



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz**

**Autores:**

Julio Ernesto Ycaza Beltrán

Omar Adrián Zambrano Segarra

**Tutor:**

Ing. Marco V Noroña M, MsC.

**Implementación del Ensayo de Emisiones Contaminantes para la  
Homologación Ecuatoriana de las Motocicletas y Tricimotos Acorde  
a la Normativa Ecuatoriana RTE 136 2R**



**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Certificado:**

**Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán. MsC**

Certifica

Yo, Marco Vinicio Noroña Merchán certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, MsC.

Director del Proyecto

**Universidad Internacional del Ecuador****Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz****Certificación y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo Julio Ernesto Ycaza Beltrán, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

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

---

Julio Ernesto Ycaza Beltrán

CI: 0929002012

**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**  
**Certificación y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo Omar Adrián Zambrano Segarra, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

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

---

Omar Adrián Zambrano Segarra

CI: 0931408595

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo investigativo a Dios por siempre guiarme en el camino correcto y darme la fuerza suficiente para llegar hasta esta etapa de mi vida, en un comienzo parecía solo sueño, pero ya es una realidad, también dedico este logro a mi familia por motivarme siempre a perseguir este sueño.

***Julio Ernesto Ycaza Beltrán***

### **Dedicatoria**

La culminación de este proyecto representa la culminación de un ciclo, tanto en el sentido profesional como también personal. Por lo que dedico el proyecto a toda mi familia que ha sido un pilar en mi vida y me empuja a buscar más objetivos.

***Omar Adrián Zambrano Segarra***

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme vivir esta experiencia y principalmente por guiarme a lo largo de mi trayectoria universitaria, solamente Dios sabe lo duro que fue para mi esta etapa de vida.

Agradezco a toda mi familia por siempre estar en los momentos difíciles y apoyarme en cada etapa de mi vida.

Agradezco a todos mi amigos y seres cercanos que de alguna manera me han brindado apoyo a lo largo de mi vida.

Así también agradezco a mi tutor por el apoyo brindado durante este proyecto, Marco Noroña

Agradezco a todos.

***Julio Ernesto Ycaza Beltrán***



### **Agradecimiento**

Doy gracias a todas las personas que han estado en el camino de toda mi carrera estudiantil, a todos los compañeros, profesores, personal administrativo, especialmente a todos los amigos y colegas que se hicieron durante todo este tiempo. Además de agradecer en especial a mi compañero Julio Ycaza ya que este proyecto requirió de un grandísimo trabajo en equipo, con muchas horas invertidas. Además de agradecer a nuestro tutor el Ing. Noroña.

***Omar Adrián Zambrano Segarra***

## **Resumen**

Este proyecto tiene como objetivo el implementar el ensayo de emisiones contaminantes para la homologación ecuatoriana de las motocicletas y tricimotos acorde a la la normativa ecuatoriana RTE 136 2R. Se determina que dicha normativa se basa según las normas de la Directiva Europea 2002/51/EC, Ciclo ECE R 40 y en el Código Federal de Regulaciones para la Protección del ambiente 40 CFR, Parte 86.410–2006, Ciclo de prueba FTP-75 de los Estados Unidos de Norte América, las mismas que deben seguir un proceso de muestra de volumen constante denominado CVS. Para ello se selecciona a cinco motocicletas de 155, 248, 645, 248 y 199 centímetros cúbicos y de diferentes países India, China (dos), Colombia y Ecuador. La pruebas se realizaron en laboratorio del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), el cual cuenta con el equipo de muestra de volumen constante Horiba modelo CVS – 7000. En la ejecución del ensayo se obtienen acoples que sirvan como unión entre el tubo de escape y la entrada de gases al CVS, estos acoples se deben elaborar de un material resistente al calor y a los hidrocarburos. En todo el ensayo se recogen en unas bolsas las muestras tomadas de los gases contaminantes en condiciones de caudal constante para determinar sucesivamente la concentración (media durante el ensayo) de monóxido de carbono, de hidrocarburos no quemados, de óxidos de nitrógeno y de dióxido de carbono. Según los datos obtenidos se analiza y concluye que únicamente una motocicleta de las cinco cumple con los límites máximos permitidos en la norma ecuatoriana.

**Palabras Clave:** Motocicleta, Homologación, Gases Contaminantes, Ciclo de Prueba Dinámica, Normativa.

### **Abstract**

The objective of this project is to implement the pollutant emissions test for the Ecuadorian homologation of motorcycles and trikes according to the Ecuadorian regulation RTE 136 2R. It is determined that said standard is based on the standards of the European Directive 2002/51/EC, Cycle ECE R 40 and the Federal Code of Regulations for Environmental Protection 40 CFR, Part 86.410-2006, Test Cycle FTP-75 of the United States of North America, which must follow a constant volume sample process called CVS. For this, five motorcycles of 155, 248, 645, 248 and 199 cubic centimeters and from different countries India, China (two), Colombia and Ecuador are selected. The tests were carried out in the laboratory of the Technological Transfer Center for Training and Research in Vehicle Emissions Control (CCICEV), which has the Horiba model CVS – 7000 constant volume sample equipment. In the execution of the test, couplings are obtained that serve as a union between the exhaust pipe and the gas inlet to the CVS, these couplings must be made of a material resistant to heat and hydrocarbons. Throughout the test, the samples taken from the polluting gases under constant flow conditions are collected in bags to successively determine the concentration (average during the test) of carbon monoxide, unburned hydrocarbons, nitrogen oxides and carbon dioxide. carbon. According to the data obtained, it is analyzed, and it is concluded that only one of the five motorcycles complies with the maximum limits allowed in the Ecuadorian standard.

**Keywords:** Motorcycle, Homologation, Polluting Gases, Dynamic Test Cycle, Regulations.

## Índice de Contenido

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
Índice de Contenido.....	xii
Índice de Figuras.....	xvii
Índice de Tablas.....	xx
Capítulo I.....	1
Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación de Problema.....	1
1.3 Sistematización del Problema.....	1
1.4 Delimitación del Contenido.....	2
1.4.1 Delimitación Temporal.....	2
1.4.2 Delimitación Geográfica.....	2
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación.....	2
1.5.1 Justificación Teórica.....	2
1.5.2 Justificación Metodológica.....	3
1.5.3 Justificación Práctica.....	3
1.6 Objetivo General.....	3

1.7 Objetivos Específicos.....	3
Capítulo II.....	4
Marco Teórico.....	4
2.1 Definición Motocicleta y Tricimotor .....	4
2.1.1 Características Vehículos Subcategoría L .....	6
2.1.1.1 Motor.....	6
2.1.1.2 Tubo de Escape de Motocicletas.....	8
2.1.2 Clasificación de las Motocicletas por su Cubicaje .....	9
2.2 Importación de Motocicletas en el Ecuador .....	11
2.3 El Combustible .....	11
2.3.1 Tipos de Gasolinas Comercializadas en Ecuador.....	13
2.3.1.1 Gasolina Ecopaís.....	13
2.3.1.2 Gasolina Super .....	13
2.3.1.3 Gasolina EcoPlus 89 .....	14
2.3.2 Normativa Ecuatoriana NTE INEN 935 para Indicar las Características Técnicas del Combustible.....	14
2.4 Emisiones de Gases Producidos por un Motor de Combustión.....	15
2.4.1 Componentes Químicos de los Gases de Escape.....	16
2.4.2 Composición de los Gases de Escape en Función de la Mezcla Estequiométrica.....	18
2.5 Normativas Usadas para la Homologación de Motos en el Ecuador.....	19
2.5.1 Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 136 (2R) “Motocicletas”. .....	20

2.5.2 Normativa Americana EPA 40 CFR.....	21
2.5.3 Normativa Europea 2002/51/ECE. ....	22
2.5.4 Muestra de Volumen Constante (CVS) .....	23
2.6 Características de Equipos Usados para Análisis de Emisiones Contaminantes.....	25
2.6.1 Dinamómetro de Chasis.....	25
2.6.2 Acoples de Conexión al Escape de la Motocicleta.....	26
2.6.3 Dispositivo de Mezcla Remota de Aire Tipo T (RMT).....	27
2.6.4 Filtro de Aire.....	28
2.6.5 Intercambiador de Calor .....	28
2.6.6 Mezclador .....	29
2.6.7 Venturi de Flujo Crítico – CFV .....	29
2.6.8 Medidor de Flujo Venturi .....	30
2.6.9 Venturi de Muestra .....	30
2.6.10 Unidad de Muestreo de Bolsas (BSU – Bag Sampling Unit) .....	31
2.6.11 Sistema de Manipulación de Muestras (SHS).....	31
2.6.12 Bolsas .....	31
2.6.13 Orificio De Aproximación Fluido – SAO (SMOOTH APPROACH ORIFICE).....	32
2.6.14 Turbocompresor – Blower .....	32
2.6.15 Unidad De Control Principal (MCU).....	33
2.6.16 Unidad de Muestreo de Gases de Escape - ESU .....	33
2.6.17 Unidad de Control de Interface - IFC.....	34

2.6.18	Cabina de Control.....	34
	Capítulo III.....	36
	Implementación del Ensayo de Emisiones Contaminantes .....	36
3.1	Selección de Motos para el Ensayo .....	36
3.2	Selección del Lugar para Realizar el Ensayo.....	37
3.3	Adquisición de Acoples para la Conexión entre el Tubo de Escape y el Dispositivo de Mezcla Remota .....	38
3.4	Condiciones Generales Para Hacer las Pruebas.....	40
3.4.1	Especificaciones del Combustible Para Usar en el Ensayo .....	40
3.4.2	Acondicionamiento del Lugar del Ensayo.....	42
3.4.3	Presión de los Neumáticos.....	43
3.4.4	Masa de Soporte del Técnico que Realiza el Ensayo .....	44
3.5	Proceso de Montaje de la Motocicleta en el Dinamómetro .....	44
3.5.1	Montaje Rueda Posterior .....	44
3.5.2	Sujeción de la Parte Trasera de la Motocicleta.....	45
3.5.3	Montaje Rueda Delantera .....	46
3.5.4	Montaje del Acople del Tubo de Escape al Mixter del CVS.....	48
3.6	Ingreso de Parámetros al Software del Analizador.....	48
3.7	Realización del Ensayo en Base al Programa de Manejo Urbano de la ECE.....	51
3.7.1	Operación del Ciclo en Ralentí.....	53
3.7.2	Operación del Ciclo en Aceleraciones.....	54

3.7.3 Operación del Ciclo en Desaceleraciones.....	54
3.8 Toma y Determinación de las Muestras en Condiciones de Caudal Constante.....	55
3.8.1 Determinación de la Concentración de los Hidrocarburos .....	56
3.8.2 Determinación de las Concentraciones de CO y CO <sub>2</sub> .....	56
3.8.3 Determinación de las Concentraciones de NO <sub>x</sub> .....	56
Capítulo IV.....	58
Análisis de Resultados .....	58
4.1 Análisis de Resultados Obtenidos Por Cada Motocicleta.....	59
4.1.1 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta A.....	59
4.1.2 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta B.....	59
4.1.3 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta C.....	60
4.1.4 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta D.....	61
4.1.5 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta E .....	62
4.2 Comparación de Resultados por Tipo de Gas Contaminante .....	63
4.2.1 Comparación del Monóxido de Carbono de Cada Motocicleta.....	63
4.2.2 Comparación de los Hidrocarburos de Cada Motocicleta .....	63
4.2.3 Comparación de Óxidos Nitrosos de Cada Motocicleta.....	64
4.3 Análisis Final de Cada Motocicleta .....	65
Conclusiones .....	66
Recomendaciones .....	68
Bibliografía .....	69



## Índice de Figuras

Figura 1	Motocicleta de Dos Ruedas Categoría L3 .....	4
Figura 2	Motocicleta con Sidecar – Mototriciclo Categoría L4 .....	5
Figura 3	Tricimoto Categoría L5 L4.....	6
Figura 4	Motor de una Motocicleta.....	7
Figura 5	Tubo de Escape de Motocicleta.....	8
Figura 6	Importación de Motocicletas en el Ecuador .....	11
Figura 7	Mezcla Compleja de Hidrocarburos .....	12
Figura 8	Gases Contaminantes Según el Tipo de Combustión.....	16
Figura 9	Composición en Porcentaje de los Gases de Escape .....	18
Figura 10	Curva de Gases de Escape .....	18
Figura 11	Homologación Vehicular en Ecuador.....	19
Figura 12	Programa de Manejo Urbano – FTP-75 Tipo LA#4.....	22
Figura 13	Programa de Manejo Urbano en la ECE.....	23
Figura 14	Proceso de Muestra de Volumen Constante (CVS).....	24
Figura 15	Equipos Usados en el Proceso CVS Según la Norma Europea .....	25
Figura 16	Esquema de un Dinamómetro de Chasis .....	26
Figura 17	Mangueras de Conexión al Tubo de Escape .....	27
Figura 18	Dispositivo de Mezcla Remota de Aire .....	27
Figura 19	Filtro de Aire.....	28
Figura 20	Intercambiador de Calor .....	28

Figura 21	Mezclador .....	29
Figura 22	Venturi de Flujo Crítico - CFV .....	29
Figura 23	Medidor de Flujo Venturi - CFV .....	30
Figura 24	Medidor de Flujo Venturi - CFV .....	30
Figura 25	Sistema de Manipulación de Muestras .....	31
Figura 26	Sistema de Manipulación de Muestras .....	32
Figura 27	Orificio de Aproximación de Fluido.....	32
Figura 28	Turbocompresor.....	33
Figura 29	Unidad de Control Principal .....	33
Figura 30	Unidad de Control Principal .....	34
Figura 31	Motocicleta A – 150cc .....	37
Figura 32	Equipo CVS – 7000 del Laboratorio CCICEV Dixon.....	38
Figura 33	Tipos de Acoples Para uso en Tubos de Escape Ensayo .....	39
Figura 34	Acoples Usados Para las Cinco Motocicletas del Ensayo .....	40
Figura 35	Extracción del Combustible en la Motocicleta Antes del Ensayo .....	42
Figura 36	Barómetro Para Control del Lugar del Ensayo .....	43
Figura 37	Características del Neumático.....	43
Figura 38	Rodillo con Cubierta Lateral.....	44
Figura 39	Rueda Posterior de la Motocicleta Colocada en el Rodillo .....	45
Figura 40	Sujeción de la Parte Trasera de la Motocicleta .....	46
Figura 41	Partes del Componente de Sujeción Mecánica con Ranura en T.....	46

Figura 42	Colocación de la Rueda Delantera en el Componente de Sujeción .....	47
Figura 43	Conexión del Acople del Tubo de Escape al Mixer del CVS.....	48
Figura 44	Ingreso de Parámetros de la Motocicleta al Software.....	49
Figura 45	Extracción del Combustible en la Motocicleta Antes del Ensayo .....	51
Figura 46	Ciclo Real de Programa de Manejo Urbano en el CVS.....	52
Figura 47	Ciclo Teórico de Programa de Manejo Urbano en el CVS.....	52
Figura 48	Ciclo de Operación en Ralentí .....	53
Figura 49	Ciclo de Operación en Aceleraciones .....	54
Figura 50	Ciclo de Operación en Desaceleraciones .....	55
Figura 51	Conjunto de Bolsas de Concentración de Gases Analizados.....	56
Figura 52	Resultado de los Gases Contaminantes al Final del Ensayo.....	57
Figura 53	Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta A .....	59
Figura 54	Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta B.....	60
Figura 55	Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta C.....	61
Figura 56	Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta D .....	61
Figura 57	Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta E.....	62
Figura 58	Comparación del Monóxido de Carbono de Cada Motocicleta Vs la Norma ...	63
Figura 59	Comparación de los Hidrocarburos de Cada Motocicleta Vs la Norma.....	64
Figura 60	Comparación de Óxidos Nitrosos de Cada Motocicleta Vs la Norma.....	64

## Índice de Tablas

Tabla. 1	Normativa Ecuatoriana NTE INEN 935.....	15
Tabla. 2	Niveles de Emisiones de Gases Contaminantes para Motocicletas y Tricar.....	21
Tabla. 3	Listado de Motocicletas para el Ensayo de Emisiones.....	36
Tabla. 4	Características de la Motocicleta A – 150cc.....	37
Tabla. 5	Resultados de Pruebas en Laboratorios.....	41
Tabla. 6	Inercias Equivalentes en Base a la Masa Referencial de la Motocicleta.....	50
Tabla. 7	Límites máximos de Gases Contaminantes Según Normativa RT 136 2R.....	58
Tabla. 8	Análisis Final de Cada Motocicleta.....	65

## Capítulo I

### Introducción

#### 1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad a causa del cambio climático que se presenta en el mundo y ante la urgencia de resolver este fenómeno, se han dado iniciativas internacionales que han llegado a acuerdos como el de París del 2015. 197 países incluyendo Ecuador, adoptaron este acuerdo cuyo objetivo principal es de “reducir de forma sustancial las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y limitar el aumento global de la temperatura en este siglo a 2 grados” (Naciones Unidas , 2020). Según los resultados de la *base de datos de emisiones para la investigación atmosférica global*, Ecuador emitió cerca 40,700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el 2019 (European Comission, 2020). Los automotores, donde se incluyen las motocicletas y tricimotos; emiten gases contaminantes y de efecto invernadero, este último incide en el cambio climático principalmente en la subida de la temperatura. De acuerdo con el (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018) la cantidad de motocicletas representa el 23.7% del parque automotor del país, lo que equivale a 529,888 del total de 2,237,264 de vehículos terrestres. Por lo que es imperante determinar si las motocicletas y tricótomos están cumpliendo los niveles de emisión de gases permisibles. Estos valores permitidos se encuentran estipulados el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 136.

#### 1.2 Formulación de Problema

¿Las motocicletas y tricimotos en circulación están cumpliendo la homologación nacional según la sección 47.2 de la RTE 136 2R que se relaciona con los niveles de emisiones contaminantes que producen?

#### 1.3 Sistematización del Problema

- ¿Cómo se debe desarrollar correctamente la prueba FTP-75 para evidenciar el cumplimiento de la directiva EPA 40 CFR, parte 86.410–2006?

- ¿Se podrá determinar una diferencia significativa entre las emisiones de gases contaminantes de una motocicleta ensamblada nacionalmente a una importada?
- ¿Qué acciones se podrán implementar para tener un mejor control en los procesos de los ciclos de ensayos dinámicos según las normas establecidas?

#### **1.4 Delimitación del Contenido**

El proyecto estima los niveles de emisiones generadas por motos de combustión interna analizando los convenios o tratados que existan a nivel global y local. Determina el sector de motos que es de alta concentración en la ciudad de Guayaquil. También se obtiene las especificaciones de una motocicleta de combustión interna con la que se realizan pruebas dinámicas de emisiones contaminantes, para evaluar cuál de ellas cumple o no con las normativas de homologación que están vigentes en el Ecuador.

##### ***1.4.1 Delimitación Temporal***

El trabajo se desarrolló desde el mes de enero del 2022 hasta febrero del 2023, bajo este tiempo se realizaron todas las pruebas para el análisis de homologación de las motocicletas.

##### ***1.4.2 Delimitación Geográfica***

El trabajo se desarrolló en los laboratorios del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) en la ciudad de Quito, Ecuador.

#### **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

Por medio de una perspectiva teórica metodológica y práctica se logró dar respuesta al por qué se está investigando este tema sobre emisiones contaminantes producidas por una motocicleta.

##### ***1.5.1 Justificación Teórica***

En el presente estudio se determina el cumplimiento de las normas sobre los niveles de

gases contaminantes del reglamento en vigencia RTE 136 2R que sirve para homologar una motocicleta. Se determina la veracidad de los datos de emisiones de gases colocando a la motocicleta en un dinamómetro y siguiendo un ciclo de ruta. Esto nos indica si se cumple o no el objetivo de reducir y mitigar la contaminación ambiental pactado en el tratado de París.

### ***1.5.2 Justificación Metodológica***

El estudio se realiza considerando el ciclo de prueba que determina el cumplimiento del RTE 136 2R, el cual tiene como objeto establecer los requisitos que deben cumplir las motocicletas, con la finalidad de proteger la vida y la seguridad de las personas, el ambiente evitar prácticas que puedan inducir a error a los usuarios de las motocicletas.

### ***1.5.3 Justificación Práctica***

Este estudio comprueba el cumplimiento o no de la Norma INEN RTE 136 2R, en el caso de tener un resultado no favorable se dará la apertura para las respectivas correcciones por parte de los importadores y/o ensambladores. Si se evidencia el cumplimiento de la directiva técnica, tendremos la certeza que los datos del Ecuador con respecto a las emisiones de gases contaminantes son acertados en cuanto a las motocicletas.

## **1.6 Objetivo General**

Implementar el ensayo de emisiones contaminantes para la homologación ecuatoriana de las motocicletas y tricimotos acorde a la a la normativa ecuatoriana RTE 136 2R.

## **1.7 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un procedimiento que evalúe las emisiones contaminantes de motocicletas y tricimotos en base a las normas de homologación ecuatoriana
- Ejecutar el ensayo de emisiones contaminantes en las motocicletas seleccionadas de acuerdo con la directiva.
- Analizar en base a los datos obtenidos que motocicleta cumple con la norma de homologación ecuatoriana.

## Capítulo II

### Marco Teórico

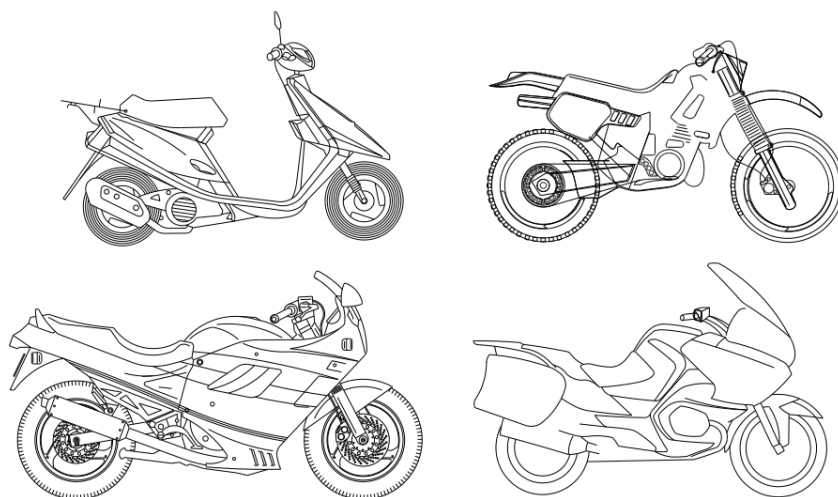
#### 2.1 Definición Motocicleta y Tricimoto

Se considera motocicleta a los vehículos que se definen como de dos ruedas y sidecar. Los vehículos denominados como categoría L corresponden a vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas, dentro de los cuales están las motocicletas y tricimotos (Agencia Nacional de Tránsito, 2023).

a) Motocicletas subcategoría L3: Según el INEN en la Norma 2656-1 indica que todas las motos de dos ruedas entran en la categoría L3, el cuál es un vehículo que cuenta con dos ruedas y sin ruedas laterales, teniendo un motor con cuya cilindrada es superior a 50 centímetros cúbicos, si es de combustión interna, contando con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016)

#### *Figura 1*

##### *Motocicleta de Dos Ruedas – Categoría L3*



Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016)

b) Motocicletas subcategoría L4: Según el INEN en la Norma 2656-1 indica que todas las motos de dos ruedas entran en la categoría L4 son vehículos de dos ruedas con sidecar (asiento lateral adosado a una motocicleta y apoyado en una rueda.), diseñados con motor de

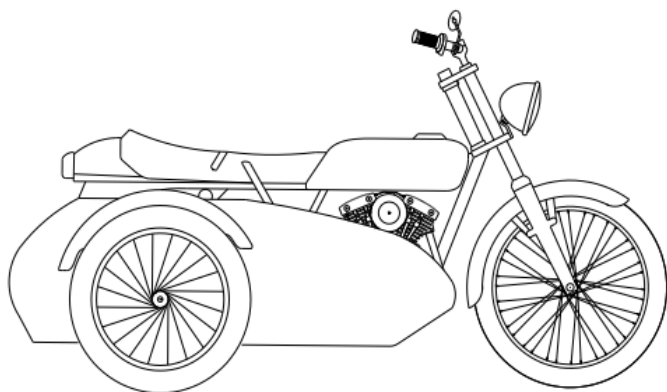


combustión interna cuya cilindrada supera los 50 cm<sup>3</sup> y con velocidad de diseño superior a 45 km/h.

Peso técnicamente admisible declarado por el fabricante. El vehículo de motor básico cumple los criterios de clasificación y subclasificación de los vehículos L3 con un máximo de cuatro plazas de asiento, incluida la plaza del conductor en la motocicleta con sidecar, y con un máximo de dos plazas de asiento para pasajeros en el sidecar.

**Figura 2**

*Motocicleta con Sidecar – Moto triciclo Categoría L4*

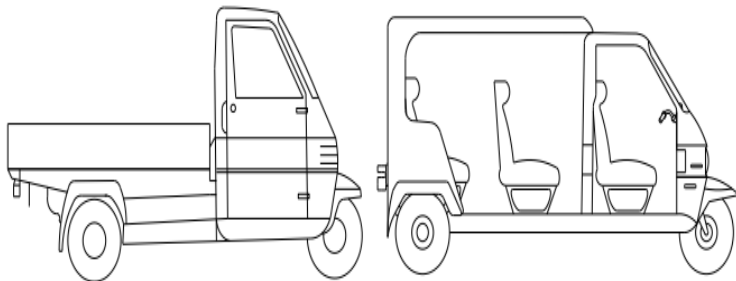


Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016)

c) Motocicletas subcategoría L5 – TRC2: En esta categoría entran las tricimotos que son consideradas como Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, diseñado para velocidades superiores a los 45 km/h, que su cilindrada sea mayor o igual a 50 cm<sup>3</sup>.

Peso en orden de marcha < 1000 kg Vehículos de tres ruedas que no pueden clasificarse como vehículos L2.

Diseñados como vehículos comerciales y caracterizados por un habitáculo cerrado para el conductor y los pasajeros, accesible por tres lados como máximo, equipados con un máximo de dos plazas de asiento, incluida la plaza de asiento del conductor.

**Figura 3***Tricimoto Categoría L5*

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016)

### **2.1.1 Características Vehículos Subcategoría L**

. Para el caso de estudio se centrará en indicar el funcionamiento del motor y las características del tubo de escape que deben tener estos tipos de vehículos.

#### **2.1.1.1 Motor**

La parte fundamental de una motocicleta es el motor, dependiendo de la aplicación o utilización de la motocicleta, se establece el carácter de la maquina (motor). Un motor de una motocicleta es un versión mucho más reducida de los tradicionales motores de combustión interna que emplean los automóviles. Se le considera como el corazón de la motocicleta, el cual hace funcionar el sistema en su totalidad, transformando la energía, sea de combustible, eléctrica, etc., en energía mecánica para así realizar un trabajo.

Existen varios tipos de motores que puede usar una motor, los cuales se diferencian por la entrega de potencia que ofrecen. Un ejemplo de ellos es el motor mono cilíndrico, el bicilíndrico, el tricilíndrico, tetracilíndrico y el hexa cilíndrico.

Las motocicletas, son propulsadas comúnmente por un motor de gasolina de dos o cuatro tiempos (2T y 4T). Los motores de 2 tiempos son mayormente utilizados en cilindradas pequeñas debido a razones medioambientales por tal motivo la gran mayoría de las motocicletas que circulan por las calles hoy en día son de cuatro tiempos. Las motocicletas

antiguas, y algunas motocicletas de carrera, utilizan unidades de dos tiempos ya que alcanzan un asombroso pico de potencia para su tamaño. El motor está diseñado para quemar aceite, las regulaciones de emisiones han restringido las ventas en los últimos años (Arias, 2008).

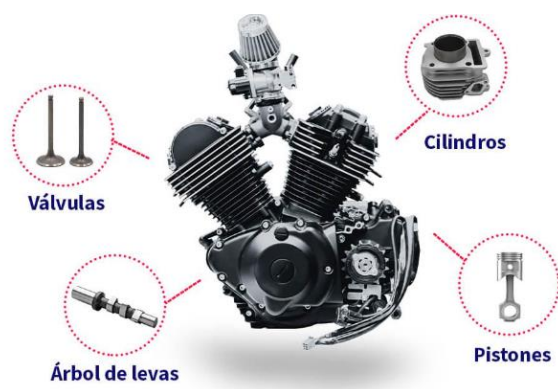
El motor va posicionado de modo transversal, el cigüeñal es perpendicular a la marcha, independientemente del número de cilindros. La lubricación se hace de modo común para el motor. La alimentación se hace por carburador para las motocicletas comunes y a inyección para las modernas de gama alta (Arias, 2008).

En lo referente al encendido, en un principio se daba por platinos y magnetos, sin disponer de una batería, años después, de manera análoga que, en los vehículos, por bobina y batería, luego por encendido transistorizado y por último totalmente electrónico (Arias, 2008).

Existen diversos tipos de motores de motocicleta, cada uno con unas características propias. Los fabricantes eligen el tipo de motor más adecuado dependiendo del modelo de motocicleta y de su función. Las principales piezas del motor de una motocicleta trabajan de forma conjunta con tal de conseguir el mejor rendimiento de este, pero para conseguir que estas piezas funcionen a la perfección y no se produzcan averías es necesario realizar un buen mantenimiento de la motocicleta.

#### ***Figura 4***

##### ***Motor de una Motocicleta***



Fuente: (Willock, 2022)

### 2.1.1.2 Tubo de Escape de Motocicletas

Esta pieza se encarga de dar salida a los gases quemados durante el proceso de combustión. Sirve además como reductor de ruido y contaminación, por lo que existen motos con más de un tubo de escape (Erazo & Chillagana, 2015).

Los tubos de escape cumplen una función muy importante en las motos, ya que se encargan de dirigir hacia el exterior los gases que se generan mediante el funcionamiento del motor de combustión, de modo que mejoran el rendimiento de la motocicleta y también juegan un papel importante en cuanto al ruido que produce la motocicleta.

En el mundo de los tubos de escape para motos, existen dos tipos esenciales: los bolt-on y los slip-on. Los primeros se unen directamente con el colector, mientras que los slip-on se unen con el colector a través de una pequeña pieza llamada codo (Auto Crash, 2016).

#### ***Figura 5***

*Tubo de Escape de Motocicleta*



Fuente: (Auto Crash, 2016)

Lógicamente el diseño de la construcción del escape es muy importante, cada curva, cada grado de inclinación de sus codos de unión, el tipo de soldadura utilizado e incluso la precisión del corte empleado, pero lo que más diferencia a los tubos de escape es el material del que están fabricados, puesto que cada material tiene unas características que influirán en tu motocicleta. Así, los tubos de acero inoxidable son generalmente los más económicos y básicos, siendo también resistentes a golpes, pero, sin embargo, son muy pesados y no disipan el calor tan bien como los otros materiales. Un tubo de aluminio será más frágil que el de acero,

pero es mucho más ligero y disipa mejor el calor con lo que el rendimiento a nivel de potencia y velocidad.

Por otra parte, existen tubos de carbono, de titanio e incluso de Kevlar (nos referimos al material en que está construido el silencioso o la bala del escape) Los primeros son todavía más ligeros y con una mayor disipación del calor, aunque su resistencia es escasa y su coste más elevado. En cuanto a los de titanio y los de kevlar, a excepción de su elevado coste, todo son ventajas para el usuario: extremadamente ligeros, resistentes y con una disipación del calor muy eficaz, un punto a favor del de Kevlar es que le da una apariencia exterior al escape todavía más racing o competitiva (Auto Crash, 2016).

Dependerá del fabricante y de cómo ha diseñado el propio aspecto, hay que tener en cuenta que la forma en que se enlazan las fibras de carbono y las de kevlar van a determinar en gran medida su resistencia y capacidad de absorción de las vibraciones provocadas por el propio funcionamiento del motor de la motocicleta junto con la firmeza del terreno por el que se circule, aunque a priori un escape con el silencioso acabado en kevlar puede llegar a tener un coeficiente de resistencia superior al de carbono sin perjudicar por ello al rendimiento del propio escape. También el tubo de escape participa en el funcionamiento del motor:

Si es demasiado libre, el motor aumenta su potencia (el cilindro se vacía mejor después de cada explosión), pero se calienta aún más y consume más.

Si está demasiado obstruido, el motor denota falta de potencia.

En los motores de dos tiempos, el tubo de distensión permite mejorar a la vez el vaciado del cilindro y la compresión (Toledo, 2016).

### ***2.1.2 Clasificación de las Motocicletas por su Cubicaje***

Existe gran variedad de características en las motocicletas por lo que lo más adecuado es elegir una motocicleta y clasificarla mediante el cubicaje, ya que este define su potencia, torque y su consumo:

- *Motor de 100cc.* Estos motores se utilizan en mini motocicletas, pueden tener un consumo de hasta 38,2 km/l. Su velocidad y aceleración son relativamente bajas. Se utilizan en una variedad de modelos de motocicletas para uso urbano y fuera de carretera por su gran ahorro de combustible.

- *Motor de 125cc.* Este es el tamaño de motor más comúnmente usado. Tiene como ventaja, velocidad, aceleración y economía de combustible. No es recomendado para su uso en autopistas a causa de su lecho limitado de velocidad y de aceleración. Este motor es comúnmente utilizado en motocicletas enduro y para carretera y campo travesía.

- *Motor de 175cc.* Los motores de esta categoría varían desde 171 hasta 199 199cc. Las motocicletas con este motor pueden alcanzar un promedio de consumo hasta 23,3 km/l. principalmente es usado en enduro y de campo travesía.

- *Motor de 250cc.* El rango de cubaje de esta categoría va desde 200 hasta aproximadamente 300 cc. El motor de este tamaño es utilizado en casi todos los tipos de motocicletas, incluyendo las enduro, servicio urbano, de todo terreno y las de carretera.

- *Motor de 350 a 400cc.* A partir de este cubaje comienza la clase de motocicletas de elevadas características o prestaciones, ya que proporcionan alta velocidad, rápida aceleración y consumo de gasolina relativamente bueno. Además, este motor es muy popular en las de competencias de motocross.

- *Motor de 600 a 750cc.* Las motocicletas con este tipo de cubaje son para el servicio urbano y para viajes, Su peso aproximado es de más de 500 libras, esta es la razón de que no son adecuadas para campo travesía, desierto, motocross y “trail”.

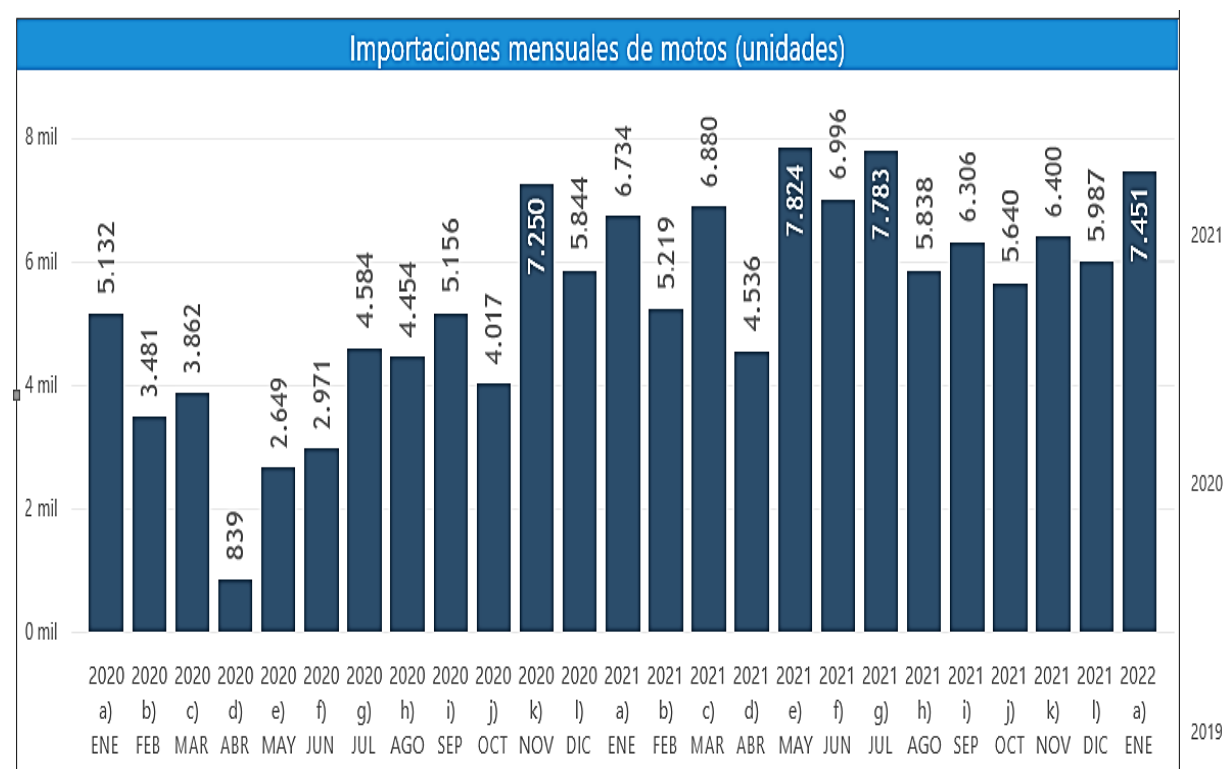
- *Motores más de 750cc.* Fabricadas para viajes muy largos tienen motores de hasta 6 cilindros desarrollando hasta 90 Hp. Su precio es elevado, son consideradas además como súper motos, dado que pesan más de 700 libras (318 kg). Son comparadas con los automóviles medianos por su potencia de salida (Toledo, 2016).

## 2.2 Importación de Motocicletas en el Ecuador

En la figura 6 se puede apreciar la cantidad de motocicletas que fueron importadas desde el 2019 hasta el 2021 según reportes de AEADE.

**Figura 6**

*Importación de Motocicletas en el Ecuador*



Fuente: (AEADE, 2022)

Aquí se observa la cantidad de motocicletas importadas en términos de unidades desde Enero del 2020 hasta Enero del 2022.

## 2.3 El Combustible

El combustible es un material que liberar energía cuando se quema y transformar su estructura química.

El termino combustible son aquellas sustancias que tienen la facilidad de inflamarse fácilmente cuando son expuesto a cierta temperatura produciendo gran cantidad de calor.

La liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una

reacción química, se conoce como energía química) (Encalada, Franklin, & Ñauta, 2010).

Los combustibles más usados en la industria automotriz son: gasolina, diésel y gas licuado de petróleo.

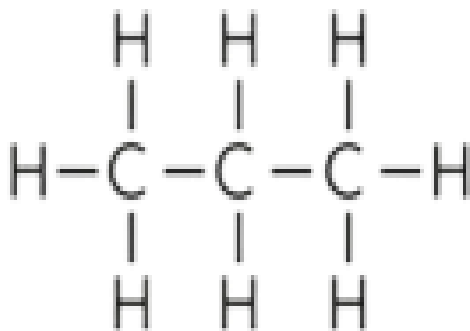
La gasolina es un producto obtenido en la destilación fraccionada del petróleo crudo, esto significa que depende del crudo que se destile es una fracción única o una mezcla de diversas fracciones, está formada de una mezcla de hidrocarburos de peso molecular no muy elevado debe ser volátil, de tal forma que queme fácilmente y para mejorar el arranque en frío, pero no tanto como para formar demasiado vapor con el tiempo caluroso. (International Council on Clean Transportation, 2011) .

El petróleo crudo es la materia prima de la industria de refino, es de naturaleza hidrocarbonada y está constituido por una mezcla compleja de diferentes tipos de hidrocarburos. (Montero, 2020).

Se compone de 84 a 87% de carbono, 11 a 14% de hidrogeno, 0 a 5% de azufre y 0 a 0,2% de nitrógeno (Montero, 2020).

### ***Figura 7***

#### *Mezcla Compleja de Hidrocarburos*



Fuente: (Continuemos Estudiando, 2022)

El petróleo natural no puede emplearse directamente como combustible debido a que contiene hidrocarburos difíciles de combustionar e incluso algunos componentes que no son



combustibles. Esta composición varía dependiendo del yacimiento del cual son extraídos (Montero, 2020).

### **2.3.1 Tipos de Gasolinas Comercializadas en Ecuador**

El parámetro y comercialización más importante de nuestra gasolina es el número de octano. En el país se utiliza cuatro tipos de gasolinas: Super, Eco-país, Extra y Ecoplus 89. (Castillo, Mendoza, & Caballero, 2012).

#### **2.3.1.1 Gasolina Ecopaís**

El Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), en el marco del Cambio de la Matriz Productiva, fomenta la producción de la gasolina ECOPAÍS, un biocombustible compuesto de 5% de bioetanol (proveniente de la caña de azúcar) y un 95% de gasolina base (Castillo, Mendoza, & Caballero, 2012). ECOPAÍS posee el mismo octanaje (87 octanos) y precio de la gasolina Extra.

Este proyecto empezó, como fase piloto, el 12 de enero de 2010 en Guayaquil.

Para la producción de gasolina Extra con 87 octanos se requiere mezclar un 76% de nafta de alto octano (NAO), las cuales se importan, con 24% de naftas de bajo octano (NBO); mientras que para la producción de Ecopaís, con la misma cantidad de octanos, se requiere 62% de NAO, 33% de NBO y un 5% de bioetanol (Castillo, Mendoza, & Caballero, 2012).

#### **2.3.1.2 Gasolina Super**

La gasolina súper es el combustible de más alta calidad que encontramos en la ciudad de Guayaquil para el uso en vehículos de altas prestaciones.

Se usa en motores que poseen una relación de compresión elevada. Principalmente los hidrocarburos isoparafínicos y aromáticos (cadenas de bencénicos que elevan el índice de octano) que se encuentran en la gasolina súper resisten presiones y temperaturas elevadas (Yepez, 2013).

Cuando se elimina el tetraetilo de plomo como parte de la composición de las gasolinas, las empresas petroleras optan por usar de compuestos oxigenados e hidrocarburos aromáticos.

El problema de este compuesto se da cuando no combustiona completamente, ocasionando problemas al momento de ser expulsados al medio ambiente por medio del tubo de escape, llegando a provocar una contaminación aun mayor que la provocada por el tetraetilo de plomo.

A partir de ello se convierte en necesario el uso de convertidores catalíticos en vehículos que utilizan este combustible (Yepez, 2013).

#### **2.3.1.3 Gasolina EcoPlus 89**

La gasolina Ecoplus 89 se elaborará con un 92% de gasolina de 85,5 octanos y un 8% de etanol, biocombustible con alto octanaje, cero azufres y no contaminante.

Por ser un producto agrícola natural, cuya mezcla con las naftas producidas en el país darán como resultado la gasolina llamada Ecoplus 89, con 89 octanos, es decir, 4 octanos más que la gasolina Extra y Ecopaís, con los consiguientes beneficios para los consumidores que quieran optar por ella.

El etanol, componente de la gasolina Ecoplus89, al ser oxigenante, mejora el octanaje de las gasolinas de manera considerable, lo que ayuda a disminuir la contaminación de las ciudades y a reducir los gases causantes del calentamiento global.

#### **2.3.2 Normativa Ecuatoriana NTE INEN 935 para Indicar las Características Técnicas del Combustible**

Esta norma está basada en la Normativa Europea y sirve para indicar las características técnicas del combustible de los automotores equipados con motor de combustión en Ecuador.

En este caso la gasolina Super de 92 octanos (RON) que significa Research Octane Number según tabla 1 a continuación (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2021).

**Tabla. 1***Normativa Ecuatoriana NTE INEN 935*

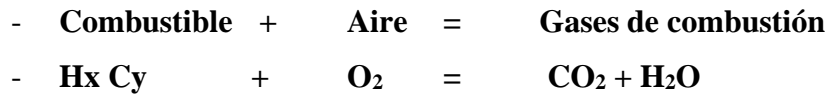
Requisitos		Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo <sup>a</sup>
Número de Octano Research <sup>b</sup> (RON)		--	92,0	--	NTE INEN 2102 ASTM D2699
Temperatura de destilación:	10%	°C	-	70	ASTM D86
	20%	°C	77	121	
	90%	°C	--	190	
Punto final de ebullición		°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación		% <sup>c</sup>	--	2,0	ASTM D5188
Temperatura para la relación vapor/líquido igual a 20		°C	56,0	--	
Presión de vapor		kPa	--	60,0	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)		--	--	No. 1	ASTM D130
Contenido de gomas		mg/100 mL	--	4,0	ASTM D381
Contenida de azufre		% <sup>rt</sup>	-	0,0450	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenida de aromáticos		% <sup>c</sup>	-	35,0	ASTM D1319 ASTM D6730 ASTM D6733
Contenido de benceno		% <sup>c</sup>	-	2,00	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas		% <sup>c</sup>	-	25,0	ASTM D1319 ASTM D6730 ASTM D6733
Estabilidad a la oxidación		min	240	-	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de piorno		mg/L	-	1,0	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso		mg/L	--	1,0	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenida de hierro		mg/L	-	1,0	ASTM D5185

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2021)

## 2.4 Emisiones de Gases Producidos por un Motor de Combustión

Los combustibles utilizados en un motor de combustión están principalmente compuestos de Carbono (C) e Hidrógeno (H). Estos compuestos se unen formando cadenas largas llamadas de hidrocarburos. Según sea la cadena forma compuestos diferentes como el Gasoil, gasolina, Gas Licuado de Petróleo, etc. Estos compuestos por sí mismo no pueden utilizarse en el motor ya que necesitan añadirles aditivos para evitar la detonación, la congelación, la lubricación, etc.

Al decir combustión nos referimos a una mezcla de Aire + Gasolina o Gasoil que han reaccionado al aplicarles una energía de activación. En este proceso el oxígeno necesario se encuentra en el aire.



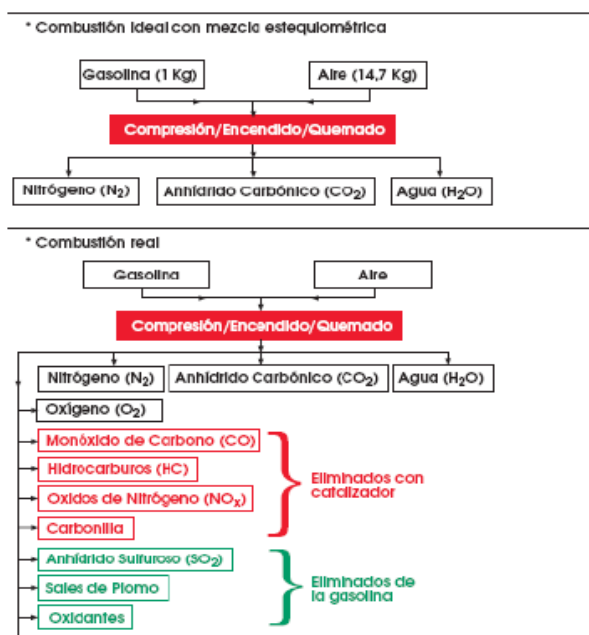
Como resultado del funcionamiento del motor la reacción química no se produce nunca tan perfecta, resultando una serie de gases nocivos. Se dice que es una combustión casi siempre incompleta (Toyota, 2013).

#### 2.4.1 Componentes Químicos de los Gases de Escape

En una combustión real se puede encontrar varios compuestos que se indican en la figura 8 y se pueden dividir de la siguiente forma: Inofensivas: Nitrógeno (N), Oxígeno (O<sub>2</sub>), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Hidrógeno (H) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O). Nocivas: Monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Plomo y compuestos de plomo (Pb), Dióxidos de azufre SO<sub>2</sub>, hollín, etc.

**Figura 8**

*Gases Contaminantes Según el Tipo de Combustión*



Fuente: (Toyota, 2013)

- Monóxido de Carbono CO: Se produce cuando hay poco oxígeno disponible para la combustión y por tanto no llega para quemar todo el Carbono del combustible completamente quedando átomos de carbono unidos a solo un oxígeno formando el CO.

Es letal para los seres vivos ya que por ejemplo en el hombre puede fijarse a la hemoglobina cinco veces mejor que el oxígeno.

Se genera en el interior del motor. En concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la hemoglobina (Toyota, 2013).

-Hidrocarburos HC: Son los restos de hidrocarburos sin quemar que salen por el escape. Se producen por mezclas pobres en Oxígeno.

Es nocivo, cancerígeno e irritante. Dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos.

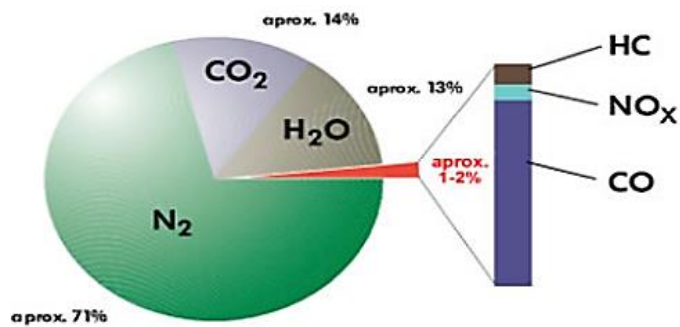
El Benceno, es venenoso por sí mismo, y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas, también causa cáncer (Toyota, 2013).

-Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) o ( $\text{NO}_x$ ): Resulta al combinarse el oxígeno y el nitrógeno debido a las altas temperaturas que se alcanzan dentro del motor y a las altas presiones.

En la cámara de combustión se forma el NO. Al abrirse la válvula de escape los gases pasan al conducto de escape donde se combinan con oxígeno para formar  $\text{NO}_2$ .

Por tanto, en el escape se encuentran NO y  $\text{NO}_2$  de ahí que para aglutinarlos decimos que hay restos de  $\text{NO}_x$ . Irrita el aparato respiratorio pudiendo dañarlo gravemente (Toyota, 2013)..

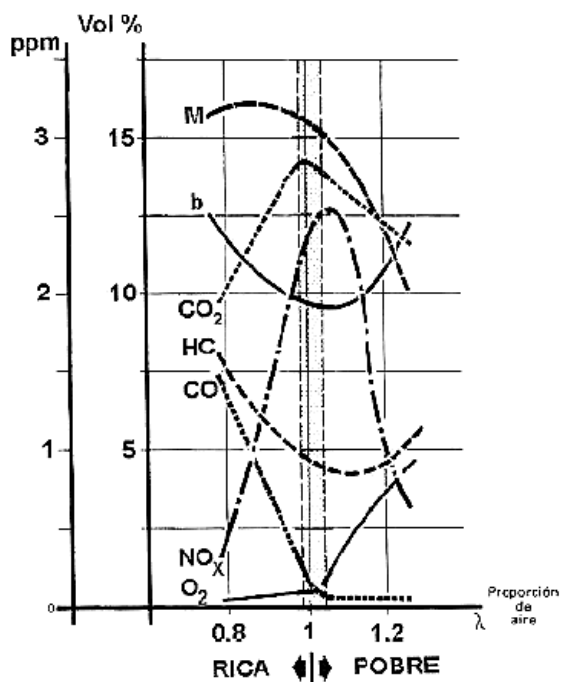
-Dióxido de Azufre: Se encuentra en los combustibles como impureza. La emisión de  $\text{SO}_2$  es pequeña en los motores de gasolina (Toyota, 2013).

**Figura 9***Composición en Porcentaje de los Gases de Escape*

Fuente: (Toyota, 2013)

**2.4.2 Composición de los Gases de Escape en Función de la Mezcla Estequiométrica**

En la figura 10 se visualiza la gráfica de composición de gases de escape en función de su volumen y partes por millón en relación con el valor lambda ( $\lambda$ ), el cual nos define la riqueza de mezcla. También en la gráfica se incluyen dos curvas que dan idea del funcionamiento del motor, como son la curva del par (M) y la del consumo de gasolina (d).

**Figura 10***Curva de Gases de Escape*

Fuente: (Senatielectronica, 2008)

La mezcla estequiométrica tiene como fórmula la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{\text{Aire Real Admitido}}{\text{Aire Teórico Necesario}}$$

Donde  $\lambda = 1$  significa que estamos usando el aire teóricamente necesario, es decir 14,7Kg.aire / 1 Kg. de gasolina, si  $\lambda > 1$  la mezcla es pobre y si  $\lambda < 1$  la mezcla es rica.

En la figura 10 se puede ver que la menor cantidad de contaminantes se producen en las proximidades del valor  $\lambda = 1$ .

## 2.5 Normativas Usadas para la Homologación de Motos en el Ecuador

La homologación de automotores es el procedimiento en que un país certifica a los importadores, fabricantes, carroceros o comercializadores, que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple los requisitos ambientales y de seguridad previstos en las normas y reglamentos técnicos.

**Figura 11**

*Homologación Vehicular en Ecuador*



Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito, 2023)

Dichos análisis contemplan la constatación del nivel de emisiones de gases de escape y por evaporación de hidrocarburos, cumplimiento de los requisitos de seguridad, dimensionales y funcionales, incluyendo a sistemas como componentes.

La normativa que rige en el Ecuador como se muestra en la figura 11 para la homologación de motos en todos los aspectos es la Segunda Revisión del Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 136 (2R) “motocicletas”. Esta reglamentación debe cumplir procedimientos y ciclos de prueba que se adaptan a la normativa Americana EPA 40 CFR, Parte 86.410-2006 y a la normativa Europea 2002/51/ECE.

### **2.5.1 Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 136 (2R) “Motocicletas”.**

Este reglamento entro en vigor el 26 de septiembre del 2018, el mismo que establece los requisitos que deben cumplir las motocicletas, previamente a la comercialización de productos nacionales e importados, con el propósito de proteger la seguridad de las personas y el medio ambiente; así como prevenir prácticas que puedan inducir a error. Este reglamento técnico se aplica a las motocicletas que se importen, ensamblen y se comercialicen en el Ecuador, como son:

- Motocicletas subcategoría L3
- Motocicletas subcategoría L4 (No incluye el sidecar)
- Tricars subcategoría L5

Este reglamento indica que las motocicletas objeto de este reglamento técnico deben cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- Elementos de seguridad.
- Niveles de emisión de gases contaminantes.
- Nivel sonoro admisible.

En el caso del tema de estudio sobre los niveles de emisiones de gases contaminantes, el reglamento indica que se debe realizar tres tipos de prueba: a) Prueba estática en ralentí; b) Prueba dinámica según la Directiva Europea; y c) Prueba dinámica según el Código Federal de Regulaciones para la Protección del ambiente. Cada una de estas pruebas debe cumplir un



límite máximo de emisiones permitidas en base a ciclos que cada una de las normas indican. Los gases que tienen mucha más relevancia y que se indican en esta norma son el monóxido de carbono, hidrocarburos, y óxidos nitrosos (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017). Lo indicado se aprecia en la tabla 2.

**Tabla. 2**

*Niveles de Emisión de Gases Contaminantes para Motocicletas y Tricar*

Tipo de prueba	Límites máximos de emisiones permitidas para motocicletas y tricar				
Estática en ralenti	Tipo de motor	CO (% V)	HC (ppm)		
	Todas **	3,5	2000		
	** A partir del año modelo 2014				
Dinámica - Directiva europea, o	Límites máximos para motocicletas de dos (2) ruedas Directiva Europea 2002/51/EC Ciclo de prueba ECE R 40				
	Cilindrada	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)	
	< 150 cm <sup>3</sup>	2,0 <sup>(1)</sup>	0,8	0,15	
	≥ 150 cm <sup>3</sup>	2,0 <sup>(2)</sup>	0,3	0,15	
	(1) Ciclo de Prueba = ECE R40 (con emisiones medidas para todos los 6 modos – el muestreo empieza en t=0).				
	(2) Ciclo de Prueba = ECE R40 + EUDC (emisiones medidas para todos los modos- el muestreo empieza en t=0) con una velocidad máxima de 120 km/h.				
	Valores límites máximos para tricar Directiva Europea 2002/51/EC. Ciclo ECE R 40				
	Cilindrada	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)	
	Todos	7,0	1,5	0,4	
	Dinámica - Código Federal de Regulaciones para la Protección del ambiente	Límites máximos para motocicletas y tricar EPA 40 CFR, Parte 86.410–2006, Ciclo de prueba FTP-75			
Categoría		Cilindrada	CO (g/km)	HC + NO <sub>x</sub> (g/km)	
Clase 1		0-169 cm <sup>3</sup>	12	1,0	1,4
Clase 2		170-279 cm <sup>3</sup>	12	1,0	1,4
Clase 3		≥ 280 cm <sup>3</sup>	12	-	1,4

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017)

### 2.5.2 Normativa Americana EPA 40 CFR.

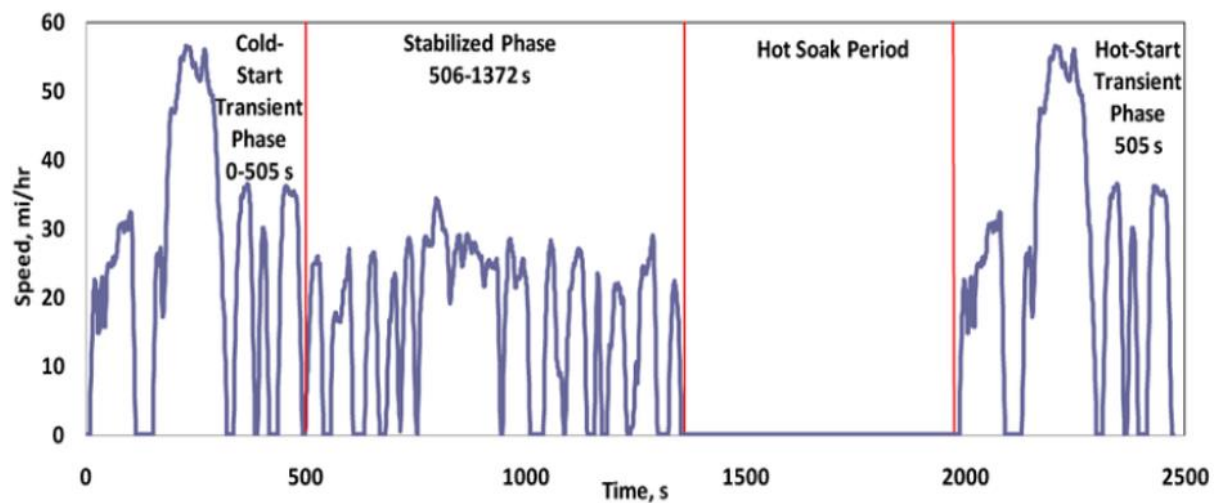
Estas pruebas son llevadas a cabo colocando la motocicleta en un dinamómetro de chasis, haciéndola rodar en el llamado tipo LA#4 o FTP-75 y midiendo el peso total de cada gas de escape (CO, HC y NO<sub>x</sub>) emitido por la motocicleta. Debe ser notado que estos estándares sirven para todos los vehículos de motor de gasolina, sin importar el peso o cilindrada.

La prueba tipo FTP-75 se lleva a cabo de la siguiente manera: Primero, la motocicleta es “sumergida” o dejada por 12 a 36 horas dentro del laboratorio a una temperatura ambiente controlada cuidadosamente (mantenida entre 20° C (68° F) y 30° C (86° F)), de allí el motor

del vehículo es arrancado en frío. Los pesos en g/milla (gramos por milla) de CO, HC y NOx emitidos, son medidos con una muestra de volumen constante (CVS), mientras la motocicleta es probada en un dinamómetro de chasis con el patrón del tipo LA#4, denominado así porque simula el patrón de manejo de un vehículo encontrado en una extensión de la carretera U.S. 4 que atraviesa el Condado de Los Ángeles, California (Toyota, 2013), tal como se muestra en la figura 12.

**Figura 12**

*Programa de Manejo Urbano – FTP-75 Tipo LA#4*



Fuente: (Amino, 2023)

El procedimiento consta de las siguientes fases:

- Fase I o transitoria de arranque en frío (temperatura ambiente 20-30 ° C), 0-505 s.
- Fase II o estabilizada, 506-1372 s.
- Fase III, remojo en caliente (mínimo 540 s, máximo 660 s).
- Fase IV o transitoria de arranque en caliente, 0-505 s.

### **2.5.3 Normativa Europea 2002/51/ECE.**

La mayoría de los países europeos que no usan los estándares de USA ( como si lo hace Suiza y Suecia), usan los estándares de emisiones de escape de la ECE, llamados así porque fueron desarrollados en la comunidad económica europea ( ECE o EEC). Hay tres estándares en el ECE, llamados tipo I, tipo II y tipo III.

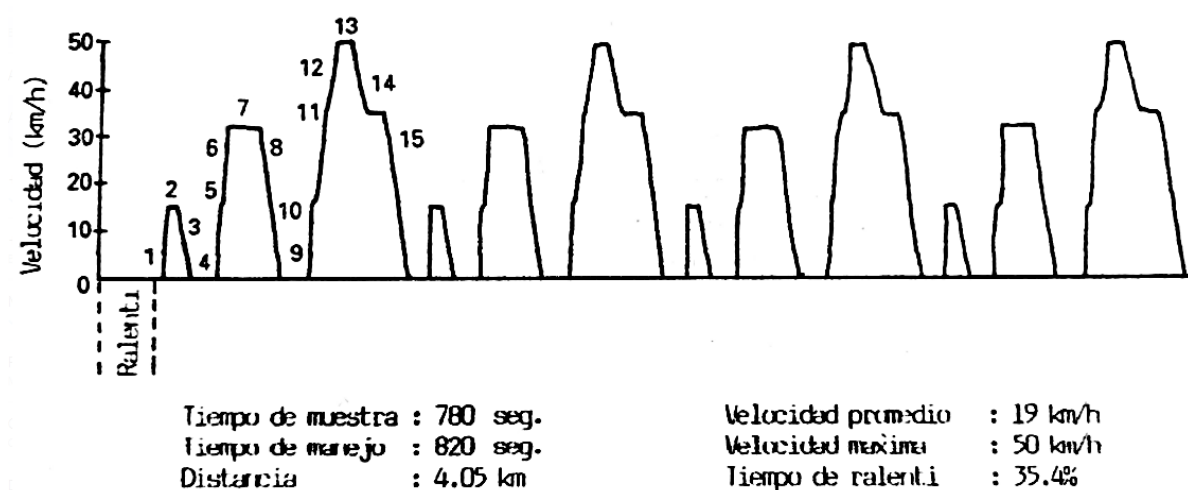
En la prueba de tipo I el vehículo es recorrido en un dinámetro de chasis en el modelo de muestra de volumen constante, y los pesos de CO, HC y NOx emitidos por el vehículo son

medidos. Esta prueba es como la prueba de EPA 40 CFR de Estados Unidos, empieza desde un arranque en frío después de que el carro ha sido sumergido (por lo menos 6 horas) a  $20^{\circ}\text{C}$  –  $30^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$  –  $86^{\circ}\text{C}$ ) durante la prueba de peso del CO y el peso total combinado de HC y NOx son medidos mientras la motocicleta rueda por un ciclo de los 15 modos incluyendo ralentí, aceleración recorrido estable y desaceleración en seguida, esto es repetido tres veces más como se muestra en la figura 13. A diferencia de la prueba de USA los valores estándares varían dependiendo del peso de la motocicleta.

En la prueba de tipo II, la densidad del CO en ralentí (en %) es medida, mientras en la prueba de tipo III se mide el gas del escape del cilindro. A diferencia de la prueba de USA, sin embargo, la cantidad de gas que se evapora del sistema de combustible no es medido (Toyota, 2013).

**Figura 13**

*Programa de Manejo Urbano en la ECE*



Fuente: (Toyota, 2013)

#### 2.5.4 Muestra de Volumen Constante (CVS)

El CVS es un tipo de sistema usado para medir el peso de los gases CO, HC y NOx presentes en el gas de escape de los vehículos, todo este proceso se puede analizar en la figura 14.

Todos los gases de escape de la tubería de escape son diluidos con aire introducido a la cámara de muestra por un soplador Roots. La cantidad de gas de escape diluida y el aire introducido es medido por un contador y la mayor parte de la mezcla aire/gas de escape es

descargado de la muestra. Una pequeña parte de la muestra sin embargo es almacenada en la bolsa 1 y la densidad de cada gas (CO, HC, NOx) es medida.

El peso de cada gas es encontrado multiplicando la concentración de cada gas en la bolsa 1 por la densidad del gas y por el volumen de descarga del soplador (medido por el contador):

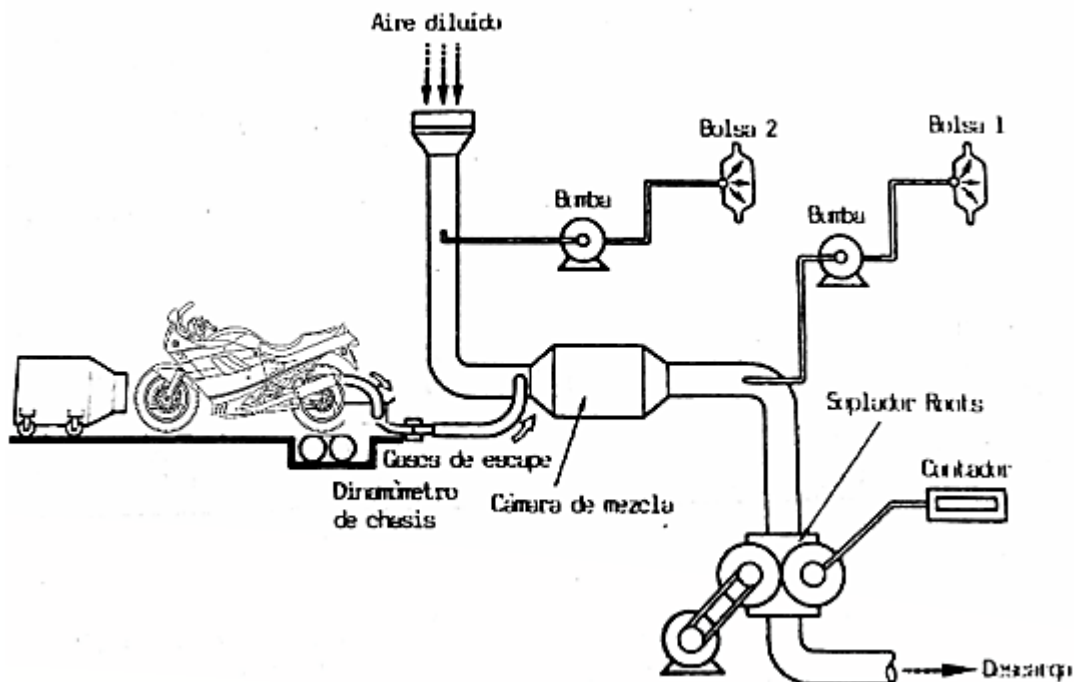
$$W = C \times D \times V$$

Donde:  $W$  = Peso del gas  
 $C$  = Concentración del gas  
 $D$  = Densidad del gas  
 $V$  = Descarga del volumen del soplador

El resultado debe ser regulado o tomado en cuenta la temperatura ambiental, la presión y las cantidades de CO, HC y NOx colectados en el aire ambiente de la bolsa 2 antes de ser mezclados con el gas de escape. La bolsa 2 actúa revisando el aire en la bolsa 1, las cantidades de CO, HC y NOx en la bolsa 2 son restadas de las cantidades de CO, HC y NOx de la bolsa 1 (Toyota, 2013).

#### **Figura 14**

##### *Proceso de Muestra de Volumen Constante (CVS)*



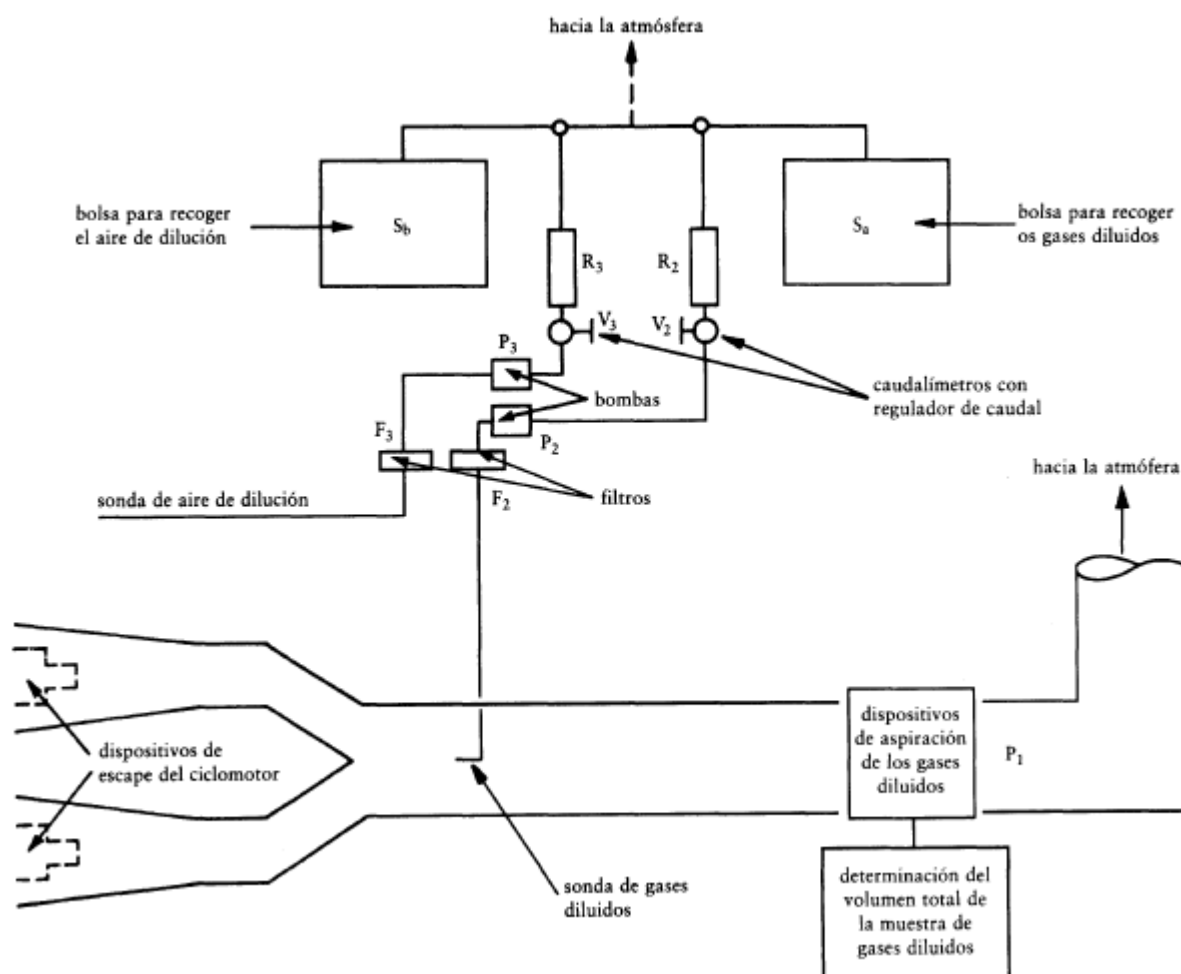
Fuente: (Toyota, 2013)

## 2.6 Características de Equipos Usados para Análisis de Emisiones Contaminantes

Los equipos para poder realizar la implementación del análisis de emisiones contaminantes en las motos son los que deben cumplir el proceso de muestra de volumen constante CVS indicado en la figura 14 anterior y que se analiza a detalle en el flujo de distribución del proceso CVS de la figura 15.

**Figura 15**

*Equipos Usados en el Proceso CVS Según la Norma Europea*



Fuente: (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2013)

### 2.6.1 Dinamómetro de Chasis

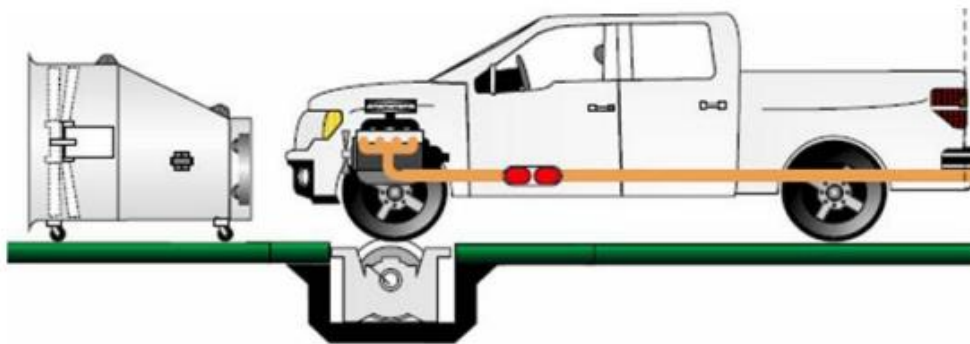
Es un instrumento para medir fuerzas, con base en la deformación elástica de un resorte calibrado. Se conoce también como dinamómetro o banco dinamométrico a los dispositivos empleados para absorber o disipar la potencia generada por una máquina basándose en la

medición de ciertos parámetros como el par torsional y la velocidad angular. Dependiendo del principio de operación del dinamómetro se realiza la estimación de la potencia mecánica generada por la máquina, bajo diferentes condiciones de funcionamiento (Cerecero, 2015).

El dinamómetro de chasis es un equipo auxiliar en las pruebas de aceleración simulada empleadas para la medición objetiva de las emisiones vehiculares. Esta norma especifica la aplicación de una carga de frenado al vehículo bajo prueba, simulando condiciones reales de manejo, potencia al freno que aplica el dinamómetro de chasis al vehículo. Es importante asegurar que el dinamómetro aplique correctamente la carga de camino, de lo contrario, podría esforzar en mayor medida o no exigirle lo suficiente a los vehículos durante la prueba, perdiendo el control de los parámetros mínimos necesarios para llevar a cabo la medición de las emisiones vehiculares, similar a lo que se observa en la figura 16.

**Figura 16**

*Esquema de un Dinamómetro de Chasis*



Fuente: (Cerecero, 2015)

### **2.6.2 Acoples de Conexión al Escape de la Motocicleta**

Estos acoples son por lo general son mangueras de alta resistencia a la temperatura de aproximadamente unos 220°C a la salida del escape de una motocicleta (VX250 Adventure, 2020).

Las mangueras que se colocan en el escape tienen que soportar más calor extremo y deben fabricarse con materiales diferentes dependiendo de la temperatura del entorno en el que

trabaja la manguera (figura 17). Esto significa que las mangueras están disponibles en silicona, en fluorosilicona, en caucho EPDM o en otro material que cumpla las exigencias que se espera de ellas (Gatestechzone, 2019).

**Figura 17**

*Mangueras de Conexión al Tubo de Escape*



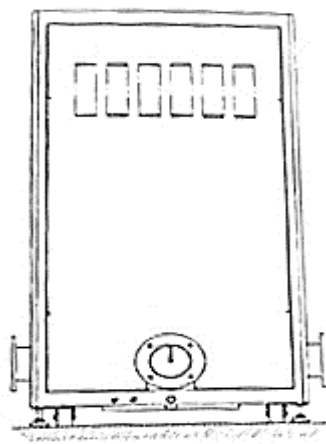
Fuente: (Gatestechzone, 2019).

### **2.6.3 Dispositivo de Mezcla Remota de Aire Tipo T (RMT)**

El RTM proporciona el filtro de aire para el aire de dilución y el filtro de carbón el que se muestra en la figura 18, funcionando para introducir el gas de emisión y el aire de dilución simultáneamente. El gas de emisión se puede recolectar al costado del vehículo de prueba dividiendo esta unidad de la unidad de muestreo de gases de escape (ESU) (Nevius, 2017).

**Figura 18**

*Dispositivo de Mezcla Remota de Aire*



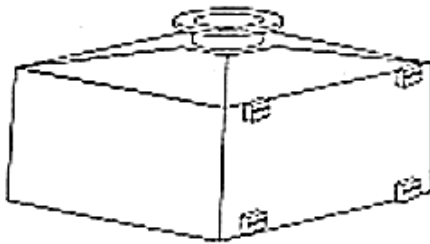
Fuente: (Horiba, 2016)

#### **2.6.4 Filtro de Aire**

Esta unidad elimina el polvo del aire ambiente a medida que ingresa al CVS que se muestra en la figura 19. También elimina los hidrocarburos con un filtro de carbón activado. Esto asegura que el aire de dilución contenga menos de 15 ppmC de hidrocarburos (Horiba, 2016).

**Figura 19**

*Filtro de Aire*



Fuente: (Horiba, 2016)

#### **2.6.5 Intercambiador de Calor**

El intercambiador de calor que se muestra en la figura 20 controla la temperatura de los gases de escape diluidos dentro de  $\pm 5$  grados C de la temperatura de funcionamiento. El objetivo para esta temperatura es de 40 grados C. La consistencia de la temperatura promueve un índice de flujo constante y un muestreo proporcional (Horiba, 2016).

**Figura 20**

*Intercambiador de Calor*



Fuente: (Horiba, 2016)

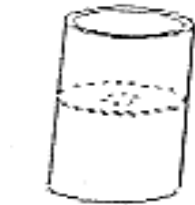


### 2.6.6 Mezclador

El mezclador provee una mezcla adecuada del aire diluido que se muestra en la figura 21 y de la emisión de gases de escape por medio de la creación de turbulencia. Este es el método de mezcla estándar. (Horiba, 2016)

**Figura 21**

*Mezclador*



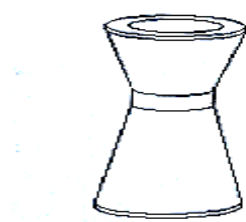
Fuente: (Horiba, 2016)

### 2.6.7 Venturi de Flujo Crítico – CFV

El CFV que se muestra en la figura 22 se utiliza para medir el caudal total del gas de emisión diluido. La proporción entre la presión de la garganta del CFV y la presión de entrada del CFV disminuye a medida que la velocidad en la garganta aumenta. Cuando la velocidad de la garganta alcanza la velocidad sónica, la presión se mantiene para que la relación sea en un nivel especificado (0,528 para el aire). En este punto, la tasa de flujo másico a través del CFV es constante bajo la misma temperatura y presión de entrada. El caudal fijo en el CFV se determina utilizando una ecuación que incluye la presión de entrada, la temperatura de entrada y otros factores que definen el tipo de venturi (Horiba, 2016).

**Figura 22**

*Venturi de Flujo Crítico - CFV*



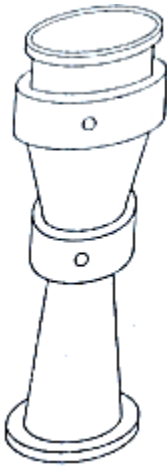
Fuente: (Horiba, 2016)

### 2.6.8 *Medidor de Flujo Venturi*

El caudalímetro venturi que se muestra en la figura 23, este se instalará en el sistema CVS como venturi principal, para medir el caudal total del gas de emisión diluido. El caudal se obtiene a partir de la presión de entrada, la temperatura de entrada y la presión diferencial en la garganta. El medidor de flujo venturi permite un rango bastante amplio en comparación con CFV, por un mecanismo en el que se utiliza el campo subsónico. El caudal se convierte al de la condición estándar y se muestra en el CRT (Horiba, 2016).

**Figura 23**

*Medidor de Flujo Venturi*



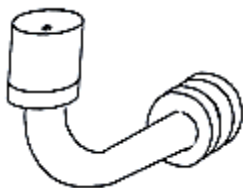
Fuente: (Horiba, 2016)

### 2.6.9 *Venturi de Muestra*

El venturi de flujo crítico que se visualiza en la figura 24 sirve para la medición del flujo en la muestra del gas de escape diluido en la bolsa (Horiba, 2016).

**Figura 24**

*Medidor de Flujo Venturi*



Fuente: (Horiba, 2016)

### **2.6.10 Unidad de Muestreo de Bolsas (BSU – Bag Sampling Unit)**

La BSU guarda los gases de emisión diluidos recogidos en la ESU en la bolsa y los envía a los analizadores.

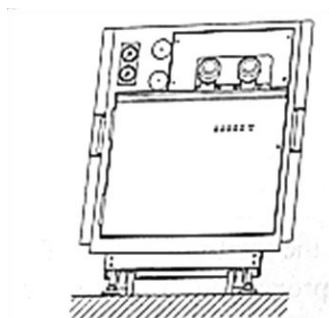
Esta unidad en sí misma generalmente se denomina SHS (Sample Handling System) en su uso individual. La BSU normalmente contiene la bolsa y el recinto además de SHS (Horiba, 2016).

### **2.6.11 Sistema de Manipulación de Muestras (SHS)**

Funciona en el envío de gas de la bolsa a los analizadores que se visualiza en la figura 25. En este sistema, los gases de escape diluidos se recogen en la bolsa a través del colector de aceite mediante la bomba de muestreo interna (Horiba, 2016).

**Figura 25**

*Sistema de Manipulación de Muestras*



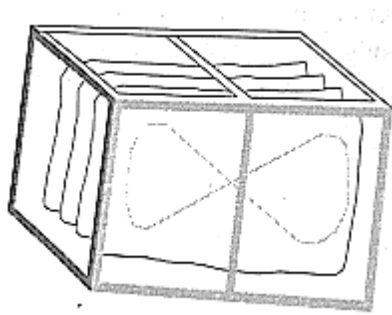
Fuente: (Horiba, 2016)

### **2.6.12 Bolsas**

Las muestras de los gases de escape diluidos y del aire de dilución se recogen en bolsas CVS que se muestra en la figura 26.

Se utiliza un par de bolsas para recoger una muestra de aire de dilución y una muestra de escape diluida del mismo período de tiempo.

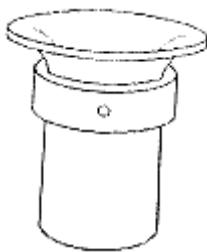
El CVS estándar usa 3 pares de bolsas. Las unidades se pueden modificar para aceptar hasta 6 pares de bolsas, si es necesario (Horiba, 2016).

**Figura 26***Sistema de Manipulación de Muestras*

Fuente: (Horiba, 2016)

**2.6.13 Orificio De Aproximación Fluido – SAO (SMOOTH APPROACH ORIFICE)**

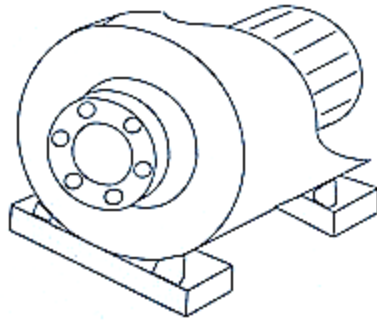
El SAO es un caudalímetro para calibrar y probar el venturi principal (medidor de caudal Venturi /CFV), se lo observa en la figura 27. Los datos de prueba, como los coeficientes de corrección, se suministran con el SAO (Horiba, 2016).

**Figura 27***Orificio de Aproximación de Fluido*

Fuente: (Horiba, 2016)

**2.6.14 Turbocompresor – Blower**

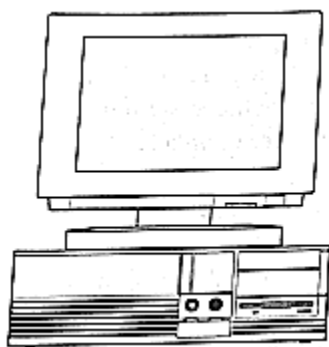
Esta unidad proporciona succión para el gas de escape diluido a través del CFV, se muestra en la figura 28. También se utiliza como sistema de succión que contiene venturi tipo SAO. El soplador empuja el gas diluido a través del venturi hasta que el gas alcanza la velocidad sónica. La velocidad del soplador se regula para mantener un caudal adecuado durante las diferentes fases de la prueba (Horiba, 2016).

**Figura 28***Turbocompresor*

Fuente: (Horiba, 2016)

**2.6.15 Unidad De Control Principal (MCU)**

El MCU es la unidad central de mando que se muestra en la figura 29, esta envía instrucciones también e intercambia datos con la unidad de muestreo y las bolsas recogedoras a través de la red. La MCU proporciona el control de la CVS y permite la entrada de datos y su configuración. El control CVS, está ubicado en el menú de comandos en el panel básico. Los ajustes y las utilidades se encuentran en el menú de utilidades (Horiba, 2016).

**Figura 29***Unidad de Control Principal*

Fuente: (Horiba, 2016)

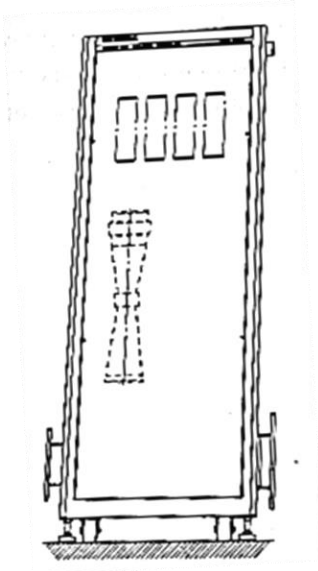
**2.6.16 Unidad de Muestreo de Gases de Escape - ESU**

El ESU es la unidad principal del sistema CVS que se muestra en la figura 30 y consta de la unidad IFC, el venturi principal, el filtro y el mezclador. Aquí se mezcla el gas diluido

emitido, el cual es recolectado en RTM (T de mezcla remota) y se realiza la medición de su caudal (Horiba, 2016).

### **Figura 30**

#### *Unidad de Control Principal*



Fuente: (Horiba, 2016)

#### **2.6.17 Unidad de Control de Interface - IFC**

La unidad IFC (unidad de control de interfaz) proporciona al CVS un enlace con la MCU. El IFC interpreta los comandos enviados por la MCU a través de la LAN y los entrega a los módulos CVS. La IFC también recopila señales y las remite a la MCU. El IFC y el CVS están enlazados por señales digitales. El IFC está montado en el interior y recibe energía de la ESU (Horiba, 2016).

#### **2.6.18 Cabina de Control**

El sistema eléctrico está contenido en las siguientes cabinas de control.

- La cabina de control de potencia con la unidad de retroalimentación rectificador-regenerativa (Módulo de Línea Activa, ALM) y unidad inversor.

La cabina de control de potencia se compone esencialmente de la unidad de retroalimentación rectificadora-regenerativa y un inversor de frecuencia controlado por

vectores para controlar el motor asíncrono, así como un convertidor de frecuencia para controlar el ventilador de flujo de aire.

Además, hay una línea de servicio para el suministro de energía del gabinete de control. El comprador debe suministrar el alimentador eléctrico hasta el punto de alimentación MAHA-AIP.

– La cabina de control con electrónica de control y regulador y controles e indicadores: Está equipada con todos los componentes necesarios para el control del banco de pruebas, el procesamiento de las mediciones y la regulación de los accionamientos. El controlador lógico programable (PLC) y los módulos de control del banco de pruebas forman parte de é (Horiba, 2016) 1.

### Capítulo III

#### Implementación del Ensayo de Emisiones Contaminantes

##### 3.1 Selección de Motos Para el Ensayo

La selección de motos a evaluar se da en base a las que más se venden, lo que lleva a entender que son las que más se importan o ensamblan, esto es el caso de la industria de ensamblaje de motos en el Ecuador, ha crecido sustancialmente en los últimos años, y esto es debido a que más del 80% de motos que se venden aquí, son de hasta 150cc y se usan para trabajo (Ride Safe, 2023). Es por ello que se seleccionó a motos con el cilindraje de 150cc, 200cc, 250cc y 650cc. También se seleccionó a estos cilindrajes dependiendo del país de fabricación como India, China, Colombia y Ecuador. De igual forma se seleccionó a las motos según el año de fabricación, debido a que según la norma RTE 136 (2R) deben ser motocicletas con años a partir del 2014, es por ello que se selecciona a motos del año 2018 y 2019. Por temas de confidencialidad no se da en este proyecto los nombres de las marcas. Todos estos detalles se pueden observar en la tabla 3.

**Tabla. 3**

*Listado de Motocicletas para el Ensayo de Emisiones*

<b>Designación para Ensayo</b>	<b>Placa</b>	<b>VIN</b>	<b>Año</b>	<b>Masa (Kg)</b>	<b>Modelo (CC)</b>	<b>País</b>
Motocicleta A	230Q	8101031	2019	148	155	India
Motocicleta B	523T	1102845	2018	178	248	China
Motocicleta C	506Q	C100589	2019	216	645	Colombia
Motocicleta D	524T	1101629	2018	188	248	China
Motocicleta E	622G	C029173	2019	126	199	Ecuador

Cabe indicar que en el caso de las tricimotos estas usan el mismo motor de una motocicleta, es por ello que la selección se basará únicamente con las motos de la tabla 3.

En la figura 31 y en la tabla 4 se analiza las características de una motocicleta de 150cc (Motocicleta A) usada para el ensayo. Las demás características de las motos son también



similares, pero en base a su cilindraje.

**Figura 31**

*Motocicleta A – 150cc*



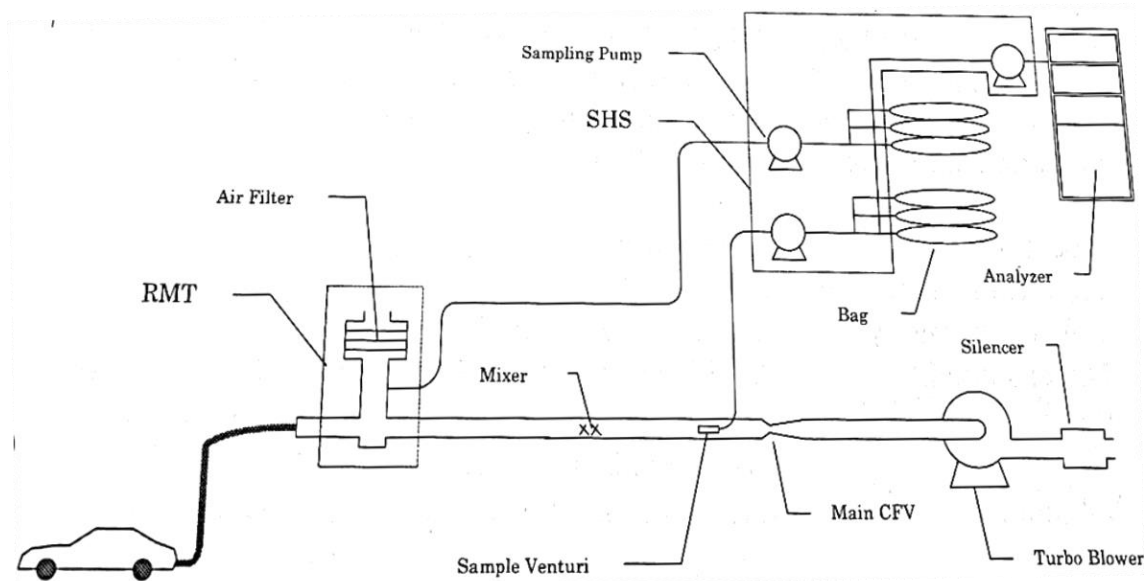
**Tabla. 4**

*Características de la Motocicleta A – 150cc*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Cilindrada	155cc
Sistema de Combustión	Inyectada
Refrigeración	Aire
N° de Cilindros	1
Compresión	9.8:1
Potencia	14CV a 6000 rpm
Par	14,5 Hp a 8.000 rpm
Sistema de Partida	Eléctrico y Pata
Transmisión	5 cambios
Embrague	Multidisco Húmedos
Tanque de Combustible	12 Lts

### **3.2 Selección del Lugar para Realizar el Ensayo**

El ensayo se lo realiza en el laboratorio del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), el cual cuenta con el equipo de muestra de volumen constante. Este equipo es de la marca Horiba modelo CVS – 7000, el cual se muestra en la figura 32.

**Figura 32***Equipo CVS – 7000 del Laboratorio CCICEV*

Fuente: (Horiba, 2016)

Como se observa en la figura 32 el equipo CSV- 7000 posee todas las características descritas para un equipo de medición de gases por volumen.

### **3.3 Adquisición de Acoples para la Conexión entre el Tubo de Escape y el Dispositivo de Mezcla Remota**

Existen casos en los que los diseños del tubo de escape no permite la inserción de la sonda de medición a la profundidad indicada por el fabricante del equipo y es necesario usar extensiones o acoples.

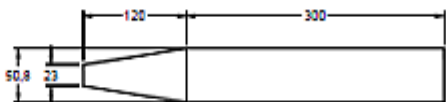
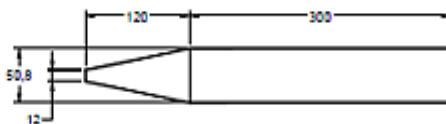

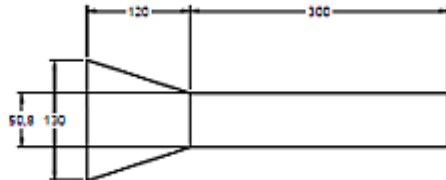
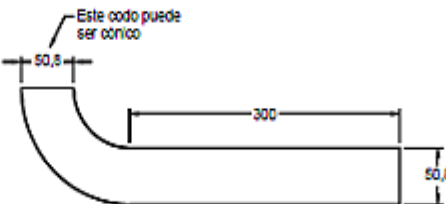
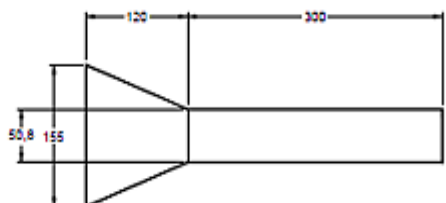
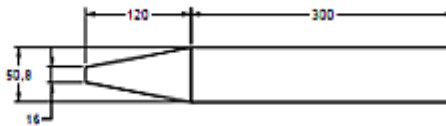
Para la fabricación de los acoples típicamente se emplea una combinación cono-tubo. Los conos se deben elaborar de un material resistente al calor y a los hidrocarburos, que no deteriore el tubo de escape y que se acomode fácilmente a formas ovaladas o circulares para facilitar un mejor sellado, por ejemplo, neopreno o el nitrilo de 50 mm de diámetro interno.

Aunque la prueba es corta y la transmisión de calor es baja, se recomienda emplear un aislante térmico o una manilla de soporte para evitar accidentes.

La figura 33 presenta una relación de algunas configuraciones de acoples para diferentes tubos de escape.

**Figura 33**

*Tipos de Acoples Para uso en Tubos de Escape*

Tipo de acople	Geometría del acople sugerido (dimensiones en mm)
Tipo 1	
Tipo 2	
Tipo 3	
Tipo 4	
Tipo 5	
Tipo 6	
Tipo 7	

Fuente: (INCONTEC, 2005)

Según la figura 33 se realizan los acoples adecuados para la conexión con el escape los cuales se muestran en la figura 34.

**Figura 34***Acoples Usados para las Cinco Motocicletas del Ensayo*

### **3.4 Condiciones Generales Para Hacer las Pruebas**

Todos los pasos para realizar el ensayo o prueba se basan según la Normativa Europea 2002/51/ECE en lo que se refiere al Ensayo Tipo I y II (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2013).

#### **3.4.1 Especificaciones del Combustible Para Usar en el Ensayo**

El combustible para usar será la gasolina Super de 92 octanos (RON) que significa Research Octane Number según la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 935 la cual está basada en la Normativa Europea (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2021). Para ello se realiza pruebas con muestras obtenidas de diferentes gasolineras de la ciudad de Guayaquil las cuales son llevadas a laboratorios de análisis de los parámetros según la norma. Este análisis fue realizado como parte de un proyecto similar que se realizó para la homologación de motos y los laboratorios que se utilizaron fueron los siguientes:

- a) Laboratorio del Departamento de Petróleos, Energía y Contaminación de La Universidad Central y;
- b) Laboratorio de Combustibles, Biocombustibles y Aceites Lubricantes de la Escuela Politécnica Nacional.

Los resultados de los laboratorios seleccionados se colocan en la tabla 5 para poder visualizar la diferencia de los valores obtenidos. Los resultados de los parámetros obtenidos de la Escuela Politécnica nacional de Quito fueron:

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| a) Número de octanos.         | e) Presión de vapor.               |
| b) Temperatura destilación.   | f) Corrosión a la lámina de cobre. |
| c) Punto final de ebullición. | g) Contenido de gomas.             |
| d) Residuo de destilación.    | h) Contenido de azufre.            |

Los resultados de los parámetros obtenidos de Universidad Central de Ecuador fueron: a) Contenido de plomo; b) Contenido de manganeso; c) Contenido de hierro.

**Tabla. 5**

*Resultados de Pruebas en Laboratorios*

PARAMETROS		UNIDAD	GOMEZ RENDON	PORTETE	VIA DURAN TAMBO
NÚMERO DE OCTANOS, RON		N/A	92,4	95,1	91,1
DESTILACIÓN ASTM D86	TEMPERATURA DESTILACION				
	10%	°C	54	71,2	35
	50%	°C	102,5	116,3	54,9
	90%	°C	168,6	172,9	165,4
	PUNTO FINAL DE EBULLICIÓN	°C	215,6	210,7	201,6
	RESIDUO DE DESTILACIÓN	%	1	1	1
PRESIÓN DE VAPOR		kPa	53	54	55,5
CORROSIÓN A LA LÁMINA DE COBRE (3H A 50°C)		N/A	1a	1a	N/A
CONTENIDO DE GOMAS		mg/100m L	0,6	0,8	1
CONTENIDO DE AZUFRE		%	0,00279	0,00232	0,00208
CONTENIDO DE PLOMO		mg/L	0	0	N/A
CONTENIDO DE MANGANESO		mg/L	0	0	N/A
CONTENIDO DE HIERRO		mg/L	0	0,017	N/A

Fuente: (Laboratorios DPEC y LACBAL, 2022)

Como se muestra en los resultados el predominante es el número de octanos (Research Octane Numbre 92), cuyo valor más alto lo tiene la gasolinera Portete de Tarqui.

Una vez definido el combustible específico según la norma se debe vaciar completamente el tanque de combustible de las motos según la figura 35.

Esto con el fin de poder colocar la gasolina que se utilizará para el ensayo de emisiones.

### ***Figura 35***

#### ***Extracción del Combustible en la Motocicleta Antes del Ensayo***



#### ***3.4.2 Acondicionamiento del Lugar del Ensayo***

Antes del ensayo, la motocicleta o tricimoto se mantendrá en una habitación en la cual la temperatura permanezca relativamente constante entre 20°C y 30°C, esta medición se la realiza por medio del barómetro MarketLAB calibrado por la compañía Elicrom y que se visualiza en la figura 36.

Con el objetivo de que el área de trabajo se encuentre aclimatada y tener un entorno controlado, para realizar las pruebas con el dinamómetro. Este proceso tiene una duración de 24 horas.

**Figura 36***Barómetro Para Control del Lugar del Ensayo***3.4.3 Presión de los Neumáticos**

La presión de los neumáticos será la misma que haya indicado el fabricante para realizar el ensayo preliminar en carretera para la regulación del freno del dinamómetro, para ello se debe verificar las características según la figura 37. No obstante, si el diámetro de los rodillos del dinamómetro fuera inferior a 500 mm, se aumentará la presión de un 30 % a un 50 % para evitar el deterioro de las llantas.

**Figura 37***Características del Neumático*

### **3.4.4 Masa de Soporte del Técnico que Realiza el Ensayo**

La masa soportada por la rueda accionada será la misma que cuando se utilice la motocicleta o tricimotos en condiciones normales de conducción, con un conductor que pese 75 kg.

## **3.5 Proceso de Montaje de la Motocicleta en el Dinamómetro**

La motocicleta o tricimoto debe cumplir con el proceso de muestra de volumen constante (CVS), es decir estos se colocarán en un banco dinamométrico que tenga un freno y un volante de inercia.

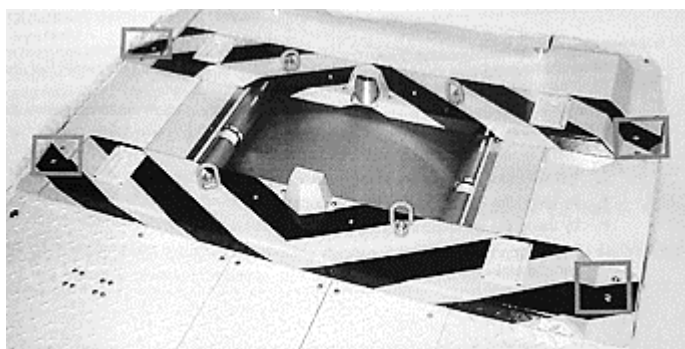
### **3.5.1 Montaje Rueda Posterior**

Este montaje consiste en colocar la rueda posterior motriz sobre el rodillo del dinamómetro el cual posee un cobertor lateral de seguridad tal como se muestra en la figura 38 y 39. Este nos permitirá tener la llanta posterior de la motocicleta en una posición fija y sin posibilidad de movimientos laterales . Se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Abra las cubiertas del rodillo.
2. Instale las dos cubiertas laterales del rodillo en el lado izquierdo como se muestra en la figura 38.

**Figura 38**

*Rodillo con Cubierta Lateral*



Fuente: (Horiba, 2016)

3. Los dos pernos de inserción de cada cubierta deben encajar en las aberturas

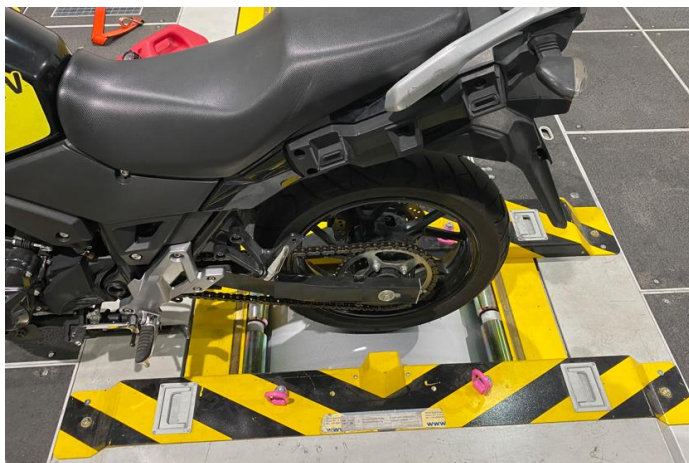


correspondientes del marco del banco de pruebas.

4. Fije las cubiertas laterales del rodillo apretando los dos tornillos (marcados en la figura 38) en cada cubierta lateral del rodillo con una llave de boca.

### ***Figura 39***

*Rueda Posterior de la Motocicleta Colocada en el Rodillo*



### ***3.5.2 Sujeción de la Parte Trasera de la Motocicleta***

Para aumentar la fricción entre el neumático y el balanceo, la parte trasera de la motocicleta debe fijarse al banco de pruebas mediante correas de sujeción tal como se ve en la figura 40, para ello se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Fijar la parte trasera de la motocicleta por ambos lados mediante las correas de sujeción. Se debe fijar las correas de sujeción a las abrazaderas de las cubiertas laterales de los rodillos.
2. Tensar las correas de sujeción de forma que los movimientos de la motocicleta se reduzcan al mínimo.
3. Atar los extremos sueltos de las correas de sujeción de tal manera que no queden cerca de neumáticos y rodillos, ya que pueden ser atrapados y arrastrados. Tener en cuenta la corriente de aire del ventilador de corriente de aire.
4. Verificar que el sistema de retención del vehículo esté correctamente instalado y ajustado

antes de iniciar la prueba.

**Figura 40**

*Sujeción de la Parte Trasera de la Motocicleta*

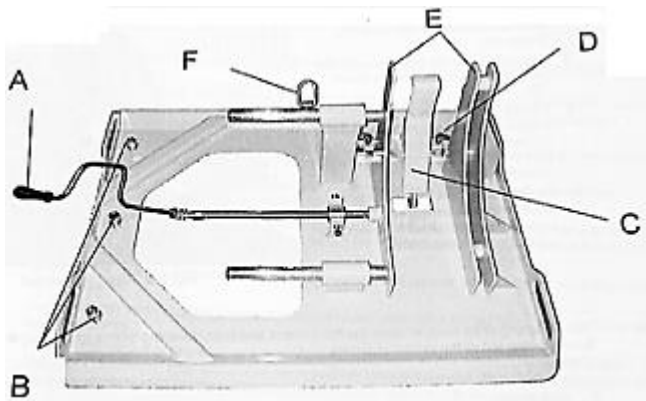


### 3.5.3 Montaje Rueda Delantera

Este proceso de montaje consiste en colocar la rueda delantera no motriz sobre el componente de sujeción mecánica con ranura en T, el cual sirve como fijación y sujeción de la motocicleta para realizar la prueba. En la figura 41 se muestra las partes de este componente.

**Figura 41**

*Partes del Componente de Sujeción Mecánica con Ranura en T*



Fuente: (Horiba, 2016)

En esta figura 41 se muestran las siguientes partes del sujetador mecánico tipo T:

- |    |                                    |                                      |
|----|------------------------------------|--------------------------------------|
| A. | Manivela                           | tope                                 |
| B. | Tuercas de fijación de los bloques | E. Bloques de sujeción               |
|    | deslizantes                        | F. Horquilla para la fijación de las |
| C. | Placa de tope                      | correas de sujeción                  |
| D. | Palancas de ajuste de la placa de  |                                      |

El procedimiento de fijación se muestra en la figura 42:

1. Posicione la rueda delantera de la motocicleta entre el bloque de sujeción (E).
2. La posición del plato de parada (C) puede ajustarse con la palanca (D).
3. Una vez que la rueda delantera este en esta posición adecuada, cierre el bloque de sujeción (E) usando la manivela (A). Se debe asegurar que la rueda no se deslice hacia afuera del dispositivo de anclaje.
4. Fije la rueda delantera a los bloques de sujeción con una correa de sujeción para que la rueda delantera se salga.

### ***Figura 42***

#### ***Colocación de la Rueda Delantera en el Componente de Sujeción***



### 3.5.4 Montaje del Acople del Tubo de Escape al Mixer del CVS

Este montaje consiste en colocar el acople correspondiente en el tubo de escape de la motocicleta que se encuentre sobre el dinamómetro (figura 43). Una vez colocado el acople esté va agarrado a las mangueras del Mixer que están conectadas al analizador.

**Figura 43**

*Conexión del Acople del Tubo de Escape al Mixer del CVS*



### 3.6 Ingreso de Parámetros al Software del Analizador

Antes de empezar con el ensayo teniendo ya colocada la motocicleta en el dinamómetro y conectado el acople al Mixer del CVS, se debe ingresar la información necesaria que solicita la unidad de control principal (MCU) del CVS en el software denominado AIP – ECDM 48L – DynoServer SD. La información ingresada se visualiza en la figura 44 y es la siguiente:

- a) Tipo de Motocicleta ( Marca)
- b) Número de VIN
- c) Número de Chasis



- d) Año Modelo
- e) Peso de la Motocicleta
- f) Desplazamiento del Motor
- g) Descripción de Encendido
- h) Potencia del Vehículo
- i) Medida del Neumático
- j) Presión del Neumático
- k) Tipo de Transmisión

**Figura 44**

*Ingreso de Parámetros de la Motocicleta al Software*

The screenshot shows a software window titled 'Vehicle Data' with an 'OK' button. The window contains the following fields and values:

Parameter	Value	Unit
Vehicle Type:	200	
VIN:	C029173	
Vehicle Plate Number:	622G	
Model Year:	2019	
Vehicle Weight:	126.0	kg
Engine Displacement:	645.0	cc
Ignition Description:	1-3-4-2	
Vehicle Power:	15.1	kw
Tire Size:	70/100 R21 100/90-18	
Tire Pressure:	220.6	kPa
Odometer:	0.0	km
Transmission Description:	MANUAL	
Park Date:	Day: 12, Month: May, Year: 2022	
Park Time:	Hour: 15, Minute: 00	

At the bottom of the window, it displays: Soak Time = 29.2 hours

Una vez que se ingresa estos datos iniciales la MCU da paso al ingreso del ensayo, pero es muy importante según la Norma Europea 2002/51/ECE ingresar el dato de la *Inercia Equivalente* que se muestra en la figura 45.

Esta inercia es una adaptación a la traslación de la motocicleta en el dinamómetro.

La norma indica que se utilizará un volante de inercia en el dinamómetro que permita obtener una inercia total de las masas en rotación proporcional a la masa de referencia dentro de los límites establecidos en la tabla 6 siguiente:

**Tabla. 6**

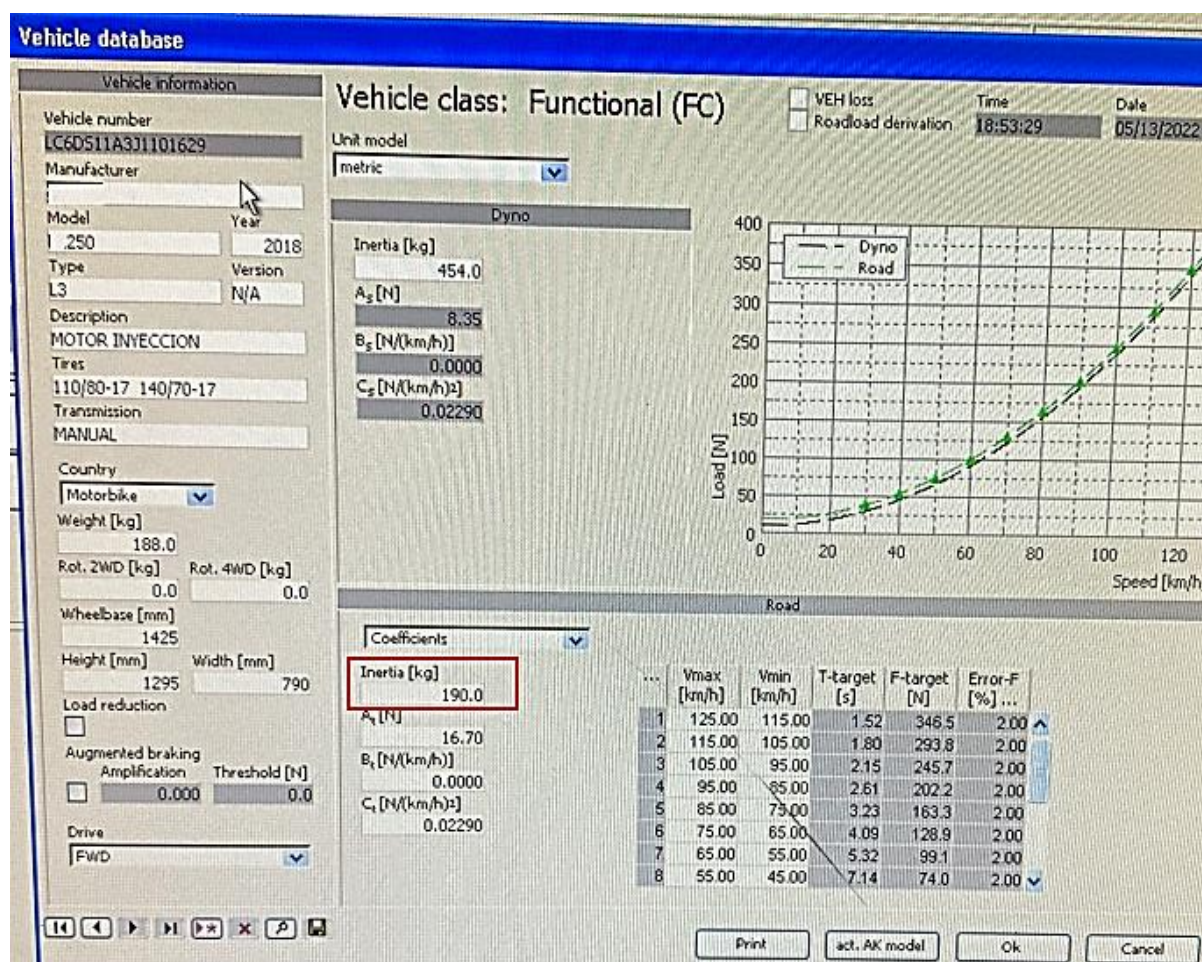
*Inercias Equivalentes en Base a la Masa Referencial de la Motocicleta*

Masa de referencia (R) (en kg)	Inercias equivalentes (en kg)	Potencia absorbida (en kw)
$R \leq 105$	100	0,88
$105 < R \leq 115$	110	0,90
$115 < R \leq 125$	120	0,91
$125 < R \leq 135$	130	0,93
$135 < R \leq 150$	140	0,94
$150 < R \leq 165$	150	0,96
$165 < R \leq 185$	170	0,99
$185 < R \leq 205$	190	1,02
$205 < R \leq 225$	210	1,05
$225 < R \leq 245$	230	1,09
$245 < R \leq 270$	260	1,14
$270 < R \leq 300$	280	1,17
$300 < R \leq 330$	310	1,21
$330 < R \leq 360$	340	1,26
$360 < R \leq 395$	380	1,33
$395 < R \leq 435$	410	1,37
$435 < R \leq 480$	450	1,44
$480 < R \leq 540$	510	1,50
$540 < R \leq 600$	570	1,56
$600 < R \leq 650$	620	1,61
$650 < R \leq 710$	680	1,67
$710 < R \leq 770$	740	1,74
$770 < R \leq 820$	800	1,81
$820 < R \leq 880$	850	1,89

Fuente: (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2013)

Figura 45

Ingreso de la Inercia Equivalente en el Software



Como se nota en la figura 45 en el cuadro de color rojo se ingresa el dato de la Inercia Equivalente el cual es de 190 Kg, este dato es tomado de la tabla 6 en donde la masa referencia de la motocicleta es de 188Kg correspondiente a la motocicleta D de 248cc.

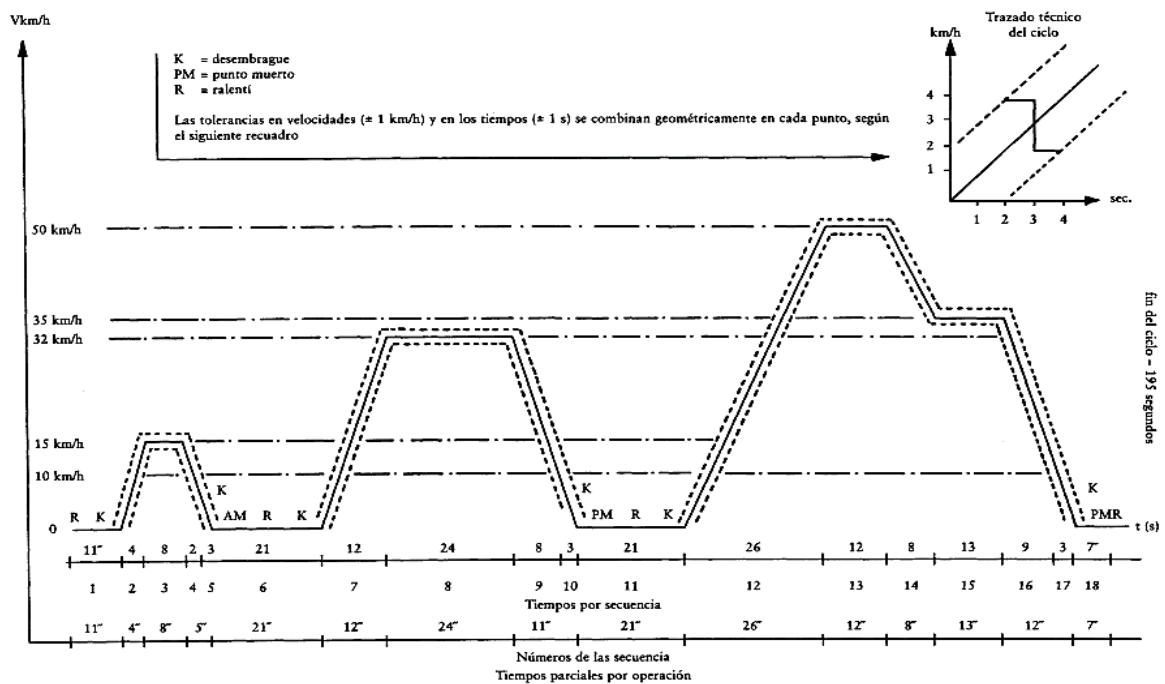
Este mismo procedimiento se realiza para las otras cuatro motocicletas de prueba.

### 3.7 Realización del Ensayo en Base al Programa de Manejo Urbano de la ECE

Se efectuará un ensayo basado en el ciclo de programa de manejo urbano según la Normativa Europea 2002/51/ECE (como en la figura 14 anterior), este deberá ser sin interrupción con una duración total de 13 minutos compuesto por cuatro ciclos como se muestra en la figura 46.

**Figura 46***Ciclo Real de Programa de Manejo Urbano en el CVS*

Cada ciclo estará compuesto a su vez por 15 operaciones de: ralentí, aceleración, velocidad constante, desaceleración tal como se muestra en la figura 47.

**Figura 47***Ciclo Teórico de Programa de Manejo Urbano en el CVS*

Fuente: (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2013)



### **3.7.1 Operación del Ciclo en Ralentí**

Los períodos de ralentí se efectuarán con el motor embragado y la caja de cambios en punto muerto como muestra la figura 48, considerando esta operación con caja de cambios manual, en caso de tener otro tipo de accionamiento de la caja de cambios se debe observar que indica la norma. Para efectuar las aceleraciones siguiendo el ciclo normal, se engranará la primera marcha de la motocicleta o del vehículo de tres ruedas con el motor desembragado 5 segundos antes de la aceleración que sigue al período de ralentí considerado. El primer ralentí del comienzo del ciclo estará compuesto por 6 segundos de ralentí con la caja de cambios en punto muerto y el motor desembragado, y de 5 segundos con la primera marcha engranada y el motor desembragado.

En los períodos de ralentí dentro de cada ciclo, los tiempos correspondientes serán, respectivamente, de 16 segundos en punto muerto y de 5 segundos en primera con el motor desembragado. El último período del ciclo durará 7 segundos, en punto muerto y con el motor embragado.

**Figura 48**

*Ciclo de Operación en Ralentí*



### **3.7.2 Operación del Ciclo en Aceleraciones**

Las aceleraciones se efectuarán de manera que su valor sea lo más constante posible mientras dure la secuencia.

Si la motocicleta o tricimoto no pudiera acelerar lo suficientemente como para efectuar las fases de aceleración dentro de los límites de tolerancia prescritos, se conducirá con el puño del acelerador totalmente abierto, hasta que se alcance la velocidad exigida para el ciclo y para que éste pueda continuar normalmente, la forma que se realiza se puede observar en la figura 49.

**Figura 49**

*Ciclo de Operación en Aceleraciones*



### **3.7.3 Operación del Ciclo en Desaceleraciones**

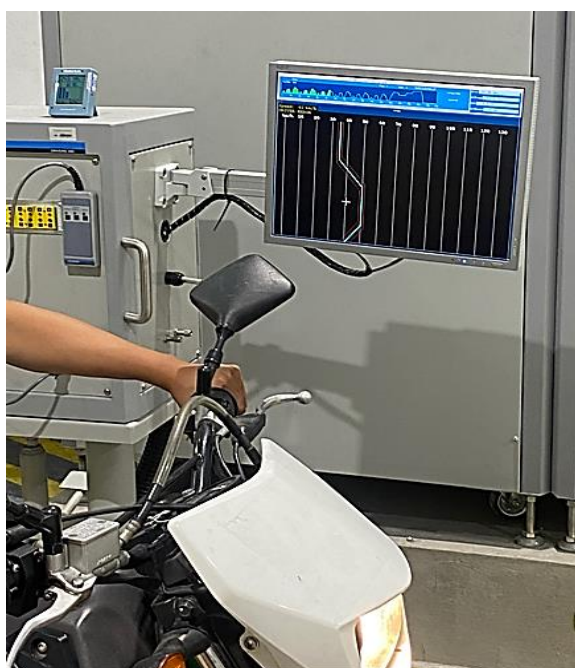
Todas las desaceleraciones se efectuarán cerrando totalmente el puño del acelerador, quedando embragado el motor. El desembragado del motor se hará a una velocidad de 10 km/h. Si la desaceleración requiriese más tiempo del previsto para esta fase, se utilizarán los frenos de la motocicleta para seguir el ciclo. Si la desaceleración requiriese menos tiempo del previsto para esta fase, se recuperará el tiempo del ciclo teórico mediante un

estado constante o un período al ralentí que enlazará con la operación siguiente al estado constante o al ralentí.

Al final del período de desaceleración (detención de la motocicleta o del vehículo de tres ruedas en los rodillos) la caja de cambios se pondrá en punto muerto y el motor quedará embragado, tal como se muestra en la figura 50.

### **Figura 50**

#### *Ciclo de Operación en Desaceleraciones*



### **3.8 Toma y Determinación de las Muestras en Condiciones de Caudal Constante**

Durante el ensayo los gases de escape se diluirán con el aire para obtener un caudal volumétrico constante de mezcla.

En todo el ensayo se recogerán en unas bolsas las muestras tomadas en condiciones de caudal constante para determinar sucesivamente la concentración (media durante el ensayo) de monóxido de carbono, de hidrocarburos no quemados, de óxidos de nitrógeno y de dióxido de carbono como se muestra en la figura 51.

### **3.8.1 Determinación de la Concentración de los Hidrocarburos**

La concentración de los hidrocarburos (HC) no quemados en las muestras acumuladas en las bolsas y durante los ensayos se determinará mediante un analizador del tipo de ionización de llama.

### **3.8.2 Determinación de las Concentraciones de CO y CO<sub>2</sub>**

Las concentraciones de óxido de carbono CO y de gas carbónico CO<sub>2</sub> en las muestras recogidas en las bolsas 1 y 2 durante los ensayos, se determinarán mediante un analizador del tipo no dispersivo de absorción en el infrarrojo.

### **3.8.3 Determinación de las Concentraciones de NO<sub>x</sub>**

La concentración de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en las muestras acumuladas en las bolsas 1 y 2 durante los ensayos se determinará mediante un analizador del tipo de quimioluminiscencia.

## **Figura 51**

*Conjunto de Bolsas de Concentración de Gases Analizados*



**Figura 52**

*Resultado de los Gases Contaminantes al Final del Ensayo*



Todos los gases pasan al MCU en donde se visualiza la concentración de cada gas contaminante analizado de cada motocicleta y así poder obtener los datos a analizar, esto se ve en la figura 52.



## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

Los gases de escape contenidos en las bolsas se analizarán lo antes posible y, en cualquier caso, antes de que pasen 20 minutos desde el final del ciclo de ensayo. El objetivo del presente documento es determinar si las motos, las cuales se realizaron las pruebas en la ciudad de Quito en los laboratorios del CCICEV cumplen o no la normativa dispuesta por el INEN, específicamente los valores establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 136, denominado “Motocicletas”. Dentro del RTE 136 se menciona la directiva Europea 2002/51/EC y el Ciclo ECE R 40 tal como se menciona en el capítulo 2. Los valores para cumplir son los indicados en la tabla 7.

**Tabla. 7**

*Límites máximos de Gases Contaminantes Según Normativa RT 136 2R*

Límites máximos para motocicletas de dos (2) ruedas Directiva Europea 2002/51/EC Ciclo de prueba ECE R 40			
Cilindrada	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
< 150 cm <sup>3</sup>	2,0 <sup>(1)</sup>	0,8	0,15
≥ 150 cm <sup>3</sup>	2,0 <sup>(2)</sup>	0,3	0,15

Límites máximos para motocicletas y tricicar EPA 40 CFR, Parte 86.410–2006, Ciclo de prueba FTP-75				
Categoría	Cilindrada	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + NO <sub>x</sub> (g/km)
Clase 1	0-169 cm <sup>3</sup>	12	1,0	1,4
Clase 2	170-279 cm <sup>3</sup>	12	1,0	1,4
Clase 3	≥ 280 cm <sup>3</sup>	12	-	1,4

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017)

El análisis que se presenta es únicamente en base a la Directiva Europea 2002/51/EC ya que según los límites máximos dados por la EPA 40 CFR todas las motocicletas aprueban los ensayos.

## 4.1 Análisis de Resultados Obtenidos Por Cada Motocicleta

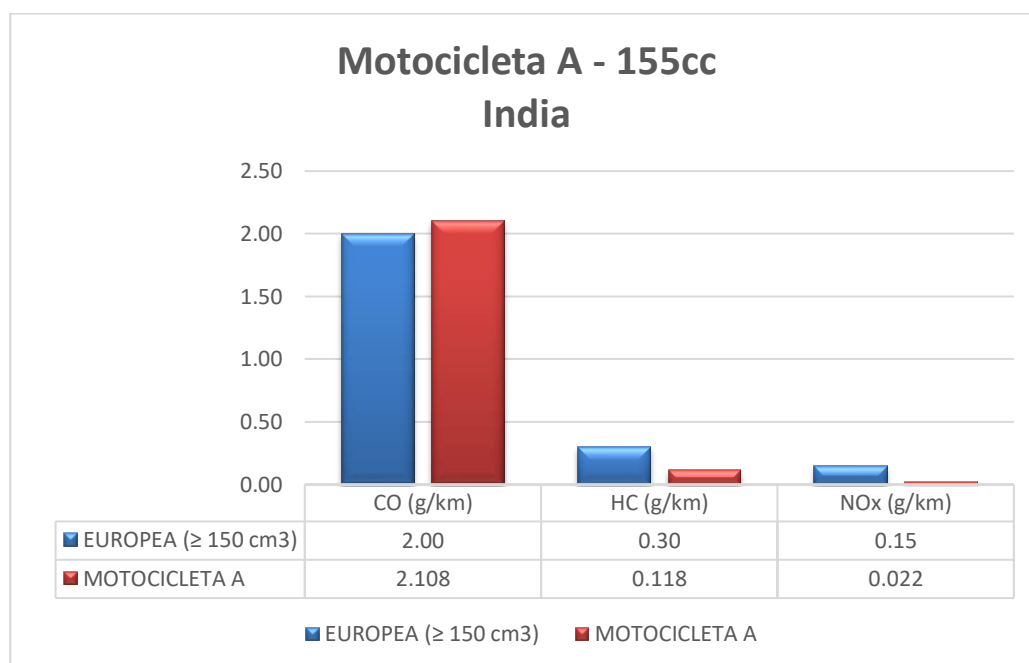
### 4.1.1 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta A

Según los datos obtenidos para la motocicleta A, esta no aprueba la homologación en el tema de gases contaminantes. Esto debido a que el monóxido de carbono (CO) pasa el límite máximo en 0,108 g/km. En lo que se refiere a los hidrocarburos (HC) y a los óxidos nitrosos (NOx) el resultado está bajo el límite por lo que en estos gases no existe inconveniente, esto se muestra en la figura 53.

Por ende, al tener el monóxido de carbono con un aumento del 5% más del límite máximo, esta motocicleta no debería ser homologada.

**Figura 53**

*Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta A*



### 4.1.2 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta B

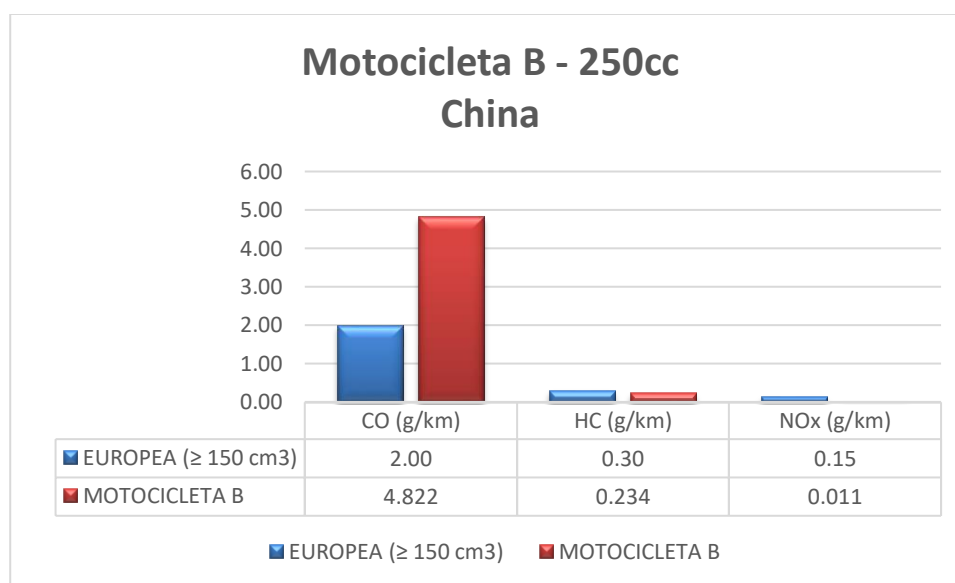
En el caso de la motocicleta B, los datos obtenidos reflejan que esta no aprueba la homologación en el tema de gases contaminantes. Esto debido a que el monóxido de carbono (CO) pasa el límite máximo en 2,822 g/km. En lo que se refiere a los hidrocarburos

(HC) y a los óxidos nitrosos (NOx) el resultado está bajo el límite por lo que en estos gases no existe inconveniente, tal como se analiza en la figura 54.

Por ende, al tener el monóxido de carbono con un aumento del 59% más del límite máximo, esta motocicleta no debería ser homologada.

#### **Figura 54**

##### *Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta B*



#### **4.1.3 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta C**

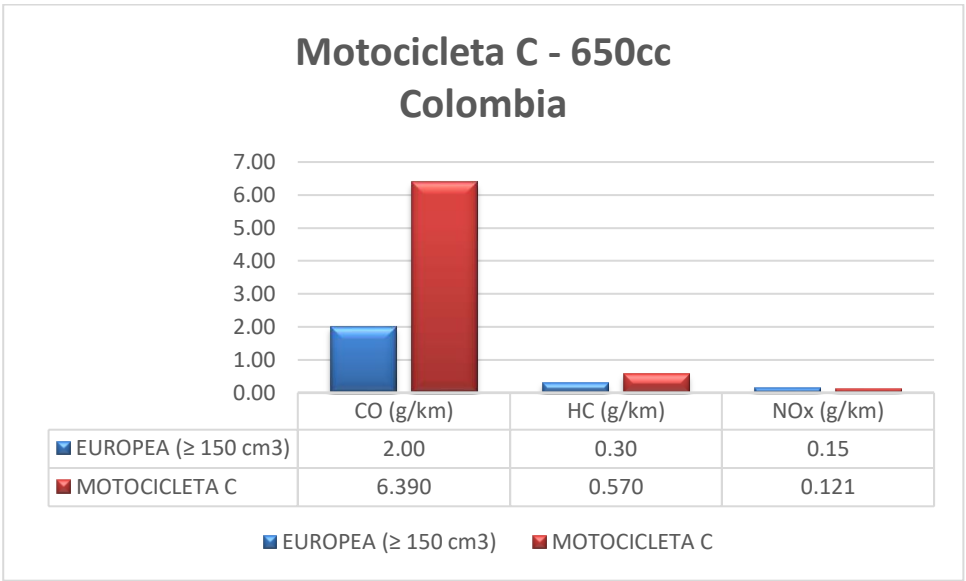
Para la motocicleta C los resultados obtenidos reflejan que esta NO aprueba la homologación en el tema de gases contaminantes. Esto debido a que el monóxido de carbono (CO) pasa el límite máximo en 4,39 g/km. En lo que se refiere a los hidrocarburos (HC) también pasa el límite máximo permitido por la norma en 0,27 g/km y en los óxidos nitrosos (NOx) el resultado está bajo el límite por lo que en este gas no existe inconveniente, estos datos se visualizan en la figura 55.

Por ende, al tener el monóxido de carbono con un aumento del 69% más del límite máximo, y los hidrocarburos con un aumento del 47% esta motocicleta no debería ser homologada.



Figura 55

Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta C

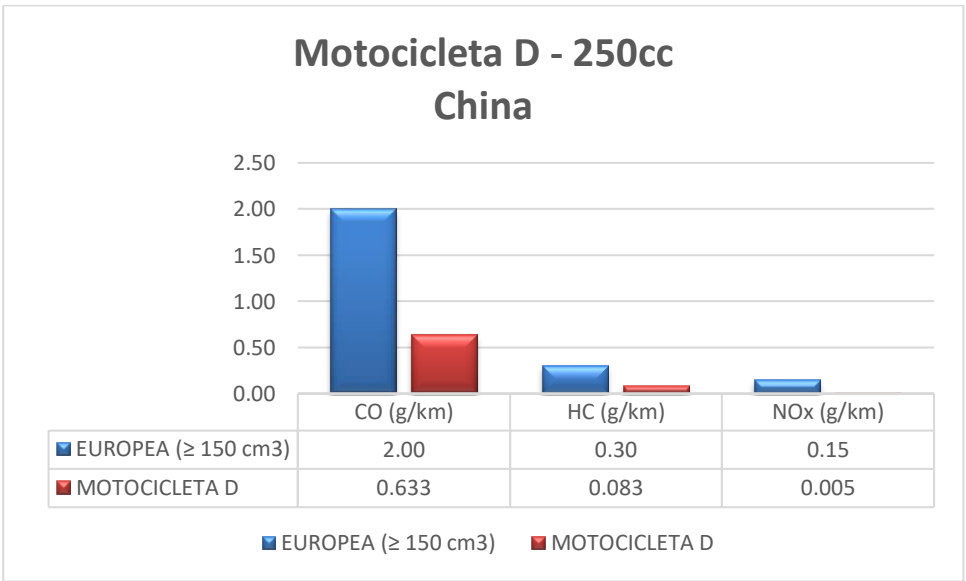


4.1.4 Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta D

En el caso de la motocicleta D, si cumple con los límites máximos establecidos por la norma, al tener 0,633 g/km de monóxido de carbono, 0,083 g/km de hidrocarburos y 0,005 g/km de óxido nitroso, estos datos se analizan en la figura 56.

Figura 56

Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta D



Con los valores indicados la motocicleta D cumple con la normativa y se podría habilitar el permiso de homologación.

#### 4.1.5 *Análisis de Resultados Obtenidos Para la Motocicleta E*

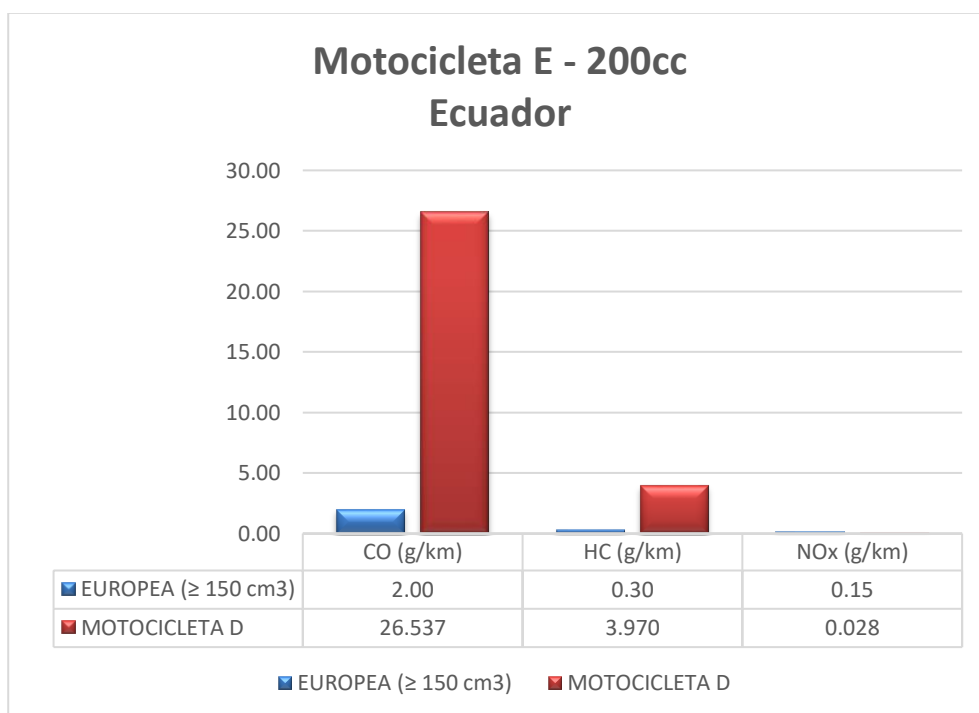
La última motocicleta de análisis es la E de 200cc y fabricada en Ecuador, los resultados que se obtienen para los monóxidos de carbono es de 26,537 g/km, aproximadamente un aumento del 92% comparado con la norma.

En el caso de los hidrocarburos el resultado que se obtiene es de 3,97 g/km, igual con un 92% de aumento comparado con la norma.

Y en el caso de los óxidos nitrosos se obtiene un 0,028 g/km, este resultado es inferior a la norma, todos estos datos se analizan en la figura 57.

**Figura 57**

*Análisis de los Resultados Obtenidos de la Motocicleta E*



Con estos resultados la motocicleta E no debería pasar la homologación, debido al 92% de aumento en hidrocarburos y monóxido de carbono.

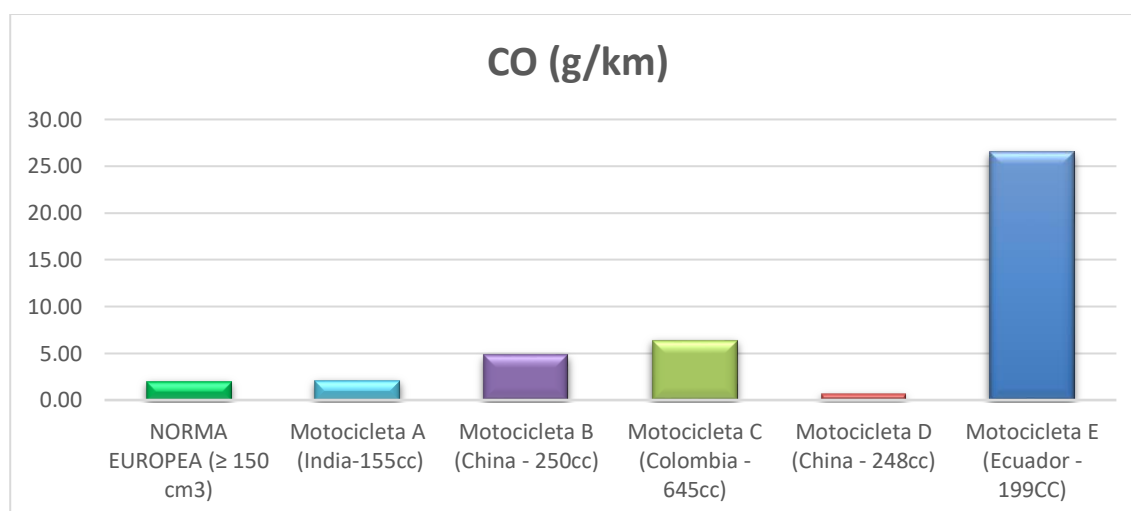
## 4.2 Comparación de Resultados por Tipo de Gas Contaminante

### 4.2.1 Comparación del Monóxido de Carbono de Cada Motocicleta

En esta comparación se analiza los resultados obtenidos de cada motocicleta en lo que se refiere al gas monóxido de carbono (CO). Según la norma el CO debe estar en un límite máximo de 2g/km, por lo que de las cinco motocicletas analizadas únicamente la motocicleta D de procedencia China pasaría la homologación, esto se visualiza en la figura 58.

**Figura 58**

*Comparación del Monóxido de Carbono de Cada Motocicleta Vs la Norma*

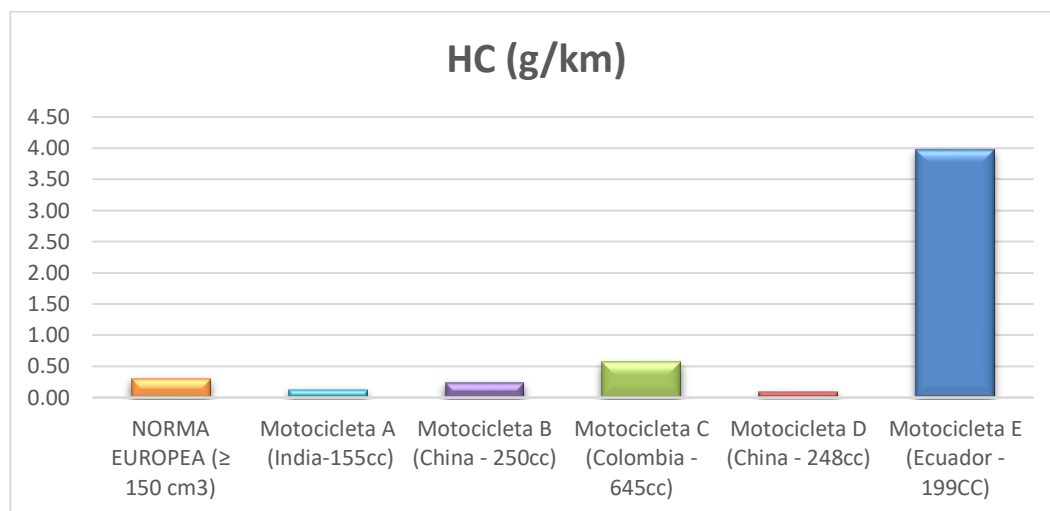


### 4.2.2 Comparación de los Hidrocarburos de Cada Motocicleta

En esta comparación se analiza los resultados obtenidos de cada motocicleta en lo que se refiere a los hidrocarburos (HC), cuyos datos se pueden observar en la figura 59. Según la norma el HC debe estar en un límite máximo de 0,30 g/km, por lo que de las cinco motocicletas analizadas la motocicleta A de 155cc fabricada en India, la motocicleta B de 250cc fabricada en China y la motocicleta D fabricada en China pasarían la homologación. La motocicleta C de 645cc fabricada en Colombia y la motocicleta E fabricada en Ecuador no pasarían la homologación.

**Figura 59**

*Comparación de los Hidrocarburos de Cada Motocicleta Vs la Norma*

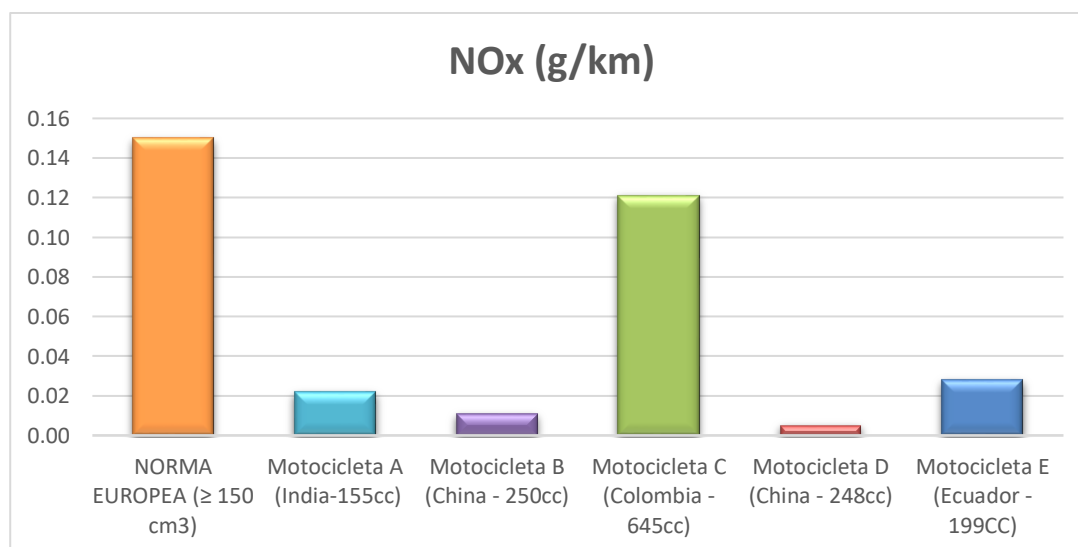


#### 4.2.3 Comparación de Óxidos Nitrosos de Cada Motocicleta

En el caso de los óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>) todas las motocicletas cumplieron en base al límite máximo establecido por la norma. La motocicleta C fabricada en Colombia es la que más emite este tipo de gas contaminante, seguida por la motocicleta E fabricada en Ecuador, esto se analiza en la figura 60.

**Figura 60**

*Comparación de los Hidrocarburos de Cada Motocicleta Vs la Norma*



### 4.3 Análisis Final de Cada Motocicleta

En la tabla 8 se muestra el global del estudio realizado del ensayo dinámico de emisiones contaminantes bajo la normativa ecuatoriana RT136 2R.

Como se evidencia en esta tabla y en los análisis anteriores la motocicleta que cumple todos los límites permitidos de gases contaminantes es la motocicleta D con 248cc fabricada en China.

**Tabla. 8**

*Análisis Final de Cada Motocicleta*

<b>Descripción</b>	<b>CO (g/km)</b>	<b>HC (g/km)</b>	<b>NOx (g/km)</b>	<b>Resultado Final</b>
Norma Europea ( $\geq 150$ cm3)	2,00	0,30	0,15	
Motocicleta A (India-155cc)	2,108	0,118	0,022	No Cumple
Motocicleta B (China - 250cc)	4,822	0,234	0,011	No Cumple
Motocicleta C (Colombia - 645cc)	6,390	0,570	0,121	No Cumple
<b>Motocicleta D (China - 248cc)</b>	0,633	0,083	0,005	<b>Cumple</b>
Motocicleta E (Ecuador - 199CC)	26,537	3,970	0,028	No Cumple

## Conclusiones

Se concluye que la norma de homologación ecuatoriana RTE 136 2R está basada en las normas de la Directiva Europea 2002/51/EC, Ciclo ECE R 40 y en el Código Federal de Regulaciones para la Protección del ambiente 40 CFR, Parte 86.410–2006, Ciclo de prueba FTP-75 de los Estados Unidos de Norte América, las mismas que deben seguir un proceso de muestra de volumen constante denominado CVS y que este proceso no se lo realiza físicamente en el proceso de la homologación ecuatoriana.

En la ejecución del ensayo es necesario obtener acoples que sirvan como unión entre el tubo de escape y la entrada de gases al CVS denominado mixter, estos acoples se deben elaborar de un material resistente al calor y a los hidrocarburos, que no deteriore el tubo de escape y que se acomode fácilmente a formas ovaladas o circulares para facilitar un mejor sellado, por ejemplo, neopreno o el nitrilo de 50 mm de diámetro interno.

Es importante una vez que se ingresa los datos iniciales de la motocicleta en la MCU, ingresar el dato de la inercia equivalente. Esta inercia es una adaptación a la traslación de la motocicleta en el dinamómetro. La norma indica que se utilizará un volante de inercia en el dinamómetro que permita obtener una inercia total de las masas en rotación proporcional a la masa de referencia dentro de los límites establecidos.

En todo el ensayo se recogerán en unas bolsas las muestras tomadas en condiciones de caudal constante para determinar sucesivamente la concentración (media durante el ensayo) de monóxido de carbono, de hidrocarburos no quemados, de óxidos de nitrógeno y de dióxido de carbono. La concentración de los hidrocarburos (HC) no quemados en las muestras acumuladas en las bolsas y durante los ensayos se determinará mediante un analizador del tipo de ionización de llama. Las concentraciones de óxido de carbono CO y de gas carbónico CO<sub>2</sub> en las muestras recogidas en las bolsas 1 y 2 durante los ensayos, se determinarán mediante un analizador del tipo no dispersivo de absorción en el infrarrojo.

La concentración de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  en las muestras acumuladas en las bolsas 1 y 2 durante los ensayos se determina mediante un analizador del tipo de quimioluminiscencia.

Según los datos obtenidos se concluye que únicamente la motocicleta D con 248 centímetros cúbicos de procedencia China cumple con los límites máximos permitidos en la norma ecuatoriana, ya que los valores que se registraron en el ensayo fueron de 0,633 g/km en monóxido de carbono CO, 0,083 g/km en hidrocarburos HC y de 0,005 g/km en óxidos nitrosos  $\text{NO}_x$ . De las cinco motos analizadas la motocicleta que tienen mayores emisiones contaminantes es la motocicleta E de 199 centímetros cúbicos fabricada en Ecuador, teniendo un valor de 26,537 g/km en monóxido de carbono CO, 3,970 g/km en hidrocarburos HC y un 0,028 g/km en óxidos nitrosos  $\text{NO}_x$ . Con estos resultados la motocicleta E no debería pasar la homologación, debido al 92% de aumento en hidrocarburos y monóxido de carbono. Esto deberá tomarse como caso de estudio en el que únicamente el 20% de las motos homologadas en Ecuador cumplen con los límites de emisiones y que el 80% de motocicletas deberían volver a realizarse un proceso de homologación físico, siguiendo el proceso de muestra de volumen constante.

### **Recomendaciones**

Se recomienda usar para este tipo de ensayos únicamente la gasolina super, ya que según los estudios realizados es la gasolina que cumple con el parámetro de octanaje llamado RON, aunque en los demás parámetros esta gasolina no cumpla con los límites máximos exigidos por la norma ecuatoriana.

Se recomienda usar siempre un barómetro que este calibrado por una empresa especializada ya que es muy importante debido a que el área de trabajo se debe encontrar aclimatada y tener un entorno controlado, para realizar las pruebas con el dinamómetro, es decir debe estar a una temperatura en la habitación constante entre 20°C y 30°C Este proceso tiene una duración de 24 horas.

Se recomienda sujetar correctamente a la motocicleta en el rodillo del dinamómetro con fajas de sujeción profesional para evitar el derrape de la motocicleta en el lado posterior y así poder realizar el ciclo de prueba de ralentí, aceleración y desaceleración con un proceso constante según los tiempos indicados por la norma.

Se recomienda repetir este ensayo basado en el ciclo de programa de manejo urbano según la Normativa Europea 2002/51/ECE en otras marcas de motocicletas para evidenciar aún más el no cumplimiento a la normativa ecuatoriana RTE 136 2R en el caso de emisiones contaminantes.

Se recomienda al Gobierno Nacional optar por regresar nuevamente a la homologación física, ya que se evidencia que los parámetros exigidos por las normativas no se están cumpliendo al momento de realizar el proceso de homologación físico.



## Bibliografía

- Agencia Nacional de Tránsito. (07 de 02 de 2023). *Guía oficial de Trámites y Servicios del Ecuador*. Obtenido de <https://www.gob.ec/ant/tramites/homologacion-motocicletas-tricimotos-demas-similares-nacionales-subcategoria-l>
- Amino. (5 de Marzo de 2023). *Nuevo ciclo de homologación de consumos y emisiones*. Obtenido de [https://aminoapps.com/c/mundo-motor/page/blog/nuevo-ciclo-de-homologacion-de-consumos-y-emisiones/7M1a\\_BZSPuarKxo056kxpgqvgbzmbzXvvK](https://aminoapps.com/c/mundo-motor/page/blog/nuevo-ciclo-de-homologacion-de-consumos-y-emisiones/7M1a_BZSPuarKxo056kxpgqvgbzmbzXvvK)
- Arcos, G., & Triviño, M. (2015). *Sistema de Transmision de Potencia de una Tricimoto*. Obtenido de <https://www.motor.mapfre.es/motos/noticias-motos/transmision-moto-cadena-correa-cardan/>
- Arias, M. (2008). *Motocicletas*. Mexico.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2021). *Sector Automotriz en Cifras*. Obtenido de <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2021/12/11.-Sector-en-Cifras-Resumen-Noviembre.pdf>
- Auto Crash. (2016). *Sistema de Transmisión en Motocicletas*. Obtenido de <https://www.revistaautocrash.com/sistema-de-transmision-en-motocicletas/>
- Castillo, H., Mendoza, D., & Caballero, M. (2012). *Análisis de las Propiedades Fisicoquímicas de Gasolina*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432012000300004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432012000300004&lng=es&tlng=es).
- Cerecero, M. (2015). *Diseño de un Dinamómetro de Chasis*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Continuemos Estudiando. (2022). *Combustibles el Petroleo*. Obtenido de <https://continuemosestudiando.abc.gob.ar/contenido/recursos/3-combustibles-el->

petroleo?u=61f15ec3b7fac8adbacfefef

Diario Oficial de las Comunidades Europeas. (1998). *Directiva 98/69/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo*. Directiva 98/69/CE.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas. (2013). *Directiva 97/24/CE del Parlamento Europeo*. Madrid: Parlamento Europeo.

El Universo. (2019). *Movilidad de Tricimoto*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/04/07/nota/7271921/500-tricimotos-circulan-ninguna-regulacion-guayaquil/>

Encalada, C., Franklin, R., & Ñauta, U. (2010). *Incidencia del Tipo de Gasolina, Aditivos y Equipos Optimizadores de Combustible Comercializados en la Ciudad de Cuenca, Sobre las Emisiones Contaminantes Emitidas al Aire*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6115/1/UPS-CT001690.pdf>

Erazo, D., & Chillagana, K. (2015). *Motos y Control*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/motoscontrol/home/las-primeras-motocicletas/partes-de-las-motocicletas>

European Comission. (2020). *Emissions Database for Global Atmospheric Research*. Obtenido de EUROPEAN COMISSION Web site: [https://edgar.jrc.ec.europa.eu/country\\_profile/ECU](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/country_profile/ECU)

Fuentes, M., & Lopez, S. (2018). *Estrategias de marketing de servicio para los conductores de Tricimotos en el canton Samborondon*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29931/1/TESIS%20REVISOR%20FUNDAMENTOS%20Y%20L%C3%93PEZ%2023%20FEBRERO%202018.pdf>

Gatestechzone. (09 de 01 de 2019). *Gates Techzone*. Obtenido de Análisis minucioso de las mangueras de turbocompresor y sus posibles fallos: <https://www.gatestechzone.com/es/noticias/2018-12-a-closer-look-at->

turbocharger-hoses-and-their-possible-failures

Herrero, V. (2022). *Motociclismo*. Obtenido de

[https://www.motociclismo.es/industria/tipos-chasis-moto-nzm\\_242080\\_102.html](https://www.motociclismo.es/industria/tipos-chasis-moto-nzm_242080_102.html)

Horiba. (2016). *Automotive Emission Analysis System Constant Volume Sampler CVS - 7000*. Japón: Horiba.

INCONTEC. (2005). *Normativa Técnica Colombiana NTC5365*. Bogota: INCOTEC.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (Diciembre de 2018). *Anuario de Estadísticas*

*de 2017*. Obtenido de Ecuador en cifras Web site:

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2017/2017\\_TRA](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2017/2017_TRA)

[NSPORTE\\_PRESENTACION.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2017/2017_TRA)

International Council on Clean Transportation. (2011). *Introduccion a la Refinacion Del*

*Petroleo Y Produccion de Gasolina y Diesel*. Obtenido de

[https://theicct.org/sites/default/files/ICCT\\_RefiningTutorial\\_Spanish.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/ICCT_RefiningTutorial_Spanish.pdf)

Laboratorios DPEC y LACBAL. (2022). *Informe de Resultados Gasolina Super*. Quito.

Montero, M. (2020). *Analisis de las Propiedades de la Gasolina y Ecopais Comercializada*

*en la Ciudad de Guayaquil ser Mezclado con un Aditivo*. Obtenido de

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-)

[77432012000300004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432012000300004)

Morales, M., & Calero, D. (2014). *Estudio de Construcción de una Moto Económica a Nivel*

*Nacional*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/619>

Motor Recambios Vferrer. (2022). *Escape de Motocicleta*. Obtenido de

<https://www.motorecambiosvferrer.es/blog/como-cambiar-el-tubo-de-escape-de->

[una-moto-n46](https://www.motorecambiosvferrer.es/blog/como-cambiar-el-tubo-de-escape-de-una-moto-n46)

Naciones Unidas . (2020). *El Acuerdo de París / Naciones Unidas*. Obtenido de the United

- Nations: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- Nevius, T. (2017). Investigation of Ultrasonic Flow Measurement for CVS Dilution Air Volume. *SAE International Journal of Engines*, Volumen 10.
- Onroad. (2012). *La Motocicleta*. Obtenido de <https://www.onroad.to/moto>
- Opina Autos. (2022). *Que es el Octanaje en un Combustible*. Obtenido de <https://www.opinautos.com/hyundai/county/guias/octanaje>
- Ride Safe. (21 de 01 de 2023). *Ride Safe 77*. Obtenido de <https://ridesafe77.com/>: <https://ridesafe77.com/las-cifras-de-las-motos-de-ecuador/>
- Scanec S.A. (05 de Julio de 2018). Scanec S.A Distribuidor de Tricimotos. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Senatielectronica. (6 de Junio de 2008). *Análisis de Gases*. Obtenido de <https://senatielectronica.files.wordpress.com/2018/03/analisisdegases.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma Técnica Ecuatoria 2656-1 Clasificación Vehicular*. Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 “Motocicletas”*. Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2021). *Productos Derivados de Petroleo. Gasolina. Requisitos*. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE\\_INEN\\_935.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_935.pdf)
- Toledo, D. (2016). *Estudio de Contaminacion de Motocicletas de 4 Tiempos*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13160/1/UPS-CT006806.pdf>
- Toyota. (2013). *Manual de Sistema de Control de Emisiones Toyota*. Lima: Toyota.
- VX250 Adventure. (12 de Agosto de 2020). *VX250 Temperatura tubo de escape*. Obtenido de Medición experimental de las temperaturas en el tubo de escape y silenciador en condiciones normales de operación:

<https://www.youtube.com/watch?v=IDMdajmVK0U>

Wilock. (2022). *Componentes Interno de una Motocicleta*. Obtenido de

<https://www.wilock.com/tipos-de-motor-de-motos-cual-es-mejor/>

Yepez, J. (2013). *Hidrocarburos*. Obtenido de

<https://www.insst.es/documents/94886/162038/6.+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+-+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+halogenados+-+Hidrocarburos+poliarom%C3%A1ticos+-+Isocianatos+-+Cetonas>