio; 0,1 daN en fuerza de frenado.
Dispositivos de seguridad	Parada automática en caso de bloqueo de ruedas. Puesta a cero automáticos antes de cada prueba.

\* ABS: Antilock Breaking System (Sistema Antibloqueo de Frenos)

5.1.1.4 Sistema *automático de monitoreo del vehículo en la línea*, para plantas fijas.

5.1.1.5 Torre *de inflado de llantas*, con manómetro incorporado, que permita la determinación de la presión en la cámara del neumático con una resolución de 3,45 Pa (0,5 psi).

5.1.1.6 Dispositivo *automático de pesaje del vehículo*, en línea con los sistemas de pruebas de frenos y suspensiones. Este equipo puede estar incorporado al banco de pruebas de suspensiones o de frenado.

5.1.1.7 Detector *de profundidad de labrado de neumáticos*, con una resolución de 0,1 mm.

5.1.1.8 Luxómetro *con regloscopio autoalineante de eje vertical y horizontal*, con las siguientes características técnicas:

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de medición	De 0 a mínimo 250 000 candelas ( $2,69 \times 10^6$ lux )
Alineación con el eje del vehículo	Automática

5.1.1.9 Banco *detector de holguras*, empotrado sobre una fosa iluminada o un elevador, con las siguientes características técnicas.

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Tipo de banco	De dos placas, con movimientos longitudinales y transversales, iguales y contrarios. Accionamiento de placas con control remoto. Estará empotrado en el pavimento sobre la fosa o se incorporará al elevador.
Capacidad portante	1 000 kg por placa para vehículos livianos. 3 500 kg por placa para vehículos pesados.
Iluminación para detección visual	Lámpara halógena de alta potencia, regulable.

5.1.1.10 Analizador *de gases*: Analizador de 4 gases, con capacidad de actualización a 5 gases mediante la habilitación del canal de NOx, con las siguientes características técnicas:

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO	
Características generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la concentración en volumen de CO, CO <sub>2</sub> , HC's y O <sub>2</sub> , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1) / ISO 3930 y la NTE INEN 2 203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la velocidad de giro del motor en RPM, factor lambda (calculado mediante la fórmula de Bret Shneider) y temperatura de aceite. La captación de RPM no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS, bobina independiente, descarga capacitiva u otro.	
Rangos de medición	Variable	Rango de medición
	Monóxido de carbono (CO)	0 - 10%
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0 - 16%
	Oxígeno (O <sub>2</sub> )	0 - 21%
	Hidrocarburos no combustionados	0 – 5 000 ppm
	Velocidad de giro del motor	0 – 10 000 rpm
	Temperatura de aceite	0 – 150 °C
	Factor lambda	0 - 2
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5 - 40 °C
	Humedad relativa	0 - 90%
	Altitud	Hasta 3 000 msnm
	Presión	500 – 760 mm Hg

Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.

5.1.1.11 Opacímetro *de flujo parcial*, con las siguientes características técnicas:

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO	
Características Generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la opacidad del humo emitido por el tubo de escape de vehículos equipados con motores de ciclo Diésel. Cumplirán con la Norma Técnica ISO 11614, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición de la velocidad de giro del motor en rpm y temperatura de aceite, para cualquier tipo de configuración del motor, sistema de alimentación de combustible y diámetro de cañería.	
Mediciones y resolución	0 - 100% de opacidad y Factor K de 0 –9 999 ( $\infty$ ) m <sup>-1</sup>	1% de resolución 0,01 m <sup>-1</sup>
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5 - 40 °C
	Humedad relativa	0 - 90%
	Altitud	Hasta 3 000 msnm
	Presión	500 - 760 mm Hg
Ajuste	Automático, mediante filtros certificados. (material de referencia certificada)	
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible, a ser insertada en la parte final del tubo de escape.	

5.1.1.12 Sonómetro *integral ponderado*, con las siguientes características técnicas:

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Características generales,	Filtros de ponderación requeridos Tipo “A” que cumpla con la Recomendación Internacional de la OIML R 88. Lo que será demostrado mediante certificación del fabricante
Rango de frecuencia	20 – 10 000 Hz
Rango de medición	35 – 130 dB.
Valor de una división de escala (resolución)	0,1 dB.

5.1.1.13 Velocímetro, tacógrafo y cuenta kilómetros, para la verificación de taxímetros en los vehículos de uso público, con las siguientes características técnicas:

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Características Generales	Banco de rodillos con superficie antideslizante, con un coeficiente de fricción ( $\mu$ ) mínimo en seco o en mojado de 0,8. Para un solo eje.
Capacidad portante	1 500 kg.
Variables que deben ser determinadas automáticamente por el equipo	Velocidad del vehículo y distancia total recorrida por los neumáticos en kilómetros.
Valor de una división de escala (resolución)	1 km.h <sup>-1</sup> ; 0,001 km

5.1.2 Todos los equipos deben estar instalados en línea, de manera que los vehículos puedan ser revisados en forma secuencial y continua.

5.1.3 Los equipos deben tener protección contra la alteración voluntaria o involuntaria de resultados.

## 5.2 Ajuste.

5.2.1 El ajuste del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente los procedimientos y frecuencias especificados por el fabricante de los equipos.

5.2.2 Los equipos deben ser ajustados al menos luego de cada mantenimiento correctivo.

## 5.3 Procedimiento de revisión.

5.3.1 Antes de realizar las pruebas, se deben efectuar las siguientes tareas:

5.3.1.1 Precalentar y estabilizar todos los equipos.

5.3.1.2 Verificar la comunicación entre los módulos de la línea de revisión y el servidor central de procesos.

5.3.1.3 Limpiar todas las superficies de contacto, poniendo especial énfasis en eliminar residuos de grasa, lubricantes, agua o cualquier otro material que pueda producir deslizamientos no deseados.

5.3.2 La revisión técnica vehicular debe ser completamente documentada, mediante el formato de Certificado de Revisión definido por la autoridad competente, en función de los siguientes aspectos:

5.3.2.1 *Identificación del vehículo:*

Verificar la autenticidad de la documentación habilitante del vehículo y su correspondencia con el número de motor y/o chasis o el VIN, según corresponda.

Verificar el número de las placas del vehículo y su correspondencia con la documentación habilitante.

Verificar el certificado de revisión técnica vehicular y el adhesivo anterior correspondiente (exceptuando vehículos nuevos).

Verificar la correspondencia del color, marca y modelo del vehículo con los descritos en la documentación habilitante.

Ingresar la información de identificación del vehículo al sistema informático desde el terminal apropiado.

#### *5.3.2.2 Inspección visual:*

Esta revisión se debe realizar tomando en cuenta el tipo de vehículo y su configuración original, aplicando los temas de revisión en cada caso según corresponda.

Para todos los vehículos con carrocería de habitáculo o carga se debe revisar la existencia de óxidos o fisuras en los siguientes elementos estructurales:

Pilares y puertas.

Marcos de parabrisas.

Anclajes y soportes de bisagras de puertas, compuertas y capot.

Para los vehículos con menos de 4 ruedas, se debe revisar la integridad de los elementos estructurales del chasis del vehículo.

ch) Se debe revisar la no existencia de aristas vivas o materiales sobresalientes a la carrocería y que puedan poner en riesgo a sus ocupantes o a las demás personas.

En vehículos de más de tres ruedas, se debe revisar la existencia de parachoques anterior y posterior, así como su correcto anclaje y sujeción.

En aquellos vehículos que los posean, se debe revisar que los acoples frontales y posteriores tales como tecele eléctrico, barra de tiro, gancho, tomas eléctricas, bolas de acople para remolque, etc. no sobresalgan de los parachoques ni obstruyan la visibilidad de placas y/o luces.

En automotores de más de tres ruedas, se debe revisar la existencia de todos los vidrios del vehículo y su integridad.

En los vehículos de uso público, se debe revisar la correcta apertura y cierre de todos los vidrios laterales.

Comprobar la perfecta visibilidad del conductor del vehículo.

Revisar la no existencia de vidrios polarizados no autorizados.

Revisar la existencia e integridad de los dos espejos retrovisores laterales externos del vehículo.

En vehículos de más de tres ruedas, se debe revisar la existencia del espejo retrovisor central interno a excepción de aquellos en los que, debido a sus características funcionales, no sea posible la visibilidad desde el interior hacia la parte posterior del vehículo.

Comprobar la perfecta visibilidad del conductor a través de los retrovisores.

ll) Revisar el correcto anclaje y sujeción de los asientos.

Revisar el correcto anclaje, sujeción y funcionamiento de los cinturones de seguridad.

En aquellos asientos que posean espaldar con porta-cabezas, revisar que estos se encuentren instalados y firmemente sujetos.

ñ) En vehículos automotores comprobar la existencia de pito o bocina.

En automotores de más de tres ruedas, revisar la existencia y correcto funcionamiento de los limpiaparabrisas según corresponda.

Revisar la existencia, colores y correcto funcionamiento de las luces de posición, de guía, de freno, direccionales, intermitentes de parqueo, de reversa; ésta última no se revisará en los vehículos de menos de cuatro ruedas.

Para los vehículos de más de 9 pasajeros, vehículos y unidades de carga, además de lo indicado en el literal p) la existencia y correcto funcionamiento de las luces de volumen.

En los vehículos de más de 9 pasajeros, se debe revisar la existencia de los adhesivos reflectantes reglamentarios.

Revisar la existencia y correcto cierre de las tapas del combustible.

En los vehículos de uso público, se debe revisar la uniformidad y correcta instalación de la cubierta del piso, la misma que debe ser de un material antideslizante y sin orificios, salientes o aristas vivas.

En vehículos de uso público revisar además los requisitos específicos establecidos por la autoridad competente, para obtener la habilitación operacional.

Para los vehículos equipados con sistemas de combustible GLP, se debe verificar el cumplimiento de las NTE INEN 2310 y 2311 y las que correspondan para el caso de vehículos equipados con sistemas de combustible GNC.

Se debe revisar las siguientes reformas a la constitución original del vehículo:

Sustitución del motor por otro de distinta marca y/o tipo.

Modificación del motor que produzca una variación de sus características mecánicas o termodinámicas, que den lugar a considerar al vehículo como de otro tipo.

Cambio de ubicación del motor.

Modificación del sistema de alimentación de combustible para sustituir el que normalmente se emplea en el vehículo por otro de diferentes características, o para utilizar uno y otro indistintamente.

Cambio o modificación del sistema de frenos.

Incorporación o eliminación de freno motor.

Sustitución de caja de velocidades, sincrónica por automática o semiautomática y viceversa. Sustitución de la caja de velocidades por otra caja de distinto número de velocidades.

Adaptaciones para la utilización por personas discapacitadas o de autoescuelas con modificación de mandos y/o elementos que afecten a la seguridad.

Modificación del sistema de dirección.

Montaje de separadores o ruedas de especificaciones distintas a las originales.

Sustitución de los neumáticos por otros que no cumplan los siguientes criterios de equivalencia respecto de los originalmente recomendados por el fabricante del automotor:

Índice de capacidad de carga.

Índice de categoría de velocidad.

Diámetro exterior. - Perfil y ancho de neumáticos según el tipo de aro.

Montaje de ejes supletorios o sustitución de ejes "Tándem" por "Tricen" o viceversa.

Sustitución total o parcial del chasis o de la estructura autoportante, especialmente cuando la parte sustituida sea la que lleva grabado el número del chasis o VIN.

Reformas del chasis o de la estructura autoportante, cuando origine modificación en sus dimensiones o en sus características mecánicas, o sustitución total de la carrocería por otra de características diferentes.

Modificaciones de distancia entre ejes o de voladizos.

Aumento del Peso Bruto Vehicular (PBA).

w.17) Variación del número de asientos.

w.18) Transformación de un vehículo para el transporte de personas en vehículo para transporte de carga o viceversa.

w.19) Transformación de un camión de carga a camión de volteo (volquete), camión cisterna, camión isoterma o frigorífico, camión grúa o wincha, tractocamión, camión hormigonero, porta vehículos o autobús.

w.20) Transformación a vehículo blindado.

w.21) Modificación de las dimensiones exteriores de un vehículo, de su elevación o de su emplazamiento.

w.22) Transformaciones que afecten a la resistencia de las carrocerías o a su acondicionamiento interior, tales como ambulancia, funerario, canastilla, bomberos, etc.

w.23) Incorporación de elevadores hidráulicos o eléctricos para carga.

w.24) Modificaciones del techo (integral, convertible).

w.25) Sustitución del volante original por otro de dimensiones menores.

w.26) Uso de conjuntos funcionales adaptables (kits) que simplifiquen una de las reformas antes citadas.

Se debe revisar el tablero del vehículo, atendiendo a los siguientes aspectos, en función de la configuración original de fábrica del vehículo:

Existencia y funcionamiento de luces indicadoras de carga a la batería, presión de aceite, temperatura del refrigerante y direccionales.

Existencia y funcionamiento de velocímetro y medidor del nivel de combustible.

Existencia y funcionamiento del sistema de iluminación nocturna del tablero.

En los vehículos de más de tres ruedas, se debe revisar el juego del volante y verificar en cuál de los siguientes rangos se encuentra:

1° - 45 °.

46° - 59°.

60° en adelante

En vehículos motorizados de más de 3 ruedas revisar y documentar la existencia de:

Llanta de emergencia;

Gata;

Llave de ruedas;

Triángulos refractivos;

Botiquín; y

Extintor de incendios

*5.3.2.3 Prueba de deriva dinámica:*

Esta prueba se aplica solo a vehículos de más de tres ruedas.

Se debe verificar que la presión de inflado de los neumáticos del vehículo sea la recomendada por el fabricante de los mismos y que se encuentra impresa en la cara externa de estos.

El vehículo, iniciará la revisión haciendo pasar uno de sus neumáticos delanteros por sobre la placa móvil, a la velocidad indicada por el fabricante del equipo.

El resultado se debe expresar en m. Km<sup>-1</sup>.

#### 5.3.2.4 Prueba *de suspensiones*:

Esta prueba se aplica solo a vehículos de más de tres ruedas y con un peso neto inferior a los 3 500 kg.

El vehículo debe posicionarse sobre las placas vibradoras eje por eje, la prueba no debe iniciarse antes de que el eje a revisar se encuentre en la posición indicada por el fabricante del equipo y el automotor haya sido correctamente asegurado.

Se debe documentar la eficiencia porcentual de las suspensiones frontal y posterior.

#### 5.3.2.5 Prueba *de frenado*:

Esta prueba se aplica a todos los vehículos.

El vehículo debe posicionarse sobre los rodillos giratorios eje por eje, la prueba no debe iniciarse antes de que el eje a revisar se encuentre en la posición indicada por el fabricante del equipo y el vehículo haya sido correctamente asegurado.

Se debe documentar la eficiencia total de frenado y el desequilibrio del frenado de las ruedas de un mismo eje, en porcentaje.

#### 5.3.2.6 Prueba *de luces*:

a) En todos los vehículos se debe revisar y documentar la intensidad luminosa y la alineación vertical y horizontal de las luces frontales de carretera y de cruce mediante el luxómetro y regloscopio autoalineante.

#### 5.3.2.7 Prueba *de holguras*

Esta prueba se debe aplicar solo a vehículos de más de tres ruedas.

Se debe conducir el vehículo hasta el banco detector de holguras, posicionando sus ruedas de dirección sobre las placas móviles, de acuerdo con las indicaciones del fabricante del equipo y asegurando el vehículo en esa ubicación.

Si el equipo está montado sobre un elevador en lugar de una fosa, se procederá a su elevación, hasta que el borde inferior de la carrocería se encuentre por sobre la cabeza del técnico revisor.

Las placas deben ser accionadas por el técnico revisor desde la fosa o en la parte inferior del elevador del vehículo y con la ayuda de la lámpara halógena se revisarán y, de ser encontradas, se documentarán las siguientes observaciones:

Ejes y/o brazos delanteros y posteriores con deformaciones, fisuras, roturas, soldaduras defectuosas y huellas de sobrecalentamiento.

Defectos en la fijación al chasis o a la carrocería.

Guardapolvos inexistentes o con:

- Ruptura de la goma exterior de protección. - Desgaste excesivo de las juntas interiores y pérdida de rigidez.

d.4) Juegos excesivos en todas las uniones.

d.5) Rodamientos rotos o defectuosos.

d.6) Ballestas con:

Bujes rotos, deformados o con juego excesivo.

Hojas rotas, deformadas o reparadas.

Abrazaderas flojas.

Pernos y tornillos flojos o aislados.

Soportes agrietados, deformados o rotos.

Juegos sobre los ejes.

Arandelas de seguridad muy desgastadas. - Topes de ballestas inexistentes o en mal estado.

d.7) Muelles o resortes helicoidales con:

Roturas, fisuras o deformaciones.

Soportes y anclajes flojos o en mal estado.

Topes inexistentes o en mal estado.

Juegos sobre los ejes.

Pernos y tornillos flojos o aislados. - Soportes agrietados, deformados o rotos.

Suspensiones neumáticas o hidráulicas con fugas, deformaciones, accionamientos incorrectos, juegos excesivos, anclajes o sujeciones defectuosos.

Amortiguadores con:

Fijación incorrecta o floja.

Fugas de aceite.

Deformaciones, golpes, roturas o fisuras.

Soldaduras. - Funcionamiento incorrecto.

d.10) Bielas, barras de torsión y triángulos de suspensión con:

Incorrecta fijación al chasis o carrocería.

Deformaciones, fisuras, roturas o soldaduras.

Ejes de giro defectuosos o trabados. - Rótulas de suspensión defectuosas o con juego excesivo.

d.11) Sujeción de la carrocería al chasis defectuosa o insuficiente.

d.12) Fondo bajo de la carrocería con:

Deformaciones o roturas.

Golpes o aplastamientos.

Corrosión o deterioro.

Reparaciones por soldadura mal realizadas.

Sobrecalentamiento como resultado de enderezamientos. - Orificios en las alas de los largueros.

Fugas en los depósitos de aceite y agua.

Fugas en bombas y compresores.

Sistema de transmisión con:

Fisuras, roturas, soldaduras o deformaciones en cualquiera de los elementos.

Juegos excesivos.

Alineación imperfecta de árboles - Desgaste en rodamientos de crucetas.

Deformación del árbol.

Desgaste de entalladuras encastes (estriados corredizos).

Fijación defectuosa de soportes al chasis. - Semiejes con juegos o deteriorados.

d.16) Sistema de escape libre, alterado, roto o que incumpla con las disposiciones legales vigentes.

#### *5.3.2.8 Comprobación de desgaste de neumáticos:*

Esta prueba se debe realizar en todos los vehículos.

Con la ayuda del detector de profundidad de labrado, se debe revisar la profundidad del surco de más desgaste de todos y cada uno de los neumáticos del vehículo.

Se documentará la menor de las profundidades leídas.

#### *5.3.2.9 Prueba de ruido:*

Esta prueba se debe realizar en todos los automotores.

El sonómetro debe estar ubicado junto a la línea de revisión, siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto a la altura y la distancia respecto de la trayectoria vehicular, al ángulo respecto a la horizontal y a los aditamentos requeridos para una adecuada medición.

Se documentará el Nivel de Presión Sonora equivalente (NPSeq) en decibeles (dB), producido por el vehículo durante su paso por la línea de revisión.

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2202:1999 *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Opacidad de Emisiones de escape de Motores de Diesel Mediante la Prueba Estática. Método de aceleración Libre.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203:1999 *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o "Ralentí" para Motores a Gasolina*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:1998 *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2205:1999 *Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207:1998 *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diésel*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2310:2000 *Vehículos Automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/ Gasolina o solo de GLP en motores de combustión interna. Requisitos.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2311:2000 *Aire. Vehículos Automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación solo de gasolina por carburación dual GLP Gasolina o solo de GLP. Requisitos*
- Norma ISO 3930 *Road vehicles – Measurement methods for exhaust gas emissions produced during inspection or maintenance.*
- Norma ISO 11614 *Reciprocating internal combustion compressioignition engines. Apparatus for measurement the opacity and for determinaion of the light absorption coefficient of exhaust gas*
- International Recommendation OIML R 23 *Tyre pressure gauges for motor vehicles.*
- International Recommendation OIML R55 *Speedometers, mechanical adometers and chronotachographs for motor vehicles. Metrological regulations.*
- International Recommendation OIML R 88 *Integrating-averaging sound level meters.*
- International Recommendation OIML R 99 *Instruments for measuring vehicle exhaust emissions*
- Registro Oficial No. 1 002 del 2 de agosto de 1996 *Ley de Tránsito y transporte Terrestres*
- Suplemento del Registro Oficial No. 118 *Reglamento General para la aplicación de la del 28 de enero del 1997 Ley de Tránsito y Transportes Terrestres*

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

Manual de procedimientos de Verificación Técnica de Vehículos. Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Buenos Aires, 1999.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TITULO: REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR. Código: NTE INEN 2 349 PROCEDIMIENTOS. MC 08.09-301 ORIGINAL: REVISIÓN:

Fecha de iniciación del estudio: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2002-04-12

Oficialización con el Carácter de  
por Acuerdo No. de  
publicado en el Registro Oficial No.

Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de

Subcomité Técnico: REVISIÓN VEHICULAR

Fecha de iniciación: 2002-04-30

Fecha de aprobación: 2002-06-11 Integrantes del Subcomité

Técnico:

#### NOMBRES:

Sr. Clemente Ponce (Presidente)  
Sr. Ernesto Timpa  
Ing. Paúl Hattle  
Sr. Pablo Viteri Burbano  
Ing. Vladimir González  
Ing. Roberto Custode Pasquel Ing. Iván Paredes Ing.  
Juan Bermeo P.  
Ing. Hernán Calisto  
Dr. Jorge Oviedo  
Tnte. Juan Zapata  
Sr. Alberto Buendía  
Arq. Julio César Jiménez Ing. Diego Miño  
Sr. Patricio Sarabia F.  
Ing. Alexis Ortiz Ayala  
Sr. Antonio Barahona  
Ing. Arturo Arévalo (Secretario Técnico)

#### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

AEADI  
CAMARA DE INDUSTRIALES DE  
PICHINCHA  
EMSAT  
EMSAT  
FUNDACIÓN NATURA FUNDACIÓN  
NATURA  
CINAE  
CINAE  
CONSULTOR FUNDACIÓN NATURA  
CORPORACIÓN REVISIÓN  
VEHICULAR  
DIRECCIÓN NACIONAL DE  
TRÁNSITO  
CONSEJO NACIONAL DE TRÁNSITO  
CONSEJO NACIONAL DE TRÁNSITO  
DIRECCIÓN NACIONAL DE  
TRÁNSITO  
POLICIA NACIONAL (CNT)  
CIMEPI  
COBATOSI/CASA BACA-SERVICIOS  
INEN

Otros

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión del 20-02-10-22

12-26

Oficializada como: Voluntaria  
Registro Oficial No. 745 del 2003-01-15

Por Acuerdo Ministerial No. 02-506 del 2002-

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815

Dirección General: [E-Mail: furresta@inen.gov.ec](mailto:furresta@inen.gov.ec)

Área Técnica de Normalización: [E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)

Área Técnica de Certificación: [E-Mail: certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)

Área Técnica de Verificación: [E-Mail: verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)

Área Técnica de Servicios Tecnológicos: [E-Mail: inencati@inen.gov.ec](mailto:inencati@inen.gov.ec)

Regional Guayas: [E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)

Regional Azuay: [E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)

Regional Chimborazo: [E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)

URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

## **Anexo B**

*Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000 Gestión Ambiental. Aire.*

*VehiculosAutomotores. Determinación de la concentraci;on de emisiones de Escape en condiciones de marcha mínima o Ralentí. Prueba Estática.*



# **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA    NTE INEN 2 203:2000**

---

---

**GESTIÓN AMBIENTAL.            AIRE.            VEHÍCULOS  
AUTOMOTORES.            DETERMINACIÓN DE LA  
CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN  
CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O “RALENTI”.  
PRUEBA ESTÁTICA.**

**Primera Edición**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. DETERMINATION OF CONCENTRATION OF EXHAUST EMISSIONS IN MINIMUM SPEED CONDITIONS OR RALENTI STATIC TEST.

## 1. OBJETO

**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 "ralentí".

## 2. ALCANCE

**2.1** Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es gasolina.

## 3. DEFINICIONES

**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:

**3.1.1** *Aislamiento electromagnético.* Característica del equipo de medición que impide la alteración en sus lecturas por causa de radiaciones electromagnéticas externas.

**3.1.2** *Calibración de un equipo de medición.* Operación destinada a llevar un instrumento de medida al estado de funcionamiento especificado por el fabricante para su utilización.

**3.1.3** *Motor de encendido por chispa.* Es aquel en el cual la reacción de la mezcla aire/combustible se produce a partir de un punto caliente, generalmente una chispa eléctrica.

**3.1.4** *Gas patrón.* 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.

**3.1.5** *Autocalibración.* 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.

**3.1.6** *Exactitud.* Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

**3.1.7** *Repetibilidad.* Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.

**3.1.8** *Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo.* 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.

**3.1.9** *Tiempo de respuesta del equipo de medición.* Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.

**3.1.10** *Sonda de prueba.* Tubo o manguera que se introduce a la salida del sistema de escape del vehículo automotor para tomar una muestra de las emisiones.

## 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 "ralentí", 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.

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

### **5.3 Calibración**

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.

**5.3.1** El equipo se debe calibrar luego de cada mantenimiento correctivo.

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

**5.3.3** 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 "ralentí".

**5.4.2.2** Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o "ralentí", 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.

## **5.4 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 substancia 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 "ralentí".

**5.4.2.2** Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o "ralentí", 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.

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:1998 *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores.*

*Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.*  
*Norma ISO 6145-1:86 Gas Analysis Preparation of Calibration Gas Mixtures.*  
*Dynamic Volumetric Methods - Part 1 - Methods of Calibration.*  
*International Recommendation OIML R 99. Instruments for measuring vehicle exhaust emissions.*  
*International Organization of Legal Metrology.*

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica colombiana ICONTEC 4230. *Gestión ambiental. Aire. Determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o "ralentí".* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1997.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TITULO: GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS Código:  
NTE INEN 2 203 AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA MC 08.06-302  
CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN CONDICIONES DE  
MARCHA MÍNIMA O "RALENTI". PRUEBA ESTÁTICA.

ORIGIN Fecha de iniciación del estudio: 1998-	REVISI Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de  Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de a

Comité Interno del INEN: GESTION AMBIENTAL

Fecha de iniciación: 1998-06-12

Fecha de aprobación: 1998-06-17 Integrantes del Comité

Interno del INEN:

#### NOMBRES:

Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)  
Ing. Enrique Troya  
Sr. Guido Reyes  
  
Sr. Arturo Arévalo  
Ing. Marco Narváez  
Ing. Fernando Hidalgo (Secretario  
Técnico)

#### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

SUBDIRECTOR TÉCNICO  
DIRECTOR DE PROTECCIÓN AL  
CONSUMIDOR  
DIRECTOR DE DESARROLLO Y  
CERTIFICACIÓN DE  
CALIDAD  
DIRECTOR DE ASEGURAMIENTO  
METROLÓGICO  
DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN FÍSICA  
DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

Subcomité Técnico: GESTIÓN AMBIENTAL

Fecha de iniciación: 1998-09-24

Fecha de aprobación: 1999-02-25 Integrantes del

Subcomité Técnico:

<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>
Ing. Jorge Jurado (Presidente)	MUNICIPIO METROPOLITANO DE QUITO
Ing. Pablo Ubidia	CINAE - AEADI
Ing. Jorge Medina Ing.	CONUEP/ING. QUÍMICA (U.C.)
Julio Salazar C. Ing.	PETROINDUSTRIAL
Eduardo Espín	MIDUVI/SSA
Ing. Jorge Mantilla	CNNT
Ing. Ritha Burbano	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS
Tlgo. Mauricio Barros B.	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Ing. Kléver Chávez Ing.	(CUENCA)
Jorge Álvarez Myr.	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Henry Aulestia C.	MUNICIPIO METROPOLITANO DE QUITO
Myr. Carlos Naveda	COMISIÓN DE TRANSITO DEL GUAYAS
Ing. Marco Oleas	COMISIÓN DE TRANSITO DEL GUAYAS
Ing. Lucía Montenegro	GENERAL MOTORS - OMNIBUS BB
Ing. Mauro González	FACULTAD DE ING. QUÍMICA (E.P.N)
Sr. Suck Jun Yun Kim	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS
Ing. Pablo Durango	AUTOMOTORES HINO
Ing. Edwin Tamayo	COLEGIO DE INGENIEROS QUÍMICOS DE
	PICHINCHA
	COLEGIO DE INGENIEROS MECÁNICOS DE
	PICHINCHA

Ing. Fernando Hidalgo (Secretario Técnico) INEN

Otros trámites: ♦<sup>6</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 03 612 de 2003-12-22, publicado en el Registro Oficial No. 248 del 2004-01-09

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2000-03-23

Oficializada como: Obligatoria Por Acuerdo Ministerial No. 2000373 de 2000-07-03  
Registro Oficial No. 115 de 2000-07-07

---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: [E-Mail:furresta@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:furresta@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: [E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: [E-Mail:certificacion@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: [E-Mail:verificacion@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: [E-Mail:inencati@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:inencati@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: [E-Mail:inenguavas@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:inenguavas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: [E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: [E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

## **Anexo C**

*Norma NTE INEN 2204 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina.*



### **NORMA NTE INEN 2204**

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

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

# GESTIÓN AMBIENTAL AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN 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 emplean gasolina.

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

Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilizan 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, vehículos motorizados clásicos, vehículos de competencia deportiva, 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 2203, *Medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna*

### 3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

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

#### **3.1**

año modelo

Año de producción del modelo de la fuente móvil.

#### 3.2

##### **ciclo**

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

#### **3.3**

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, los ciclos que se aplican son los siguientes:

##### **3.3.1**

ciclo ECE + EUDC

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

##### **3.3.2 ciclo FTP-75**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

#### **3.4**

dinamómetro

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

### **3.5**

emisión de escape

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

### **3.6 fuente móvil**

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.

### **3.7**

marcha mínima o ralentí

Especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1100 r.p.m.

### **3.8**

motor

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

### **3.9**

#### **peso bruto vehicular (PBV)**

Peso total del vehículo, definido como la suma total del peso en vacío (tara) más la carga técnicamente admisible declarada por el fabricante.

### **3.10 peso de vehículo en vacío (tara)**

Valor nominal del peso del vehículo, según lo indicado por el fabricante, incluyendo todo el equipo estándar que requiere para su funcionamiento normal (por ejemplo, extintor de

fuego, herramientas, rueda de emergencia, etc.), además de refrigerante, aceites, el tanque de combustible con su capacidad a la mitad.

### **3.11 peso de referencia (PR)**

Peso del vehículo en marcha aumentado con un peso fijo de 120 kg. El peso del vehículo en marcha será el correspondiente al peso total en vacío con todos los depósitos llenos, salvo el del combustible, que estará solo a la mitad de su capacidad, un juego de herramientas y la rueda de repuesto.

### **3.12**

prueba dinámica

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

### **3.13**

#### **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 electro ventilador, esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

### **3.14**

#### **vehículo automotor**

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

### **3.15**

#### **vehículo prototipo**

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

### **3.16**

#### **categoría M**

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

### 3.17 categoría N

Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancías.

#### 3.17.1 subcategoría N1

Vehículos motorizados cuyo PBV no exceda de 3500 kg.

NOTA. En lo que respecta a la relación entre el peso de referencia del vehículo y la inercia equivalente que ha de emplearse, conviene conformar las definiciones de los pesos de los vehículos de las clases I, II y III de la categoría N1 con las de la Directiva 96/44/CE.

## 4. REQUISITOS

4.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la Tabla 1.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Año modelo	% CO <sup>a</sup>		ppm HC <sup>a</sup>	
	0 1500 <sup>b</sup>	- 3000 <sup>b</sup>	1500 1500 <sup>b</sup>	- 3000 <sup>b</sup>
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	1000	1200

<sup>a</sup> Volumen  
<sup>b</sup> Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

4.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)

Toda fuente móvil que emplea gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NOx), en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 2.

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)

a	Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años <sup>a</sup>			
		CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi
	Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	-	0,31	0,6
	LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	-	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
	LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	-	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
	HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4	0,32	-	0,7	6,4	0,80	0,46	0,98
	HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	-	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53

<sup>a</sup> Vida útil 120,000 millas/11 años para todos los estándares HLDT, THC y LDT.

Abreviaturas:  
 PBV Peso bruto vehicular  
 LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs)  
 ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV)  
 LDT Camión ligero  
 LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV)  
 HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV)

4.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)

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 3.

TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)

Categoría	Clase	Peso de referencia (PR) kg	CO g/km	HC g/km	HC + NOx g/km	NOx	Ciclo de prueba
M <sup>a</sup>	-	Todas	2,3	0,2	-	0,15	ECE + EUDC (también conocido como MVEG-A)
N1 <sup>b</sup>	I	PR ≤ 1 305	2,3	0,2	-	0,15	
	II	1 350 < PR ≤ 1 760	4,17	0,25	-	0,18	
	III	1 760 < PR	5,22	0,29	-	0,21	
<sup>a</sup> Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg. <sup>b</sup> Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.							

## 5. MÉTODOS DE ENSAYO

Para la determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, seguir el procedimiento descrito en NTE INEN 2203.

### BIBLIOGRAFÍA

NTE INEN 2656, Clasificación vehicular

EURO III: Community Directive (Directive 98/96), Dir 70/220/EEC as amended by Dir 98/96/EC and 2003/96/EC, Directive 70/220/CEE

EPA Tier 1 Emission Standards for Passenger Cars and Light-Duty Trucks, FTP 75, g/mi; US: Light-duty: Emissions, disponible en: [http://transportpolicy.net/index.php?title=US:\\_Lightduty:\\_Emissions#Regulatory\\_Documents](http://transportpolicy.net/index.php?title=US:_Lightduty:_Emissions#Regulatory_Documents), consultado el 2016-12-16.

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

## FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TÍTULO: **GESTIÓN AMBIENTAL.**  
**AIRE. VEHÍCULOS Código ICS:**

NTE INEN 2204 AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES  
13.040.50 Segunda revisión PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE  
EMPLEAN GASOLINA

ORIGINAL:	REVISIÓN:
Fecha de iniciación del estudio: Directivo 2002-04-17	Fecha de aprobación por Consejo
Oficialización con el Carácter de Obligatoria No. 02 368 de 2002-09-18	por Acuerdo Ministerial

publicado en el Registro Oficial No. 673 de 2002-09-30

Fecha de iniciación del estudio: 2016-11-14

Fechas de consulta pública: Del 2016-12-01 al 2016-12-16

Comité Interno  
Fecha de iniciación: 2016-12-16 Integrantes del Comité:  
Fecha de aprobación: 2016-12-16

### **NOMBRES:**

BQF. Elena Larrea (Presidenta)  
Ing. Juan Burneo  
  
Ing. Evelyn Vasco  
Ing. Luis Costta  
Ing. Ximena Llano  
  
Dr. Hugo Ayala  
  
Ing. Eduardo Quintana  
  
Ing. Luis Silva (Secretario Técnico)

### **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

INEN – DIRECCIÓN EJECUTIVA  
INEN – DIRECCIÓN DE  
REGLAMENTACIÓN  
INEN – DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INEN – DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INEN – DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN  
Y CERTIFICACIÓN  
INEN – DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN  
Y CERTIFICACIÓN  
INEN – DIRECCIÓN DE  
NORMALIZACIÓN  
INEN – DIRECCIÓN DE  
NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2204:2017 (Segunda revisión) reemplaza a NTE INEN 2204:2002 (Primera revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 16 530 de 2016-12-30

Registro Oficial Primer Suplemento No. 919 de 2017-01-10