

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE MATRIZ CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero
Mecánico Automotriz

PROYECTO TÉCNICO:

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE GASES DE
VEHÍCULOS TIPO L1 Y L3, MEDIANTE EL MUESTREO DE
EMISIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE
CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA

AUTORES:

LENIN PATRICIO SANCHEZ YUNGA
ARMANDO PATRICIO ZÚÑIGA GUZHÑAY

TUTOR:

ING. PAUL WILFRIDO MÉNDEZ TORRES

CUENCA – ECUADOR

2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Lenin Patricio Sanchez Yunga con C.I. 1104858053 y Armando Patricio Zúñiga Guzhñay con C.I. 0104304662, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE GASES DE VEHÍCULOS TIPO L1 Y L3, MEDIANTE EL MUESTREO DE EMISIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual y en nuestra condición de autores, nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2018

Lenin Patricio Sanchez Yunga

C.I. 1104858053

Armando Patricio Zúñiga Guzhñay

C.I. 0104304662

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE GASES DE VEHÍCULOS TIPO L1 Y L3, MEDIANTE EL MUESTREO DE EMISIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA”**, realizado por los autores, Lenin Patricio Sanchez Yunga y Armando Patricio Zúñiga Guzhñay, obteniendo el Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2018



Ing. Paúl Wilfrido Méndez Torres

TUTOR

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Lenin Patricio Sanchez Yunga con C.I. 110485805 - 3 y Armando Patricio Zúñiga Guzhñay con C.I. 010430466 - 2, autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE GASES DE VEHÍCULOS TIPO L1 Y L3, MEDIANTE EL MUESTREO DE EMISIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA”**, certificamos que el total contenido del Proyecto Técnico, son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, enero del 2018

Lenin Patricio Sanchez Yunga
C.I. 1104858053

Armando Patricio Zúñiga Guzhñay
C.I. 0104304662

DEDICATORIA

*Dedico este proyecto técnico a Dios por
darme valor y fortaleza para culminar
mis estudios universitarios, además a mi madre
por su apoyo moral y económico a lo
largo de mis estudios, a mi esposa por
brindarme todo su apoyo, comprensión
y cariño a lo largo de mi carrera universitaria*

Lenin Patricio

DEDICATORIA

*Dedico este proyecto técnico a mis padres
quienes con su apoyo a lo largo de la carrera
universitaria me dieron fuerza e inteligencia
para culminarla, además de mis hermanos
quienes fueron mi mayor motivación,
y a todos mis amigos que acompañaron
en todo este tiempo.*

Armando Patricio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que me brindaron su ayuda para culminar con mis estudios universitarios, a los que me brindaron ayuda con sus motocicletas para obtener muestras de emisiones de gases contaminantes, a mi tutor Ing. Paul Méndez por brindarme sus conocimientos a lo largo de estos meses y al Ing. Freddy Pinzón por brindarme la información acerca de las motocicletas matriculadas en la ciudad de Loja.

Lenin Patricio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que forman parte de la universidad y brindaron su conocimiento y ayuda para culminar con mis estudios universitarios, al Ing. Paul Méndez quien con su tiempo y conocimientos a lo largo de estos meses fue parte fundamental para culminar el proyecto, y a las personas quienes en la ciudad de Loja nos brindaron su ayuda desinteresada para poder hacer una correcta investigación.

Armando Patricio

RESUMEN

El presente proyecto da a conocer el estado de contaminación generado por motocicletas tipo L1 y L3 en la ciudad de Loja, para ello se establece la selección de muestras significativas en base al total de motocicletas matriculadas en el año 2016, se obtuvo un total de 67 muestras, donde se genera encuestas para la posterior determinación del indicador KVR, el cual servirá en el cálculo de la carga contaminante total generada por estos motores.

Con la realización de encuestas se tiene que existen pocas motocicletas de tipo L1, además la mayoría son motocicletas con motores de 2 tiempos, al tomar en cuenta estos factores se determina un total de 41 muestras que se realizan de forma aleatoria y bajo 3 regímenes de giro que son: ralentí, media carga y carga completa.

Una vez creada la base de datos se procede a analizarlos en el software Minitab. Aquí se obtienen valores de mínima, máxima, media, entre otras en las cuales se analizan los valores de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no combustionados (HC), dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂), estos datos ayudan a entender de forma más clara el tratamiento de las muestras.

Se realiza el análisis gráfico para comprender los porcentajes con mayor influencia en cada análisis de contaminación, con los datos obtenidos se procede a obtener el valor de la carga de contaminación la cual viene dada en toneladas por día.

Finalmente, con el valor final de carga de contaminación se analiza estos valores en 3 normativas que son: normativa Europea, Americana y Ecuatoriana. Donde se da como resultado un nivel de monóxido de carbono (CO) elevado, por lo que se requiere de un centro de RTV para la ciudad de Loja.

ABSTRACT

The present project discloses the pollution status generated by motorcycles type L1 and L3 in the city of Loja, for this the selection of significant samples is established based on the total of motorcycles registered in 2016, giving a total of 67 samples, where surveys are generated for the subsequent determination of the KVR indicator, which will serve in the calculation of the total pollutant load generated by these engines.

With the realization of surveys there are few motorcycles of type L1, in addition most are motorcycles with 2-stroke engines, taking into account these factors a total of 41 samples made in a random manner and treated under 3 rotation regimes are determined. They are: idle, half load and full load.

Once the database is created, it is analyzed in the Minitab software. Here you get values of minimum, maximum, average, among others in which the values of carbon monoxide (CO), non-combusted hydrocarbons (HC), carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) are analyzed, these data help to understand more clearly the treatment of the samples.

The graphical analysis is carried out to understand the percentages with the greatest influence in each pollution analysis, with the obtained data we proceed to obtain the value of the pollution load which is given in tons per day.

Finally, with the final value of pollution load, these values are analyzed in 3 regulations that are: European, American and Ecuadorian regulations. Resulting in a high CO carbon monoxide level, which requires an RTV center for the city of Loja.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMÁTICA	2
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1. CAPITULO I	4
1.1 ESTADO DEL ARTE (LAS MOTOCICLETAS)	4
1.1.1 HISTORIA	4
1.1.2 EVOLUCIÓN	4
1.1.3 PARTES PRINCIPALES DE LA MOTOCICLETA	5
1.1.4 TIPOS DE MOTOCICLETAS	11
1.1.5 CLASIFICACIÓN DE LAS MOTOCICLETAS	13
1.1.5.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CILINDRADA DEL MOTOR 13	
1.1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MOTOCICLETAS SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.	13
1.1.6 GASES EMITIDOS	14
1.1.6.1 GASES NO CONTAMINANTES	14
1.1.6.2 GASES CONTAMINANTES	15
1.1.6.3 GASES EMITIDOS POR MOTOCICLETAS	17
2 CAPITULO II	18
2.1 MARCO METODOLÓGICO	18
2.1.1 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	18
2.1.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN ACERCA DE LAS MOTOCICLISTAS	20
2.1.3 SELECCIÓN DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE MOTOCICLETAS	20
2.1.4 DESARROLLO DE ENCUESTAS	21

2.1.5	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	23
3	CAPITULO III	24
3.1	DETERMINACIÓN DEL FACTOR KVR.....	24
3.2	DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS	26
3.2.1	EQUIPO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS DE GASES	26
3.3	ADQUISICIÓN DE DATOS	27
3.3.1	FACTORES DE ENTRADA PARA EL ANÁLISIS.....	27
3.3.2	PROCEDIMIENTO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS.....	28
3.4	TOMA DE MUESTRAS CON EL ANALIZADOR DE GASES.....	28
3.5	BASE DE DATOS	30
4	CAPITULO IV	32
4.1	RESULTADOS.....	32
4.1.1	NORMATIVA ECUATORIANA INEN 136.....	32
4.2	VALIDACIÓN DE RESULTADOS	32
4.2.1	ANÁLISIS DE MUESTRAS	33
4.2.1.1	ANÁLISIS RALENTÍ.....	34
4.2.1.2	ANÁLISIS MEDIA CARGA.....	35
4.2.1.3	ANÁLISIS CARGA COMPLETA	37
4.3	ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN.....	38
4.4	COMPARACIÓN ENTRE NORMATIVAS	39
	CONCLUSIONES.....	42
	RECOMENDACIONES.....	43
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
	ANEXOS	45
	Anexo A. Aprobación para revisión de datos de matriculación.....	45
	Anexo B. Reporte de matriculación mensual.....	45
	Anexo C. Encuestas realizadas	46
	Anexo E. Toma de muestras en la ciudad de Loja.....	48

Anexo F. Muestras obtenidas en el analizador de gases	49
Anexo G. Normativa Ecuatoriana INEN 136	50
Anexo H. Tablas de resultados en Minitab	51
Anexo I. Normativa Ecuatoriana INEN 2203,2000	52
Anexo J. Base de datos	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la motocicleta.	5
Figura 2. Bastidor.....	6
Figura 3. Transmisión.	7
Figura 4. Tubo de escape.	8
Figura 5. Ruedas.	8
Figura 6. Frenos.	9
Figura 7. Dirección.....	9
Figura 8. Suspensión Delantera.....	10
Figura 9. Suspensión Posterior.....	10
Figura 10. Flujograma de la metodología.	19
Figura 11. Histograma de las motocicletas.	25
Figura 12. Equipo Qrotech 6000.....	26
Figura 13. Proceso para adquisición de datos.	28
Figura 14. Proceso para toma de muestras.....	29
Figura 15. Motocicleta en ralentí.	29
Figura 16. Valores de gases en ralentí.	29
Figura 17. Análisis ANOVA en Minitab.	31
Figura 18. Valor de significancia.	33
Figura 19. Histograma de muestras en ralentí.....	35
Figura 21. Histograma de muestras en carga completa.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Reporte mensual de matriculación vehicular.	20
Tabla 2: Formato de encuesta para la obtención de datos.....	22
Tabla 3. Valores KVR obtenidos.	25
Tabla 4. Muestra de la base de datos en ralentí.....	30
Tabla 5. Valores límite para normativa Ecuatoriana.....	32
Tabla 6. Resultados estadísticos en ralentí.....	34
Tabla 7. Resultados estadísticos en media carga.	36
Tabla 8. Resultados estadísticos en carga completa.....	37
Tabla 9. Carga contaminante de CO y HC.....	39
Tabla 10. Carga contaminante final.	39
Tabla 11. Resultados obtenidos Minitab.....	39
Tabla 12. Valores límite norma Europea.	40
Tabla 13. Valores límite norma EEUU.	41
Tabla 14. Valores límite para normativa Ecuatoriana.....	41

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es uno de los principales problemas que presentan las zonas urbanas del Ecuador y del mundo entero. Uno de los principales problemas es el flujo de crecimiento vehicular generado, en el Ecuador el crecimiento vehicular se ha dado de forma incontrolable. Ecuador a pesar de contar con 16 ciudades y sobrepasar los 14.000.000 habitantes, solo existen estudios realizados en Cuenca y Quito a través de Cuenca Aire y Corpaire respectivamente, ya que estas empresas mantienen sistematizada, verificada y controlada la información sobre las emisiones contaminantes de vehículos y la resultante de la calidad de aire, sin embargo, otras ciudades como Guayaquil, han incorporado planes de desarrollo ambiental a la gestión municipal.

Una correcta política de Revisión Técnica Vehicular (RTV), es uno de los instrumentos fundamentales para reducir las emisiones contaminantes, ya según estudios realizados en las ciudades de Cuenca, Quito y Guayaquil, entre el 76 y 85% de emisiones provienen de la circulación vehicular. Es por ello, que una de las políticas más importantes consiste en la implementación del proceso de RTV a nivel Nacional, que, de conformidad con la Ley Orgánica de Tránsito y Transporte Terrestre, estarán coordinados entre la Autoridad de Tránsito Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados a Nivel Municipal.

El presente estudio se realizó en la Ciudad de Loja, como un aporte investigativo para las acciones que, en el Gobierno Municipal mediante políticas de control, ejecute con el fin de alcanzar objetivos previstos sobre el cuidado del Medio Ambiente. En la presente investigación, según técnica de muestreo, se estudiaron 41 motocicletas mediante el sistema de analizador de gases, que al igual que Quito y Cuenca, es el mismo equipo empleado en los centros de RTV, por lo que los resultados permiten hacer comparaciones válidas.

PROBLEMÁTICA

Loja al igual que otras ciudades del Ecuador, registran problemas de contaminación emitidas por los vehículos motorizados, entre los cuales se mencionan:

- El incremento de motocicletas según el Centro de Matriculación Vehicular del Municipio de Loja ha disminuido, donde se obtuvo que en el 2014 hay un total de 3.301 motocicletas matriculadas, mientras que para el 2016 disminuye a 2.305 motocicletas matriculadas, a pesar de esto no deja de ser un problema para la ciudad porque este tipo de transporte motorizado emite gases contaminantes, debido al tipo de combustible pues muchos de los motores emplean una mezcla de gasolina sin plomo y aceite a una proporción de 1:40 a 1:50, siendo la gasolina el agente de mayor presencia. [1].
- Según el Centro de Matriculación Vehicular (2015), Loja cuenta con 42.543 vehículos en circulación, con un porcentaje de crecimiento anual del 10%.
- El aumento del parque automotor genera problemas ambientales por la emisión de gases tóxicos que emanan de vehículos grandes y pequeños. Todo el parque automotor de la ciudad de Loja en promedio emite a la atmósfera aproximadamente 253 520 toneladas de CO₂ al año, y al día 694,6 toneladas de CO₂. [2]
- En Ecuador el subsidio del combustible hace que se consuma mayor cantidad del mismo; por ejemplo, en promedio un vehículo particular en la ciudad de Loja consume 886 galones por año de combustible; al reducir la demanda de combustible se evitaría toneladas de emisión de CO₂ a la atmosfera. [2].

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la contaminación de gases de vehículos tipo L1 y L3, mediante el muestreo de emisiones para la determinación de niveles de contaminación en la ciudad de Loja

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento de información mediante encuestas para la obtención referencial de la contaminación generada por las motocicletas en la ciudad de Loja.
- Crear una base de datos con el indicador KVR en vehículos tipo L1 y L3 para la determinación de porcentajes de contaminación en la ciudad de Loja.
- Realizar el muestreo de emisiones de gases de las motocicletas mediante los resultados obtenidos del indicador KVR para la obtención de niveles de contaminación generados por los vehículos.
- Analizar los niveles de contaminación de las motocicletas de los resultados obtenidos para la comparación de gases contaminantes con los niveles de emisiones permitidos en otras normativas.

1. CAPITULO I

1.1 ESTADO DEL ARTE (LAS MOTOCICLETAS)

Según Society of Automotive Engineers (SAE), define que “Una motocicleta es un vehículo a motor, diferente de un tractor, destinado a funcionar sobre no más de tres ruedas en contacto con el suelo y que pesa menos de 1500 libras (680 Kg)”

(SAE Corporation, 2007).

En la vida cotidiana, motocicleta es conocida comúnmente en castellano con la abreviatura **moto**, es un vehículo de dos ruedas, impulsado por un motor que acciona sobre la rueda trasera. El chasis y las ruedas constituyen la estructura fundamental del vehículo. La rueda delantera es la que permite dirigir el vehículo, puede transportar dos personas, y tres si están dotadas de sidecar.

1.1.1 HISTORIA

La primera motocicleta en serie fue creada en Alemania por Hildebrand y Wolfmüller en 1894, la cual su velocidad máxima de alcance era de 40 km/h. Los frenos consistían de una simple barra de metal que era arrastrada por el suelo el cual era suficiente para esta velocidad.

La moto creada por Hildebrand y Wolfmüller fue sin duda una mejora respecto a la primera motocicleta, la Einspur “monocarril” monocilíndrica de 265 cm³ que fue construida en madera nueve años antes por el alemán Gottlieb Daimler.

1.1.2 EVOLUCIÓN

Los diseñadores tardaron poco en introducir innovaciones en las sencillas máquinas monocilíndricas del siglo XIX. Se empezaron a construir numerosas motos de dos y hasta 4 cilindros antes de la primera Guerra Mundial medida que numerosa gente descubría la emoción y comodidad de las motos.

Durante las décadas de 1920 y 1930, las monocilíndricas, cada vez más sofisticadas y veloces, consiguieron conservar su popularidad al tiempo que hacían su aparición de motocicletas de doble cilindro como las Speed Twin de Triumph y la Brough Superior, que daban una nueva dimensión de motociclismo de grandes cilindradas.

1.1.3 PARTES PRINCIPALES DE LA MOTOCICLETA

A continuación, se hace una breve explicación de cada una de las partes más trascendentales de la motocicleta las mismas que se muestran en la figura 1:



Figura 1. Partes de la motocicleta. Fuente: Salazar, 2016

Bastidor: La función principal es de servir de apoyo para los elementos principales de la motocicleta tales como: motor, frenos, suspensión, y hasta los propios ocupantes (figura 2). Existen de diferentes tipos de tamaño en su diseño, estructura y materiales, con la finalidad de obtener rigidez y el bajo peso del mismo, su material es de acero o aluminio, y en algunos casos en magnesio, carbono o titanio.



Figura 2. Bastidor. Fuente: Salazar, 2016

Tipos de bastidor: existen dos tipos de bastidor, los tubulares que están realizados a partir de tubos de sección circular, y los que están realizados a partir de vigas de sección ancha.

- Chasis de doble cuna
- Chasis de doble viga
- Chasis multitubular
- Chasis multitubular de tubos rectos

Motor: es el encargado de generar la energía que necesita el vehículo para mover elementos mecánicos el cual va a hacer posible el desplazamiento de la motocicleta, el motor puede ser de dos o cuatro tiempos.

La potencia es transmitida hacia la rueda trasera a través de un piñón del motor, y por medio de una cadena. El motor está constituido por varios sistemas que son:

- El sistema de distribución: Se ocupa de la trasvase (carga y descarga) de gases.
- El sistema de alimentación: Es el encargado de mezclar la gasolina y el aire.
- El sistema de escape: Extrae los gases quemados, provenientes del motor.
- El sistema catalizador: Minimiza la contaminación provocada por los residuos gaseosos del motor.
- El sistema de encendido: Provoca la chispa que desencadena la combustión.
- El sistema de refrigeración: disipa calor para evitar un calentamiento excesivo de las piezas.

- El sistema de lubricación: Impide que las piezas entren en contacto directo, el cual evita el rozamiento.
- El sistema eléctrico: desde iluminación a funciones de accesorios.

Transmisión: su función es de transmitir la potencia del motor hacia las ruedas. Esto lo realiza mediante cadenas, se fabrican de acero (figura 3).



Figura 3. Transmisión. Fuente: Salazar, 2016

El sistema de transmisión consta de:

Sistema de transmisión primario: se encarga de transmitir el movimiento desde el cigüeñal hacia el embrague (permite transmitir la energía mecánica del motor y desconecta el cigüeñal y el cambio de velocidad a voluntad del conductor)

La relación por engranajes es el método más común, la velocidad de giro del cigüeñal se puede convertir a distintas velocidades del giro de las ruedas.

Sistema de transmisión secundario: se encarga de transmitir el movimiento desde el piñón de la caja de velocidades hacia las ruedas posteriores, las transmite mediante cadenas.

Sistema de escape: se encarga de conducir los gases quemados durante la combustión, procedentes de la cámara hacia el exterior (figura 4).

Está construido de diferentes materiales tales como: fibra de carbono, acero inoxidable, titanio, aluminio, cromado.



Figura 4. Tubo de escape. Fuente: Salazar, 2016

Actualmente, en los escapes se incorpora un silenciador, el cual permite reducir el sonido que sale al exterior.

Ruedas: la motocicleta está constituida por dos tipos de ruedas (figura 5), la delantera, conocida como directriz, y la rueda trasera se denomina motriz. El material de estas puede ser de acero, aluminio o magnesio y se fabrican en una sola pieza o tres piezas por molde, inyección o forjado.

La llanta está constituida por tres partes, el neumático, el buje donde se alojan los rodamientos y el eje con los radios que unen la llanta con el buje. La llanta es la parte rígida que une al sistema de suspensión de manera fija.



Figura 5. Ruedas. Fuente: Salazar, 2016

Los neumáticos son los principales responsables de transferir los esfuerzos de la motocicleta con el suelo. Soportan esfuerzos longitudinales y transversales según las maniobras que realice el conductor.

Frenos: la función principal es de detener el vehículo o reducir la velocidad de la motocicleta a voluntad del conductor, son de acero o aluminio, ya que este material tiene menos peso que el acero y suficiente resistencia para transmitir el frenado hacia las llantas (figura 6).



Figura 6. Frenos. Fuente: Salazar, 2016

El sistema de frenos está constituido por un circuito hidráulico que al momento de activarse provoca la detención de la motocicleta por medio de fricción, la capacidad de frenado depende básicamente del área de fricción de las pastillas o tambores.

Sistema de dirección: la característica principal de los sistemas de dirección es que se montan y giran alrededor de una pipa de dirección, el material de fabricación es de acero por la resistencia que están sometidos (figura 7).



Figura 7. Dirección. Fuente: EBay, 2016

La dirección en la motocicleta está constituida del manillar (manubrio) con un radio de giro y una serie de elementos que están unidos a la barra de dirección, los amortiguadores delanteros están unidos a la rueda delantera.

Suspensión: se encarga de absorber los impactos de imperfecciones del terreno y de mantener las ruedas en contacto con el suelo, conjuntamente con la transferencia de peso debido a la aceleración y frenado de la motocicleta.

Suspensión delantera: actualmente existen muchos tipos de suspensión delantera, aunque el más utilizado es el de horquilla telescópica (figura 8).



Figura 8. Suspensión Delantera. Fuente: Alibab.com, 2016

Está formado por dos brazos que une la rueda con la dirección, los brazos están formados por dos tubos de diferente diámetro, el de menor diámetro llamado barra se introduce en otro de mayor diámetro llamado botella.

Este mecanismo de suspensión consiste en un muelle en el interior de cada brazo que hace que se estire al máximo después de cada compresión, para minimizar las oscilaciones del muelle se introduce aceite hidráulico (aceite 10 hidráulico) en su parte inferior.

Suspensión posterior: su función es la de mantener la rueda trasera pegada sobre el piso, y de unir el chasis con el basculante (figura 9).



Figura 9. Suspensión Posterior. Fuente: Salazar, 2016

Tradicionalmente se utiliza dos amortiguadores para la conexión del chasis con el basculante, pero actualmente se utiliza el mono amortiguador.

Este sistema consta de un solo elemento resorte-amortiguador, conectado entre el chasis y el basculante, se encuentra formado por el cuerpo y el vástago. La función del cuerpo es igual al de las botellas en la suspensión delantera, razón por la cual es la parte con más anchura del amortiguador.

1.1.4 TIPOS DE MOTOCICLETAS

Hoy en día, las motocicletas están estructuradas en varios segmentos, los cuales se pueden identificar según el tipo de utilización de las mismas. Existen motocicletas desde las más económicas y con prestaciones menores, como son los ciclomotores, hasta las más caras y con prestaciones mayores como son las superdeportivas.

Existen de diversos tipos, según su utilización, y su estética o apariencia, la diferencia está en las piezas que las conforman, como pueden ser: las llantas (de radios o de aleación ligera), la clase de neumáticos (de carretera, de campo o mixtos), el tipo de chasis (doble viga, multitubular, o de simple cuna), la protección contra el viento (con carenado, o sin él), o la posición de conducción (mayor o menor comodidad).

Las motocicletas se pueden clasificar de acuerdo a sus características constructivas, diseño y utilización.

- De carretera
- De montaña
- Mixtas
- Ciclomotores

Motocicletas de carretera

Este tipo de motocicletas son diseñadas para conducir las en carreteras abiertas al tráfico, en la ciudad, etc., dentro de este grupo se analizan subgrupos, ya que cada uno de ellos tiene sus características identificativas diferenciadoras. (R. Mourelo, 2012).

- Customs
- Básicas
- Minimotos
- Scooters/Scooters de rueda alta/Megascooter
- Naked
- Sport
- Supersport
- Turismo

Motocicletas de montaña

Dentro de este grupo de motocicletas, se encuentran todas aquellas diseñadas para circuitos y caminos fuera del asfalto. Este tipo de motocicletas están sometidas a mucho desgaste y daños exteriores, debido a las carreteras en las que se mueven. (Mourelo, 2012).

- Motocross
- Enduro
- Trial

Motocicletas mixtas

Este tipo de motocicletas, suponen un paso intermedio entre las de carretera y las de pura fuerza de carretera o de montaña. Por esta razón, comparten elementos determinados unas con otras, el cual posibilita su utilización tanto en carretera como fuera de ella. (Mourelo, 2012).

- Trail
- Maxitrail

Ciclomotores

Los ciclomotores son vehículos de dos o tres ruedas cuya cilindrada es inferior a 50 centímetros cúbicos, categoría L1 y L2 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE2656).

Existe una nueva clase no contemplada en las motocicletas de mayor cilindrada: el ciclomotor de ciudad, se deriva de una bicicleta con motor. (Mourelo, 2012).

- Ciudad
- Customs
- Montaña
- Sport
- Supermotard

1.1.5 CLASIFICACIÓN DE LAS MOTOCICLETAS

1.1.5.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CILINDRADA DEL MOTOR

Las motocicletas, con motores de 2 y 4 tiempos, se clasifican en baja, media y alta cilindrada.

- Baja: motores cuya cilindrada es menor a los 200 c.c.
- Media: motores cuya cilindrada es superior a los 200 e inferior a los 400 c.c.
- Alta: motores cuya cilindrada es superior a los 400 c.c.

1.1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MOTOCICLETAS SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.

De acuerdo con (Norma Técnica Ecuatoriana 2656, 2016) las motocicletas se clasifican de la siguiente manera:

Categoría L. vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas.

- L1: vehículos de dos ruedas, velocidad no superior a los 45 Km/h, con cilindrada máxima de 50 cm³.
- L2: vehículos de tres ruedas, velocidad no superior a los 45 Km/h, con cilindrada máxima de 50 cm³.

- L3: vehículos de dos ruedas, velocidad superior a los 45 Km/h, con cilindrada superior a los 50 cm³.
- L4: vehículos de dos ruedas con sidecar, velocidad superior a los 45 Km/h, con cilindrada superior a los 50 cm³.
- L5: vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal, velocidad superior a los 45 Km/h, con cilindrada mayor o igual a 50 cm³.

1.1.6 GASES EMITIDOS

Los gases son el resultado de la combustión y son clasificados en dos grupos: contaminantes y no contaminantes. Según Aficionados a la Mecánica 2014, se puede clasificar en:

1.1.6.1 GASES NO CONTAMINANTES

Estos gases no producen efectos dañinos al medio ambiente, estos son:

Dióxido de carbono (CO₂)

Es producido al quemarse combustibles que contiene carbono como es la gasolina. Es un componente natural que se encuentra en la atmosfera en niveles aproximados de 0.035 por ciento. A pesar de ser un gas no toxico, reduce el estrato de la atmosfera terrestre que suele servir de protección contra la penetración de los rayos ultra violeta (la tierra se calienta).

Nitrógeno (N₂)

El nitrógeno es un gas no combustible, incoloro e inodoro, es un componente principal dela aire que respiramos (78% nitrógeno, 21% oxigeno, 1% otros gases) el cual ayuda en el proceso de la combustión en conjunto con el aire de admisión.

Oxigeno (O₂)

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Este componente es el más importante ya que representa el 21% del aire que respiramos. Es indispensable para el proceso de

combustión, con una mezcla ideal, el consumo de combustible debería ser ideal, en caso de haber combustión incompleta, el oxígeno restante se expulsaría por el tubo de escape.

Agua (H₂O)

Es aspirada en parte por el motor (humedad del aire) o se produce con motivo de la combustión “fría” (fase de calentamiento del motor. Es un subproducto de la combustión y es expulsado por el sistema de escape del vehículo, se lo puede visualizar sobre todo en los días más fríos, como un humo blanco que sale por el escape, o en el caso de condensarse a lo largo del tubo, se produce un goteo. Es un componente inofensivo de los gases de escape.

1.1.6.2 GASES CONTAMINANTES

Estos gases ocasionan problemas en la salud y efectos dañinos en el medio ambiente, según aficionados a la mecánica (2014), estos son:

Monóxido de carbono (CO)

Se produce con motivo de la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono. Es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Es uno de los principales gases contaminantes que emite los motores de combustión interna.

Hidrocarburos (HC)

Los hidrocarburos son el resultado de la unión de Hidrogeno y Carbono, son combustibles no quemados o quemados parcialmente, emitidos por el tubo de escape.

Entre los Hidrocarburos, el benceno es el cancerígeno. Las principales fuentes del benceno en el aire son las emisiones provenientes de automotores y las pérdidas que se generan por la evaporación durante la manipulación, distribución y almacenamiento de la gasolina.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Tienen un aspecto amarillento, se forman durante la combustión de plantas eléctrica y automotores. Es un gas tóxico, irritante y precedente de la formación de partículas de nitrato, el cual conlleva a la producción de ácidos en el ambiente.

El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) se producen de dos maneras: primero, por altas temperaturas a las que se llega en las combustiones que provocan la combinación directa del oxígeno y el nitrógeno del aire para dar óxido nítrico, y éste luego se oxida parcialmente a NO₂. Por lo que los motores de combustión interna emiten óxidos de nitrógeno con proporciones variables de NO y NO₂.

Dióxido de azufre (SO₂)

Este se produce durante la quema de combustibles y el procesamiento de los minerales. Este gas es incoloro, no inflamable y no explosivo.

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión de productos derivados del petróleo y del carbón, sin embargo, algunas fuentes naturales de igual forma contribuyen a su formación, como metabolismo anaerobio y los volcanes.

Material particulado

Es originado por la quema incompleta del combustible, y está compuesto por partículas sólidas y líquidas minúsculas.

Las partículas más grandes no permanecen en la atmósfera por mucho tiempo ya que se depositan cerca de la fuente de emisión. Las pequeñas pueden desplazarse distancias grandes, además, estas partículas pueden ingresar al organismo mediante la respiración.

1.1.6.3 GASES EMITIDOS POR MOTOCICLETAS

La motocicleta genera contaminación desde cuatro puntos los cuales son: desde el depósito de combustible, del carburador, del cárter y del sistema de escape.

El carburador y el depósito de gasolina emiten vapor de gasolina. En un motor de cuatro tiempos, el cárter expide mezcla de aire-gasolina parcialmente quemada la cual es expulsada por los aros del pistón. Los contaminantes que provienen del tubo de escape son: gasolina quemada o Hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), y si existe azufre en la gasolina, expulsa óxido de azufre (SOx).

Los gases que aparecen en el escape son: HC y CO a causa de la combustión incompleta de la gasolina (CH) en los cilindros del motor. La temperatura alta de combustión produce óxidos de nitrógeno (NOx). Todos los automóviles deben cumplir con la norma de emisiones relativas a los tres contaminantes (HV, CO y NOx). Sin embargo, las emisiones de NOx de las motocicletas es muy pequeña que la autoridad competente no tiene un plan para establecer una normativa (Crouse&Anglin, 1992)

2 CAPITULO II

2.1 MARCO METODOLÓGICO

Existen muchos métodos para realizar una investigación, en este caso se utilizará el método cuantitativo. Se analiza la utilidad del método para investigaciones que abarcan tamaños considerables de muestras, seguidamente se establece un flujograma del proceso metodológico que se va a seguir para la correcta realización de este proyecto.

Del número total de motocicletas, se dividirán en dos grupos, motocicletas de tipo L1, que son vehículos con motores de hasta 50 cm³; y motocicletas de tipo L3, que son vehículos con motores de más de 50 cm³. Se detalla cada característica de la maquina a utilizar para la obtención de porcentajes de emisiones y seguidamente el procedimiento para la toma de muestra de cada una de las motocicletas en estudio.

Mediante la metodología de encuesta se obtiene el KVR y a continuación por medio de técnicas de procesamientos y análisis de la información a realizarse en MINITAB, software de análisis estadístico correcto para el análisis de los datos obtenidos en emisiones y en kilómetros recorridos, se realiza un análisis estadístico para la obtención de resultados.

2.1.1 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Se llevará a cabo una metodología investigativa y de muestreo, por cuanto la problemática de contaminación por emisión de gases contaminantes producidos por las motocicletas en la ciudad, como primer punto se realizará un estudio de campo donde se analiza el número de vehículos tipo L1 y L3 que circulan en la ciudad de Loja.

Con la ecuación de población finita que se presenta en la sección 2.1.3, se determina el número de motocicletas que se necesita para determinar el porcentaje de contaminación que emana las motocicletas, se toma en cuenta gases contaminantes que son perjudiciales para el ser humano, estos son: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxido de nitrógeno (NO_x).

Con los valores obtenidos de los gases emitidos por las motocicletas, se analiza cada porcentaje de gas contaminante para dar una solución orientada a mejorar los procedimientos de prevención de contaminación de estos vehículos.

Se establece a continuación, figura 10 un diagrama de flujo, el cual establece el procedimiento metodológico para la realización del estudio de contaminación de las motocicletas en la ciudad de Loja.

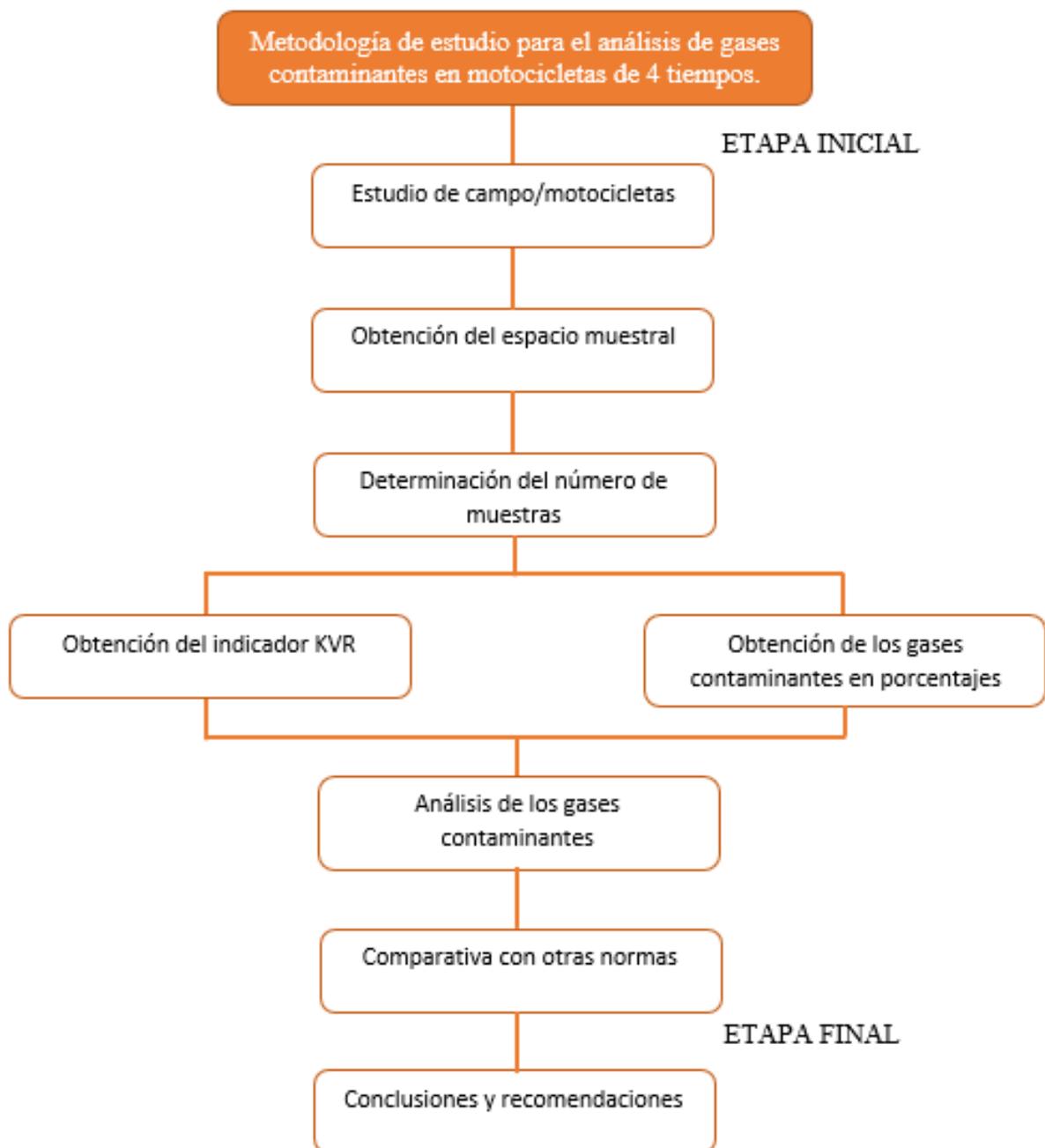


Figura 10. Flujograma de la metodología. Fuente: Los Autores

2.1.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN ACERCA DE LAS MOTOCICLISTAS

Según el municipio de Loja, el número de motocicletas matriculadas entre el año 2014 y 2016 es el que se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Reporte mensual de matriculación vehicular. Fuente: Municipio de Loja

VEHÍCULO	MOTOS	MES												TOTAL
		AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
2014		209	341	304	416	396	324	318	232	175	188	123	225	3301
2015		104	249	205	245	219	162	180	175	214	235	167	92	2247
2016		107	191	305	305	268	292	157	117	122	104	228	114	2305

El incremento de motocicletas según el Centro de Matriculación Vehicular del Municipio de Loja ha disminuido, donde se obtuvo que en el 2014 existe un total de 3.301 motocicletas matriculadas, mientras que para el 2016 disminuye a 2.305 motocicletas matriculadas, a pesar de esto no deja de ser un problema para la ciudad porque este tipo de transporte motorizado emite gases contaminantes, debido al tipo de combustible pues muchos de los motores emplean una mezcla de gasolina sin plomo y aceite a una proporción de 1:40 a 1:50, siendo la gasolina el agente de mayor presencia.

2.1.3 SELECCIÓN DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE MOTOCICLETAS

Con el total de motocicletas que circulan en el año 2016, de la tabla 1, se procedió a realizar la estimación del número de motos representativas para este proyecto, por medio de las ecuaciones de población finita (1) que se describe a continuación (Castellanos):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

$$n = \frac{2305 * 1.645^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (2305 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 66.4$$

Donde:

- N = Total de la población
- Z_{α} = es el valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido (Z = 90%) y se opera con el valor de sigma extraído de tablas de distribución normal bilateral ($\alpha = 1.645$)
- n = es el número de elementos de la muestra
- p = proporción esperada (p = 0.5)
- q = 1 – p
- d = es el margen de error permitido (d = 0.1)

Al aplicar la ecuación de población finita, se pudo obtener el número de pruebas para la realización de este proyecto el cual da un valor de 67 encuestas aproximadamente.

Se tiene en cuenta que el análisis se hará a vehículos de cuatro tiempos y con cilindrada superior a 50 cm, se establece un 60 % de la población total que ocupan este tipo de vehículos por lo que se da un total de 41 encuestas que conforman la población de vehículos L3. Se tiene un bajo número de motocicletas tipo L1 lo cual no permite realizar un análisis concreto; además hay un porcentaje de motocicletas con motores de 2 tiempos los cuales se excluyen de este análisis.

2.1.4 DESARROLLO DE ENCUESTAS

Las 2305 motos matriculadas en el año 2016, es un aproximado del total de motos que hay en la ciudad, a partir del cual se realizara el levantamiento de información para la obtención de datos sobre características del sector motociclista, tales como: modelo, marca, cilindraje, año de fabricación, etc. El método que se utilizará para la recolección de información será mediante encuestas, las cuales se contestan por cada propietario de motocicletas de categoría L1 y L3.

El modelo de la encuesta se muestra en la tabla 2:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA							
Proyecto Técnico: Análisis de la contaminación de gases de vehículos tipo L1 y L3, mediante el muestreo de emisiones para la determinación de niveles de contaminación en la ciudad de Loja							
DATOS DEL PROPIETARIO							
Nombre				Ocupación			
Nro. cedula				Edad			
DATOS DEL VEHÍCULO							
Marca				Cilindraje			
Modelo				Combustible			
Año				Tipo de servicio			
DATOS OBTENIDOS							
Nro. muestra	de	Kilometraje inicial	Fecha	Hora	Kilometraje final	Fecha	Hora
Día 1							
Día 2							
Día 3							
Día 4							

Tabla 2: Formato de encuesta para la obtención de datos. Fuente : Los Autores

Con el formato de la tabla 2, se procederá a realizar la encuesta a cada propietario de motocicletas. En este proyecto no se toma en cuenta el cilindraje de cada vehículo, ya que el Centro de Revisión Vehicular de Loja no registra el valor de la cilindrada de las motocicletas debido a la baja demanda de motos que existe en la ciudad.

2.1.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información que se obtiene es procesada para obtener variables suficientes las cuales se apliquen en este trabajo investigativo, las herramientas que posibilitan el rápido proceso de la información se realizan a través de los equipos informáticos como programas de análisis estadísticos (Minitab 17), permitiéndonos un adecuado orden y análisis de los resultados. Minitab es un programa que abarca todos los aspectos necesarios para el aprendizaje y aplicación de estadística en general.

Según lo establece (Sarango & Moncayo), el programa tiene una estrecha vinculación con técnicas de análisis estadístico avanzado tales como:

- Análisis de tiempos de fallo
- Análisis descriptivo
- Contrastes de hipótesis
- Regresión lineal y no lineal
- Control de calidad
- Series temporales
- Análisis factorial
- ANOVA
- Análisis de clúst

3 CAPITULO III

En este capítulo se desarrolla la obtención del factor KVR (Kilometro Vehículo Recorrido) donde se obtiene el kilometraje que recorren las motocicletas tipo L1 y L3 en base a las encuestas que se realizó a los conductores en la ciudad de Loja, también se desarrolla la base de datos en base al análisis de gases de estos vehículos, con el cual se determinara el valor de contaminación de estos vehículos en base a otras normativas.

3.1 DETERMINACIÓN DEL FACTOR KVR

Para la obtención del valor promedio de kilómetros recorridos por los vehículos (KVR) en motocicletas de 4 tiempos que circulan en la ciudad de Loja, se realiza encuestas a los propietarios de motocicletas correspondientes al tamaño muestral establecido mediante la ecuación (1) presentada en la sección 2.1.3.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (2)$$

$$n = \frac{2305 * 1.645^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (2305 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 66.4$$

Con esta ecuación se definió un total de 67 encuestas con un margen de error de 0.1 y un nivel de confianza del 90%.

Se toma en cuenta que el análisis se hará a vehículos de cuatro tiempos y con cilindrada superior a 50 cm se establece un 60 % de la población total que ocupan este tipo de vehículos por lo que se obtiene un total de 41 encuestas que conforman la población de vehículos L3. Se tiene un bajo número de motocicletas tipo L1 lo cual no permite realizar un análisis concreto; además hay un porcentaje de motocicletas con motores de 2 tiempos los cuales se excluyen de este análisis debido a que este tipo de motor puede dañar el equipo de diagnóstico.

Estas encuestas se realizó a usuarios de vehículos motorizados que circulan por la ciudad de Loja diariamente y por trabajadores de empresas que utilizan este medio de transporte para movilizarse. El histograma de la figura 11 muestra los resultados obtenidos de las encuestas.

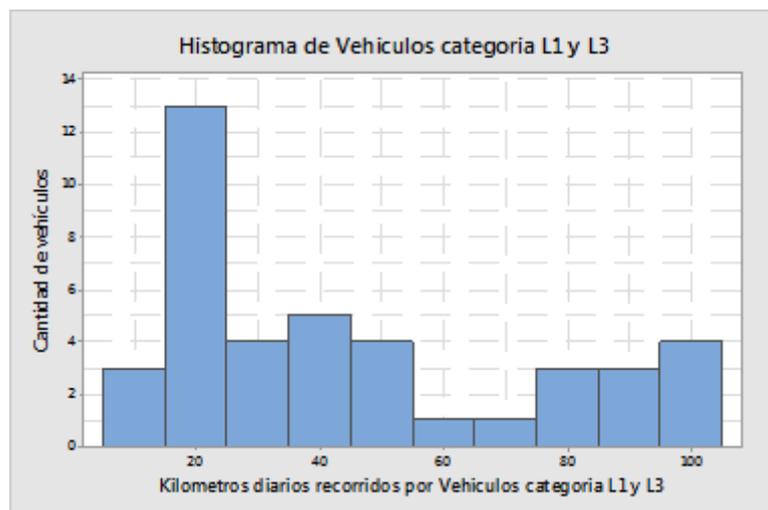


Figura 11. Histograma de las motocicletas. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la figura 11, la densidad que va en los intervalos 6 y 7 es muy baja, esto quiere decir que son 2 las motocicletas que recorren 60 y 70 kilómetros diarios. Además, se puede observar que la mayoría de motocicletas se encuentran con un recorrido promedio de 20 kilómetros diarios, dicho valor se lo encuentra en el intervalo 2, con un promedio de 13 motocicletas.

También se puede observar en la figura 11 que existen motocicletas que recorren desde los 30 a 50 kilómetros y desde los 80 a 100 kilómetros diarios, dichos valores se los encuentra en los intervalos 1, 3, 4, 5, 8, 9 y 10 respectivamente.

Tabla 3. Valores KVR obtenidos. Fuente: Los Autores

Variable	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Moda	Mínimo	Máximo
KVR	43.83	0,402	35.6	18.2	10	100

Como se puede ver en la tabla 3 la moda es de 18 kilómetros, en cuanto a la media aritmética de este conjunto de observaciones es de 43,83 kilómetros recorridos en promedio para motocicletas de 4 tiempos, valor correspondiente al KVR.

Como se puede observar en la figura 11, la mayoría de motocicletas tienen un recorrido de 20 kilómetros diarios, estas motocicletas se utilizan para trasladarse a sus trabajos ya sea dentro de la ciudad o por sus alrededores.

3.2 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS

Para la adquisición de datos se utilizará como equipo principal la máquina: analizador de gases automotriz “QROTECH QGA/NGA 6000”. Este equipo sirve para medir el porcentaje de emisión de gases de un vehículo y realizar un diagnóstico para mejorar el mantenimiento de modo que pueda proporcionar la función de prevención y mejora en la polución de la atmosfera. (Manual de operaciones , 2000)

3.2.1 EQUIPO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS DE GASES

El equipo “QROTECH QGA/NGA 6000” (figura 12) está configurado para la realizar una medición que aplica el método de “Non Dispersive Infra-red (NDIR)” para analizar los siguientes gases: monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC) y dióxido de carbono (CO₂), además posee un método electroquímico para analizar gases como: oxígeno (O₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x). En el método de análisis NDIR, se sitúa una fuente de rayos infrarrojos en un extremo del banco de muestra y en el otro se adjunta un sensor para que detecte el componente de un gas y pueda calcular su densidad.



Figura 12. Equipo Qrotech 6000. Fuente: Los Autores

Además, el equipo diagnostica la relación aire\combustible, dentro de sus características principales están:

- Medición de 5 gases (NO_x opcional)
- Respuesta en menos de 10 segundos
- Regulación de temperatura automática (2-8 min)

- Sistema de filtración 5 etapas para protección del módulo sensor
- Función (Test) de fugas en sonda de medición
- Función (Hold) para pausar mediciones

Las especificaciones del analizador QROTECH NGA 6000 se encuentran en el Anexo D, donde se indican sus funciones, rangos de medición y tiempos de respuesta.

3.3 ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de datos se realizó a motocicletas de tipo L3 que circulan dentro de la ciudad de Loja, las muestras se obtuvieron de forma aleatoria en la cual se obtiene un total de 41 muestras obtenidas para el análisis, esto bajo 3 regímenes de funcionamiento.

3.3.1 FACTORES DE ENTRADA PARA EL ANÁLISIS

La variación de los gases emitidos por una motocicleta se ven afectados según el régimen de giro del motor, para eso se determinó 3 regímenes de giro de motor que son: ralentí (800 a 1000 rpm), media carga (2000 rpm) y carga completa (3000 rpm).

$$\text{Total de muestras} = \text{numero de muestras} \times \text{factores de entrada}$$

Con la formula mostrada se obtiene el total de 123 muestras para el análisis de contaminación.

Los gases a ser analizados son CO, CO₂, HC, O₂, con estos gases se determina el grado de contaminación de estos motores.

Dentro de este análisis no se toma en cuenta los valores de gases NO_x ya que en los gases de escape aparecen HC y CO a causa de la combustión incompleta de la gasolina en los cilindros del motor. La alta temperatura de combustión produce óxidos de nitrógeno (NO_x). Los automóviles tienen que cumplir las normas de emisión relativas a los tres contaminantes (HC, CO Y NO_x). Sin embargo, las emisiones totales de NO_x de todas las motocicletas es tan pequeña que la autoridad competente no tiene un plan para establecer una normativa (Crouse & Anglin, 1992)

3.3.2 PROCEDIMIENTO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS

Para la toma de muestras de gases contaminantes en las motocicletas se sigue el procedimiento dado en (Norma Técnica Ecuatoriana 2203, 2000), el cual se muestra en el Anexo E.

En la figura 13 que se muestra a continuación, se resume el procedimiento realizado para este proyecto:

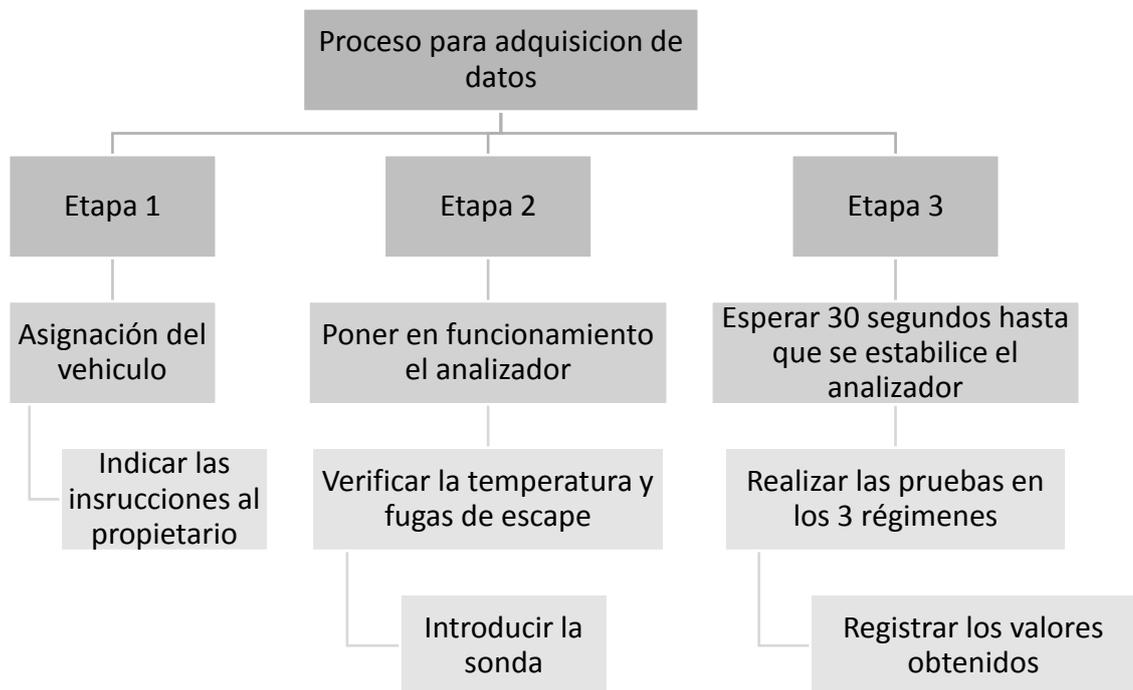


Figura 13. Proceso para adquisición de datos. Fuente: Los Autores

3.4 TOMA DE MUESTRAS CON EL ANALIZADOR DE GASES

Una vez hecho las revisiones de la motocicleta y del equipo se siguen el procedimiento para toma de muestras.

Se introduce la sonda en el tubo de escape como se indica en la figura 14, para la toma de las muestras en los 3 regímenes.



Figura 14. Proceso para toma de muestras. Fuente: Los Autores

A continuación, se espera 30 segundos, hasta que se estabilice el analizador, luego con el motor en ralentí indicado en la figura 15, se obtiene los valores de gases emitidos en ralentí indicados en la figura 16.



Figura 15. Motocicleta en ralentí. Fuente: Los Autores



Figura 16. Valores de gases en ralentí. Fuente: Los Autores

Posteriormente se realiza las mediciones en media carga (2000 rpm) y finalmente se hace la toma de muestra en carga completa (3000 rpm).

3.5 BASE DE DATOS

Una vez realizado las 41 muestras en los 3 regímenes se procede al ingreso de datos en el software Excel, este proceso se lo hace de forma manual debido que el análisis se lo hizo fuera de los laboratorios de la Universidad, de no ser así los datos se pueden enviar directamente al software de adquisición de datos desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana. (F. Arevalo & A. Ortega, 2016).

Se ingresan los datos como se indican en la tabla 4, esto se hace para cada régimen de trabajo.

Tabla 4. Muestra de la base de datos en ralentí. Fuente: Los Autores

Ítem	km recorridos por día	Gases en ralentí			
		CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)
1	18	8,94	9,7	372	4,42
2	30	4,42	4,1	272	7,5
3	12	9,73	9,4	501	4,56
4	89	3,75	2,5	407	8,35
5	50	9,48	9,9	256	4,88
6	16	3,08	2,3	191	7,54
7	105	3,64	14,6	185	3,58
8	91	4,38	15,8	287	1,64
9	95	0,14	5,5	195	6,83
10	13	0,34	6,85	186	8,65

En la figura 17 se aprecia de graficas de residuos de los estadísticos descriptivos de la variable respuesta, aquí se tiene que el valor de ajuste R^2 es de 87 %, se tiene que para considerar un experimento valido el valor de ajuste tiene que ser mayor al 70 %.

El porcentaje de ajuste de los valores es de 87%, lo que acredita un correcto análisis de las gráficas de residuos.

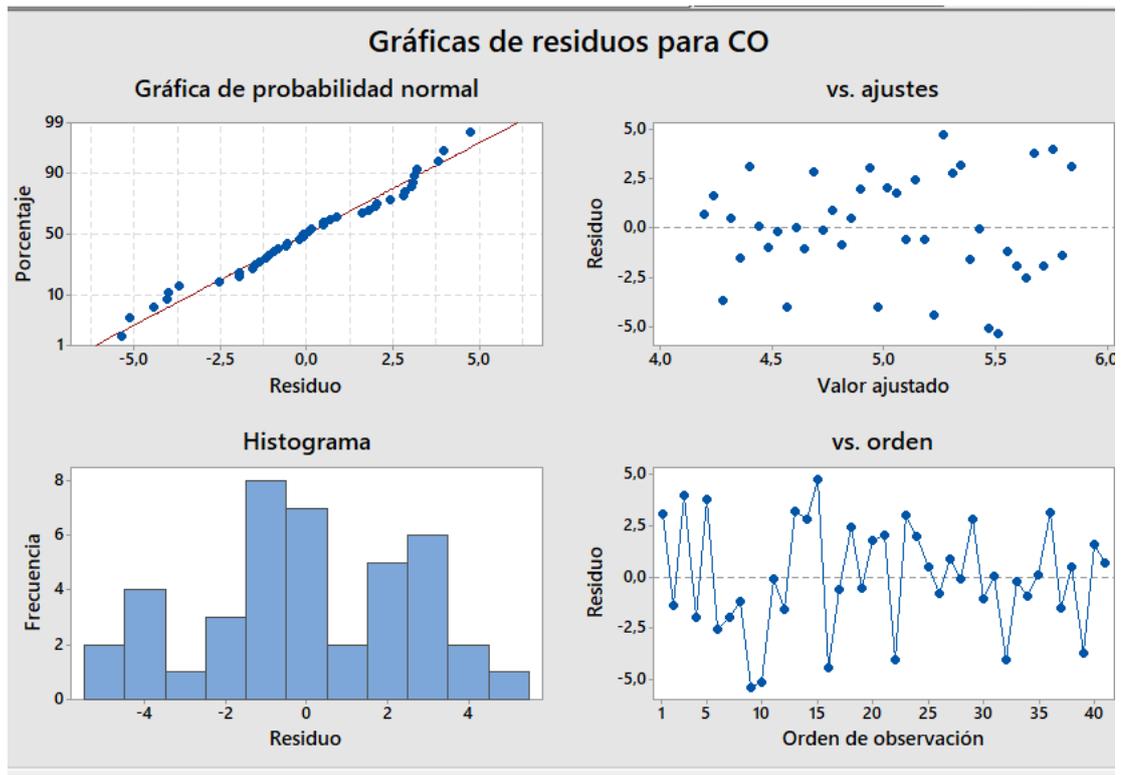


Figura 17. Análisis ANOVA en Minitab. Fuente: Los Autores

En la Figura 17, se presenta la gráfica de probabilidad normal, donde los residuos se ajustan a una línea recta, por lo que se cumple el supuesto de la normalidad de los datos.

Los puntos en la gráfica de valor ajustado vs. residuo, no asumen ningún patrón explícito en forma de embudo o cuello de botella, puesto que están dispersos aleatoriamente alrededor de cero, por lo que la varianza es constante, no tiene puntos atípicos, ni puntos influyentes. En la gráfica de residuo vs orden, los puntos tienen una dispersión alrededor de cero por la aleatorización de las corridas, el cual certifica la no correlación entre residuos, se acepta el supuesto de independencia de los resultados.

4 CAPITULO IV

4.1 RESULTADOS

Una vez procesada la base de datos, se realiza el análisis de los resultados obtenidos a través del software MiniTab® 17 en la cual se analizarán valores de varianza, media, error estándar, entre otros. Con la cual se permiten dar un razonamiento lógico acerca de los factores que más influyen en el análisis de gases.

4.1.1 NORMATIVA ECUATORIANA INEN 136

Según la norma Técnica Ecuatoriana PRTE INEN 136 “MOTOCICLETAS”. Establece los valores máximos de emisiones permitidas para las motocicletas. En porcentajes de contaminación se toma en consideración solo los valores de CO y HC como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Valores límite para normativa Ecuatoriana. Fuente: Norma Inen 136

Tipo de motor	CO (% V)	HC (ppm)
Todas	3.5	2000

4.2 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Para validar los datos se utiliza el software Minitab® la cual provee la estimación estadística para interpretar tablas y gráficas estadísticas de una forma práctica y fácil de entender.

Identificar el valor p para el efecto que desea evaluar. Comparar este valor p con su nivel de significancia (α). Un nivel de significancia (α) frecuentemente utilizado es 0.05.

Si el valor p es menor que o igual a α , se concluye que el efecto es significativo. Si el valor p es mayor que α , se concluye que el efecto no es significativo.

Con esto se procede a analizar los valores significativos dentro de las muestras adquiridas. Con esto se sabe cuál de los gases tienen mayor significancia en este análisis y bajo qué régimen de giro produce mayor emisión de gases contaminantes.

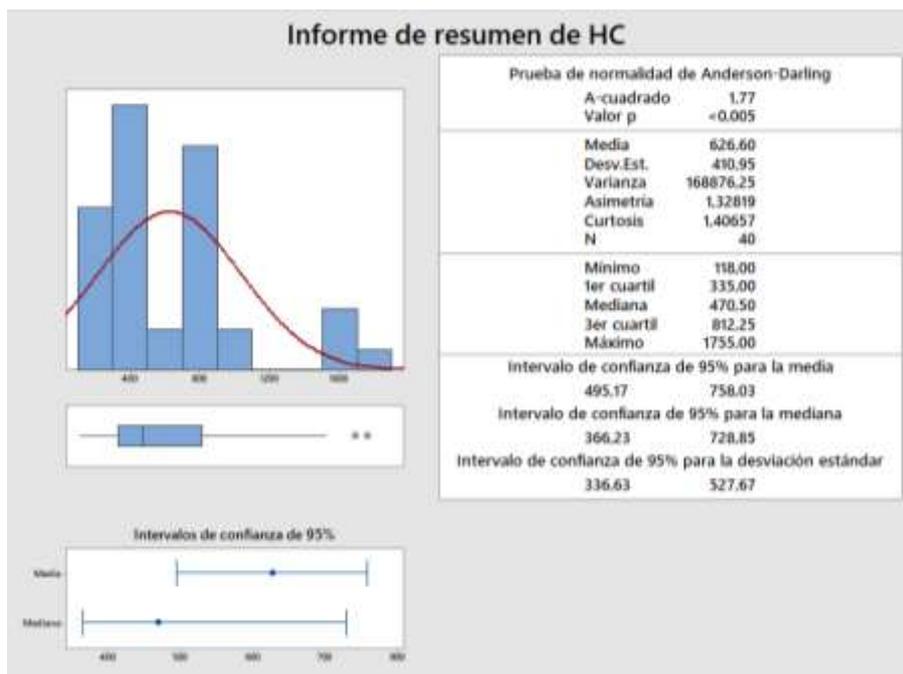


Figura 18. Valor de significancia. Fuente: Los Autores

En el análisis de HC (figura 18) se tiene una significancia menor a 0.5 el cual valida las muestras adquiridas. Aquí se aprecia que el mayor porcentaje esta en 400 ppm, siguiéndolo un alto porcentaje de 600 ppm, al ser muestras aleatorias toma en cuenta el promedio de las muestras y sus causas probables.

4.2.1 ANÁLISIS DE MUESTRAS

A continuación, se realiza un análisis detallado de cada resultado en los 3 diferentes regímenes, para determinar finalmente el nivel de contaminación generada por estos motores. Para ello se analiza el valor de la media, máximo y mínimo, el cual proporciona el software junto con un histograma en el que se muestra de forma porcentual la tendencia de las muestras que se receiptó. Esos valores se comparan con la normativa Ecuatoriana, la cual establece un máximo de 3.5% de CO y 2000 ppm de HC.

4.2.1.1 ANÁLISIS RALENTÍ

En las siguientes graficas se muestra los resultados estadísticos en ralentí, Aquí se analiza brevemente los resultados de CO y HC para luego analizarlos mediante graficas donde se da un razonamiento más completo del comportamiento de las muestras que se tomaron para el análisis.

Tabla 6. Resultados estadísticos en ralentí. Fuente: Los Autores

Variable	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza	mínimo	Máximo
CO	5,017	0,417	2,673	7,144	0,14	10
CO₂	7,935	0,653	4,182	17,486	2,3	16,2
HC	240	13,7	87,8	7706,2	108	501
O₂	5,03	0,324	2,078	4,316	0,98	8,65

En la tabla 6 se muestran los valores de la media para CO, donde se tiene un 5.017 % del valor promedio, esto indica que el valor de CO generados por las motocicletas es mayor a lo establecido en la normativa ecuatoriana. Se obtiene un valor promedio de 240 ppm la cual es un valor muy inferior al de la normativa establecida.

En la Figura 19 se aprecia el histograma de las muestras en ralentí, donde se tiene un valor de significancia p mayor a 0.05 pero en los resultados existe un máximo de 8.65 % de oxígeno y un promedio de 5.03% con el cual estos valores están dentro del valor óptimo de funcionamiento.

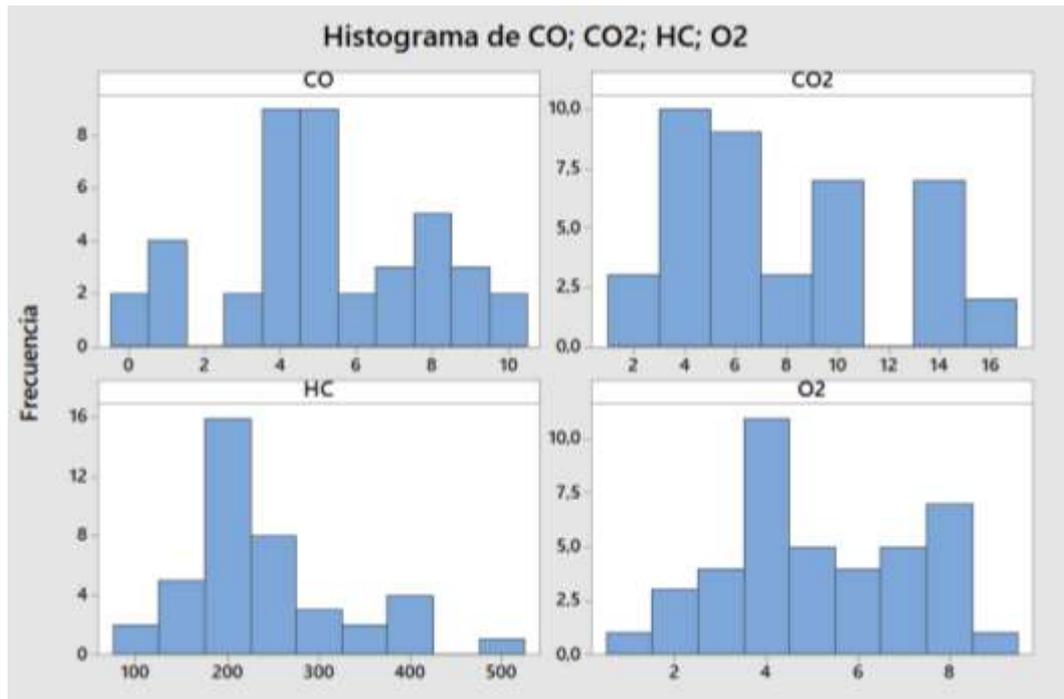


Figura 19. Histograma de muestras en ralentí. Fuente: Los Autores

En el histograma de hidrocarburos HC, se tiene un valor máximo de 501 ppm el cual es inferior a lo permitido en la normativa, sin embargo, el mayor porcentaje de muestras está entre 200 y 300 ppm.

En la figura 19 se muestra el histograma de dióxido de carbono, donde se tiene un porcentaje comprendido entre 4 y 10 % con un valor promedio de 7.93 %, en esta muestra hay un valor de significancia p menor a 0.05, el cual indica que las muestras tienen una significancia aceptable para este análisis.

En el histograma de monóxido de carbono en la cual se observa los valores de CO en su mayoría están por encima de 3% lo cual indica un porcentaje elevado de CO no permitido dentro de la normativa. Aquí hay un valor promedio de 5.017 % de CO.

4.2.1.2 ANÁLISIS MEDIA CARGA

Los valores de CO en media carga no muestran mayor incremento en su porcentaje, como se aprecia en la tabla 7, pero este es un valor mayor a la normativa, mientras tanto es un poco notorio el incremento del valor de HC el cual aumento a 390 ppm, sin embargo, este valor es inferior a la normativa.

Tabla 7. Resultados estadísticos en media carga. Fuente: Los Autores

Variable	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo
CO	5,31	0,479	3,07	9,425	0,28	10
CO ₂	7,149	0,475	3,041	9,247	2,5	14,5
HC	390,4	38	243	59055	54	1238
O ₂	6,981	0,585	3,747	14,043	0,66	13,78

En la figura 20 se muestra el histograma de oxígeno a media carga en esta se nota que el valor promedio aumenta 2% más que las muestras en ralentí el cual da un porcentaje mayor al porcentaje óptimo de funcionamiento, en esta grafica se ve que la mayoría de muestras superan en 6% de O₂, donde se obtiene un valor promedio de 6.98% de CO.

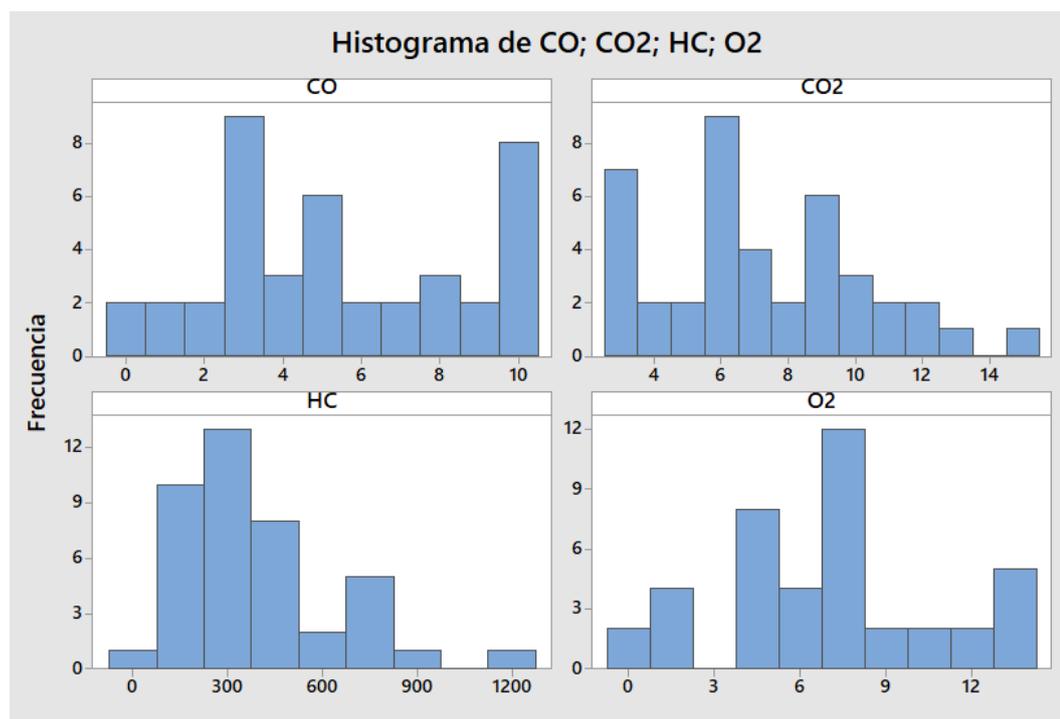


Figura 20. Histograma de muestras en media carga. Fuente: Los Autores

En el histograma de hidrocarburos se tiene un pequeño aumento a 390 ppm, aquí existe un valor máximo de 1238 ppm el cual no supera los límites permitidos en la normativa. El mayor porcentaje se encuentra entre los valores de 300 y 500 ppm.

En el histograma de dióxido de carbono (figura 20) se tiene una pequeña reducción a 7.14%, donde se tiene el mayor número de muestras comprendido entre 5 y 9 % de CO₂, donde estos valores sobrepasan los valores óptimos de funcionamiento.

En el histograma de monóxido de carbono que se muestra en la figura 20 se obtiene un valor de significancia de 0.009 el cual permite validar las muestras que se tomó. En este análisis se tiene un promedio de 5.30 el cual es mayor a la normativa permitida, además en la gráfica se ve que el mayor número de muestras están por encima de 3% de CO, esto muestra en la mayoría de motocicletas tienen un alto porcentaje de contaminación de monóxido de carbono.

4.2.1.3 ANÁLISIS CARGA COMPLETA

Como se muestra en la tabla 8 los valores de CO y HC incrementan notoriamente a 3000 rpm, el Valor de CO es del doble de lo permitido en la normativa, los valores de HC siguen por debajo de la normativa, pero su incremento es significativo en cuanto al análisis de media carga.

Tabla 8. Resultados estadísticos en carga completa. Fuente: Los Autores

Variable	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo
CO (%)	6,834	0,353	2,258	5,1	0,4	10
CO₂ (%)	11,346	0,687	4,398	19,344	3,48	19,4
HC (ppm)	626,6	65	410,9	168876,2	118	1755
O₂ (%)	4,242	0,393	2,515	6,327	0,49	10,88

En el siguiente histograma (figura 21) el oxígeno a carga completa se tiene un porcentaje significativo de muestras menor a 5% con un valor promedio de 4.24 lo cual indica un dentro del funcionamiento óptimo, este valor es menor al obtenido en ralentí.

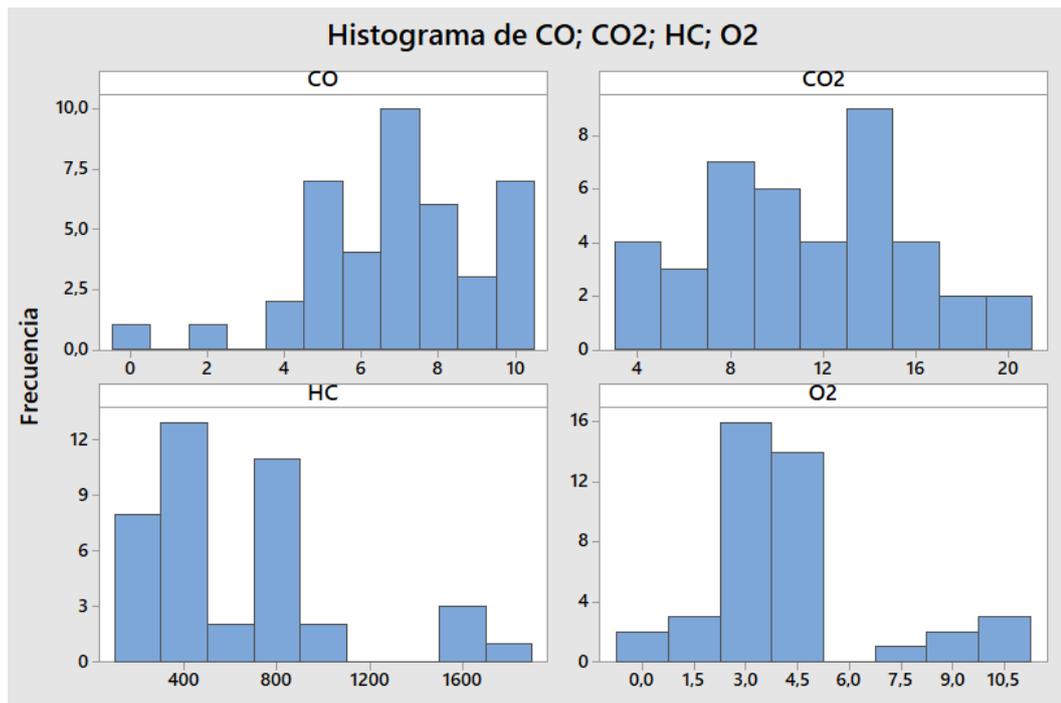


Figura 20. Histograma de muestras en carga completa. Fuente: Los Autores

En la figura 21 se tiene el histograma hidrocarburos el cual presenta un valor promedio de 626 ppm, este valor es superior a las muestras en ralentí y media carga, pero es inferior a lo permitido en la normativa ecuatoriana. En la gráfica se puede apreciar que el mayor número de muestras está por debajo de 1000 ppm, siendo el máximo permitido de 2000 ppm.

El histograma de dióxido de carbono en carga completa muestra un incremento significativo, en la que se tiene como máximo 19.4 % de CO₂ y se obtiene un promedio de 11.35 % de CO₂ el cual es un valor muy alto de gases nocivos.

En la figura 21 se muestra el histograma de monóxido de carbono en carga completa, donde se tiene un aumento porcentual en el promedio de CO el cual es de 6.84 %. En el gráfico se puede observar que existen valores superiores a 3% de CO y pocos valores están dentro del límite de la normativa.

4.3 ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN

Para realizar el análisis de contaminación se toma en cuenta el indicador KVR el cual tiene un valor de 43.83 km/día, también se toma el número total de motocicletas, el cual es de 2305 motos matriculadas en 2016.

A continuación, se muestra la tabla 9 con los valores de CO y HC en sus 3 regímenes, los valores se convierten de ppm y % a un valor de ton/kilometro. Con estos valores se genera un valor promedio el cual servirá para el cálculo de la carga contaminante total.

Tabla 9. Carga contaminante de CO y HC. Fuente: Los Autores

	Ralentí	Media carga	Carga completa	Promedio
CO (gr/km)	13.25	14.02	18.05	15.11
HC (gr/km)	0.063	0.103	0.165	0.1103

A continuación, se realiza la multiplicación de la carga contaminante promedio por el factor KVR y por el total de motocicletas en circulación. Este cálculo da como resultado la cantidad de gases contaminantes en toneladas/día.

Tabla 10. Carga contaminante final. Fuente: Los Autores

Contaminante	Carga contaminante ton/día
CO	1.526
HC	0.011

En la tabla 10 se muestra un valor de 1.526 ton/día de CO, este es un valor alto de contaminación, ya que su valor debería estar por debajo de 0.9 ton/día.

4.4 COMPARACIÓN ENTRE NORMATIVAS

En ese punto se analiza los valores máximos admitidos según la normativa europea, americana y ecuatoriana con los valores obtenidos en los análisis de las muestras tomadas y determinar el estado de contaminación de las motocicletas en la ciudad de Loja.

En la tabla 11 se muestra los resultados obtenidos en el software Minitab en los 3 regímenes de giro.

Tabla 11. Resultados obtenidos Minitab. Fuente: Los Autores

Ralentí	Media carga	Carga	Promedio
----------------	--------------------	--------------	-----------------

			completa	
CO (%)	5.017	5.31	6.834	5.72
HC (ppm)	240	390.4	626.6	419
CO₂ (%)	7.935	7.149	11.346	8.81
O₂ (%)	5.03	6.981	4.24	5.42

4.4.1 Normativa Europea

Desde el mes de Enero del 2016 en países como España, las motocicletas deben cumplir con la norma euro IV. Mientras que los automóviles cumplen la norma europea Euro VI. En la tabla 12 se establecen los valores límite para emisiones de HC, NOx y CO para motocicletas en la normativa Europea EURO I, EURO II y EURO III, se compara con los valores obtenidos mediante el muestreo de emisiones (real).

Tabla 12. Valores límite norma Europea. Fuente: RAAC Automóvil club

Valores límite para la emisión de gases	Euro 1 Motocicletas	Euro 2 Motocicletas	Euro 3 Motocicletas	Euro 4 Motocicletas
Ciclo de ensayo	ECE R 40,01	ECE R 40,01	Euro 3 ciclo Motocicletas	NEFZ
HC (gr/km)	3	1	0.3	0.2
NOx (gr/km)	0.3	0.3	0.15	0.15
CO (gr/km)	13	5.5	2	2.3

Con los valores obtenidos en las muestras se obtiene que los valores de HC cumplen la normativa euro III ya que su valor de emisión es menor a 3000 ppm, mientras que el valor de CO está muy por encima del valor máximo permitido.

Se hace una comparativa con la normativa ecuatoriana según los valores límites, actualmente en el Ecuador se lleva a cabo la normativa EURO I para las motocicletas dado que los valores límite en la normativa ecuatoriana es de CO: 13 gr/km y HC: 3gr/km,

Normativa Americana

Se establece los valores límite de emisiones según la norma Estadounidense EPA 40CRF que actualmente se encuentran en vigencia en Países como Colombia y Chile.

Tabla 11: Valores límites máximos para motocicletas y tricimotos. EPA 40 CFR.

Tabla 13. Valores límite norma EEUU. Fuente: Ministerio del ambiente, Colombia

Desplazamiento	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + Nox (g/km)
0-169 cm ³	12	1	-
170-279 cm ³	12	1	-
> = 280	12	-	1,4

Los valores de HC y CO para esta normativa se tiene que los valores cumplen la normativa establecida para estos países.

4.4.2 Normativa Ecuatoriana

Según la norma Técnica Ecuatoriana PRTE INEN 136 “MOTOCICLETAS”. Establece los valores máximos de emisiones permitidas para las motocicletas. En porcentajes de contaminación se toma en consideración solo los valores de CO y HC.

Tabla 14. Valores límite para normativa Ecuatoriana. Fuente: Norma Inen 136

Tipo de motor	CO (% V)	HC (ppm)
Todas	3.5	2000

Dentro de la normativa ecuatoriana se tiene que los valores en HC no sobrepasan las 2000 ppm en ninguna de las muestras que se tomó, sin embargo, el valor de CO sobrepasa lo establecido, siendo el promedio máximo tomado en las muestras de carga completa con un valor de % 6.83 el cual supera con 2 veces aproximadamente al valor designado en la normativa.

Al tomar en cuenta los valores de CO y HC, se tiene que los motores de las motocicletas no tienen una carburación adecuada lo cual representa en la mayoría de los casos una mezcla rica y problemas de funcionamiento de estos motores.

CONCLUSIONES

En las encuestas que se realizó muestra la poca cantidad de motocicletas tipo L1 por lo que no se estableció un número mínimo para realizar las muestras en este tipo de motor, además se tiene un porcentaje grande de motocicletas de 2 tiempos las cuales se excluyen de este análisis.

La obtención del indicador KVR da un promedio de 43.83 km recorridos diariamente, por lo que se considera ese tipo de transporte es muy utilizado para transportarse y para trabajos que requieren una rápida movilización.

El número de muestras que se tomó representa al 60% del total de motocicletas que circulan en la ciudad de Loja, por lo que el análisis realizado da a conocer un valor aproximado de la contaminación total generada.

En el análisis estadístico se muestran los valores de CO y HC emitidos por estos motores da un total de 1.526 toneladas de CO por día y 0.011 toneladas de HC por día, se sabe que el CO es un gas altamente nocivo se tiene un valor alto de contaminación generado por las motocicletas.

Con el análisis de contaminación obtenido se puede apreciar que las motocicletas al no tener un centro de control, un alto porcentaje de estas carecen de mantenimiento y emiten altos niveles de contaminantes.

Se concluye que al tener un centro RTV, un alto índice de motocicletas no pasarían los análisis de gases por lo que se ve necesario la implementación de un centro de regulación para disminuir los niveles de contaminación generados por las motocicletas en la ciudad de Loja.

RECOMENDACIONES

El análisis generado servirá al municipio de la ciudad de Loja para implementar un centro de revisión vehicular, ya que al carecer de ello las motocicletas no tienen un control y mantenimiento adecuado el cual genera una alta emisión de gases contaminantes.

Se recomienda realizar trabajos futuros en el análisis de los automóviles de tipo particular y privado, también en buses para determinar el total de contaminación producida en el campo automotor, lo cual servirá para generar una inmediata implementación de un centro RTV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- S. Medina Ramírez. (2012) «La importancia de reducción del uso del automóvil en México» México.*
- S. M. Vivanco Pinta. (2015) «Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja» Loja, Ecuador.*
- Manual de operaciones. (2000). Analizador de gases QROTECH NGA 6000. Ecuador.*
- Norma Técnica Ecuatoriana 2203. (2000). Quito, Ecuador.*
- Norma Técnica Ecuatoriana 2656. (01 de 06 de 2016). NTE INEB 2656. Quito, Ecuador.*
- Castellanos, D. M. (s.f.). Formula para el cálculo de la muestra poblaciones finitas.*
- Mourello, R. (2012). Reparacion de motocicletas. 5ta edicion España.*
- Salazar, J. J. (2016). Simulación por elementos finitos y propuesta de modelo matemático del comportamiento dinamico de la suspension posterior de una motocicleta de carretera tipo custom 125CC. Riobamba, Ecuador .*

ANEXOS

Anexo A. Aprobación para revisión de datos de matriculación.



UNIDAD MUNICIPAL DE TRANSPORTE
TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD
VIAL

Memorando N° ML-UMTTTSV-2017-01172-D
Loja, 19 de Mayo de 2017

PARA: Ab. Jorge Gallardo Montalvo
JEFE DEL CENTRO DE MATRICULACIÓN VEHICULAR
ASUNTO: Se remite documento

Adjunto al presente me permito remitir original del oficio N°C-DCIMA-042-2017-P13.20.1.22-0F, suscrito por el Ing. Cristian García, Director de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz Universidad Politécnica Salesiana Sede en Cuenca, dirigido al Dy. José Bolívar Castillo Vivanco, Alcalde de Loja y signado con el trámite N° 2017-EXT-18306, por Archivo General; relacionado con que se le confiera información de las motocicletas matriculadas en el 2017 a la fecha; a fin de que se sirva avocar el respectivo conocimiento y de ser posible proporcionar la información solicitada.

Particular que remito, para los fines pertinentes.

Atentamente;


Ing. Wilson Jarapillio Sangurima
DIRECTOR DE LA UMTTTSV
Director General



Anexo B. Reporte de matriculación mensual

 **Municipio de Loja**
Centro de Matriculación Vehicular

REPORTE MENSUAL DE MATRICULACIÓN VEHICULAR													
VEHICULO	MOTOS												
	MES												TOTAL
TIPO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	JUN	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2014	209	341	304	416	396	324	318	282	175	188	123	225	3301
2015	104	249	258	245	213	162	180	175	214	235	167	92	2247
2016	107	191	305	305	208	192	157	117	117	104	228	114	2305

 **G.A.D. MUNICIPAL DE LOJA**
METRICULA VEHICULAR
LOJA - AGENCIA LOJA
CERTIFICADO DE MATRICULAS

.....
FIRMA DE RESPONSABILIDAD

.....
Ing. Freddy Pinzón
RESPONSABLE DE ARCHIVO CMV

Anexo C. Encuestas realizadas

Tabla 1: Formato de encuesta para la obtención de datos

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Proyecto Técnico: Análisis de la contaminación de gases de vehículos tipo L1 y L3, mediante el muestreo de emisiones para la determinación de niveles de contaminación en la ciudad de Loja

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre	Walter Jango	Ocupación	Mecánico
Nro. cedula	1102548052	Edad	29

DATOS DEL VEHÍCULO

Marca	Sukida	Cilindraje	150
Modelo	Sliff	Combustible	Super
Año	2016	Tipo de servicio	Trabajo

DATOS OBTENIDOS

Nro. muestra	Kilometraje		Fecha Hora		Kilometraje		Fecha Hora	
	inicial				final			
Día 1	133039		10/10/2017	8:00	133052		10/10/2017	18:00
Día 2	133052		11/10/2017	8:00	133066		11/10/2017	18:00
Día 3	133066		12/10/2017	8:00	133079		12/10/2017	18:00
Día 4	133079		13/10/2017	8:00	133092		13/10/2017	18:00

Anexo D. Especificaciones del analizador QROTECH NGA 600

NGA 600			
Medición	CO, HC, CO ₂ , O ₂ , Lambda, AFR, NOX (opcional)		
Método de medición	CO, HC, CO ₂ : Método NDIR O ₂ , NO _x : Electroquímica		
Rango de medición	0.00 – 9.99%		0 – 9999 ppm
Resolución	CO	0,01%	HC 1 ppm
Display	4 dígitos LED 7 segment		4 ó 5 dígitos LED 7 segment
Rango de medición	0.0 – 20.0%		0 – 9999 ppm
Resolución	CO ₂	0,01%	O ₂ 1 ppm
Display	4 dígitos LED 7 segment		4 ó 5 dígitos LED 7 segment
Rango de medición	0,00 – 9,99%		0 – 9999 ppm
Resolución	CO	0,01%	HC 1 ppm
Display	4 dígitos LED 7 segment		4 ó 5 dígitos LED 7 segment
Rango de medición	0,00 – 9,99%		0 – 9999 ppm
Resolución	CO	0,01%	HC 1 ppm
Display	4 dígitos LED 7 segment		4 ó 5 dígitos LED 7 segment

Anexo E. Toma de muestras en la ciudad de Loja.



Anexo F. Muestras obtenidas en el analizador de gases



b



Anexo G. Normativa Ecuatoriana INEN 136



Baquerizo Moreno 08-03 y
6 de Diciembre
Código INEN
www.inen.gov.ec
Quito – Ecuador

**TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidas para motocicletas y tricimotos.
Prueba estática en ralentí**

Tipo de motor	CO (% V)	HC (ppm)
Todas **	3,5	2 000

** A partir del año modelo 2014.

4.7.2 Prueba dinámica. Todas las motocicletas y tricimotos cubiertos por este Reglamento Técnico no podrán emitir al ambiente monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en cantidades superiores a los valores establecidos en la Directiva Europea 2002/51/EC, Ciclo ECE R 40 (ver Tablas 2 y 3), ó 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 (ver tabla 4).

**TABLA 2. Valores límites máximos para motocicletas de dos (2) ruedas.
Directiva Europea 2002/51/EC. Ciclo de prueba ECE R 40**

Desplazamiento	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)
< 150 cm ³	2,0 ⁽¹⁾	0,8	0,15
≥ 150 cm ³	2,0 ⁽²⁾	0,3	0,15

(1) Ciclo de Prueba = ECE R40 (con emisiones medidas para todos los modos – el motor está impetuoso (100%))

(2) Ciclo de Prueba = ECE R40 + EUDC (emisiones medidas para todos los modos – el motor empieza en frío con una velocidad máxima de 120 km/h).

**TABLA 3. Valores límites máximos para tricimotos.
Directiva Europea 2002/51/EC. Ciclo ECE R 40.**

Desplazamiento	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)
Todos	7,0	1,5	0,4

**TABLA 4. Valores límites máximos para motocicletas y tricimotos.
EPA 40 CFR, Parte 86.410–2006, Ciclo de prueba FTP-75**

Desplazamiento	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + NO _x (g/km)
0-169 cm ³	12	1,0	-
170-279 cm ³	12	1,0	-
> = 280 cm ³	12	-	1,4

4.8 Nivel Sonoro Admisible. Los valores límites máximos admisibles en dB(A) para las motocicletas y tricimotos se establece en la Tabla 5.

**TABLA 5. Valores límites máximos de nivel sonoro para motocicletas y tricimotos.
Directiva 78/1015/CEE del Parlamento Europeo**

Desplazamiento	Valores límite del nivel sonoro dB (A)
<=80 cm ³	78
<= 125 cm ³	80
<= 350 cm ³	83
<= 500 cm ³	85
> 500 cm ³	86

Anexo H. Tablas de resultados en Minitab

Resultados ralenti						
variable	media	error estándar de la media	desviación estándar	varianza	mínimo	Máximo
CO	5,017	0,417	2,673	7,144	0,14	10
CO₂	7,935	0,653	4,182	17,486	2,3	16,2
HC	240	13,7	87,8	7706,2	108	501
O₂	5,03	0,324	2,078	4,316	0,98	8,65
Km	42,95	4,68	29,99	899,65	12	105

Resultados media carga						
variable	media	error estándar de la media	desviación estándar	varianza	mínimo	Máximo
CO	5,31	0,479	3,07	9,425	0,28	10
CO₂	7,149	0,475	3,041	9,247	2,5	14,5
HC	390,4	38	243	59055	54	1238
O₂	6,981	0,585	3,747	14,043	0,66	13,78

Resultados carga completa						
variable	media	error estándar de la media	desviación estándar	varianza	mínimo	Máximo
CO	6,834	0,353	2,258	5,1	0,4	10
CO₂	11,346	0,687	4,398	19,344	3,48	19,4
HC	626,6	65	410,9	168876,2	118	1755
O₂	4,242	0,393	2,515	6,327	0,49	10,88

Anexo I. Normativa Ecuatoriana INEN 2203,2000



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 203:2000

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

Primera Edición

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

First Edition

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE, EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI". PRUEBA ESTÁTICA.	NTE INEN 2 203:2000 2000-07
---	--	-----------------------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones provenientes del sistema de escape de vehículos equipados con motor de encendido por chispa, en condiciones de marcha mínima o "ralenti".

2. ALCANCE

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

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2204, y las que a continuación se detallan:

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

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

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

3.1.4 *Gas patrón.* Gas o mezcla de gases de concentración conocida, certificada por el fabricante del mismo, y que se emplea para la calibración de equipos de medición de emisiones de escape.

3.1.5 *Autocalibración.* Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante del mismo.

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

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

3.1.8 *Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo.* Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.

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

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

4. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

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

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Fundamento.

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

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

5.2 Equipos

5.2.1 Ver numeral 4, Disposiciones Generales.

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

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

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

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

5.3 Calibración

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

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

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

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

5.4 Procedimiento de medición

5.4.1 Antes de la prueba, realizar las verificaciones siguientes:

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

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

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

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

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

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

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

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

5.4.2 Medición

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

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

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

5.4.2.4 Imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.

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

5.5 Informe de resultados

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

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

Anexo J. Base de datos

ITEM	km recorridos por dia	Gases en RALENTÍ			
		CO	CO2	HC	O2
1	18	8,94	9,7	372	4,42
2	30	4,42	4,1	272	7,5
3	12	9,73	9,4	501	4,56
4	89	3,75	2,5	407	8,35
5	50	9,48	9,9	256	4,88
6	16	3,08	2,3	191	7,54
7	105	3,64	14,6	185	3,58
8	91	4,38	15,8	287	1,64
9	95	0,14	5,5	195	6,83
10	13	0,34	6,85	186	8,65
11	39	5,35	16,2	112	3,25
12	48	3,82	13,8	266	3,78
13	83	8,56	14,2	238	0,98
14	55	8,12	6,3	341	7,83
15	43	10	9,89	174	3,28
16	18	0,77	7,5	172	4,35
17	16	4,6	5,77	187	5,65
18	19	7,56	14,08	108	4,6
19	23	4,53	4,56	379	3,78
20	21	6,85	5,6	405	6,67
21	18	7,06	3,9	185	5,67
22	35	0,95	4,67	198	3,54
23	95	7,98	7,56	176	5,65
24	86	6,89	14,56	154	6,76
25	24	5,35	8,9	267	3,56
26	26	3,98	6,7	309	7,98
27	96	5,65	5,9	401	8,23
28	48	4,63	2,56	276	3,12
29	28	7,52	9,7	156	4,34
30	19	3,56	14,2	245	1,56
31	17	4,65	5,67	234	3,98
32	13	0,53	4,38	222	2,65
33	28	4,32	3,14	256	5,87
34	35	3,52	6,87	207	6,67
35	89	4,56	9,5	178	7,33
36	46	7,53	13,67	198	2,34
37	17	2,86	3,56	201	4,56
38	16	4,81	9,21	209	3,56
39	23	0,58	4,67	189	8,35
40	35	5,85	3,56	165	3,65
41	83	4,86	3,89	178	4,76

ITEM	km recorridos por dia	Gases a media carga			
		CO	CO2	HC	O2
1	18	10	8,6	764	0,97
2	30	3,79	4	718	13,21
3	12	9,52	9,3	364	4,6
4	89	4,83	2,9	1238	13,3
5	50	10	9,4	323	4,12
6	16	3,99	2,5	706	10,56
7	105	2,27	12	146	6,84
8	91	10	11	397	1,67
9	95	0,28	6,4	91	13,61
10	13	0,47	8,1	54	11,2
11	39	1,86	9,87	239	1,57
12	48	7,57	14,5	146	0,66
13	83	7,93	6,3	343	7,91
14	55	10	12,3	293	0,74
15	43	10	10	905	1,83
16	18	2,76	10,9	606	7,23
17	16	9,78	6,65	443	6,89
18	19	4,67	3,43	365	5,67
19	23	0,98	6,12	140	12,67
20	21	3,45	8,76	457	7,87
21	18	4,87	6,45	398	5,67
22	35	5,67	9,76	208	8,78
23	95	2,67	5,67	178	7,34
24	86	3,85	6,54	209	7,98
25	24	2,98	8,78	446	4,98
26	26	2,65	12,54	564	8,78
27	96	4,65	5,9	325	4,78
28	48	3,45	7,45	723	6,98
29	28	2,78	5,45	345	4,67
30	19	0,67	3,45	178	11,89
31	17	7,6	2,5	324	13,78
32	13	4,55	6,68	389	6,98
33	28	8,76	5,87	716	7,67
34	35	9,67	2,9	398	5,98
35	89	4,54	3,5	190	4,87
36	46	5,67	8,6	376	6,78
37	17	3,21	8,1	334	4,89
38	16	6,56	5,76	240	5,88
39	23	8,76	5,76	289	13,67
40	35	6,54	4,98	240	6,87
41	83	3,45	3,43	198	3,89

IEM	km recorridos por dia	Gases a carga completa			
		CO	CO2	HC	O2
1	18	10	8,8	1519	2,38
2	30	5,11	3,9	338	10,3
3	12	10	9,7	305	3,72
4	89	9,05	4,6	1755	8,31
5	50	6,7	11,7	820	4,72
6	16	7,49	5,2	705	10,88
7	105	1,76	12,7		8,18
8	91	10	7,3	955	5,15
9	95	6,78	13,65	365	4,65
10	13	4,49	16,2	334	3,75
11	39	0,4	19,4	165	3,65
12	48	6,51	15,7	118	0,49
13	83	10	10,9	587	0,9
14	55	10	11,1	476	0,75
15	43	6,49	14,7	368	3,08
16	18	5,78	14,8	1500	3,45
17	16	7,98	13,25	398	4,76
18	19	9,76	13,5	357	3,98
19	23	8,87	8,65	1689	8,98
20	21	7,56	3,48	760	3,12
21	18	4,98	9,54	786	4,9
22	35	7,65	4,9	245	2,98
23	95	4,87	12,45	855	3,97
24	86	8,24	13,6	465	3,67
25	24	8,26	18,56	434	3,6
26	26	4,72	17,4	265	3,78
27	96	5,87	14,5	587	3,56
28	48	6,7	7,45	710	4,12
29	28	6,58	9,6	895	3,56
30	19	6,25	8,56	978	0,76
31	17	8,59	5,56	789	0,56
32	13	8,26	10,69	706	3,44
33	28	6,57	7,79	858	4,87
34	35	6,59	14,78	742	2,78
35	89	4,67	6,2	398	4,53
36	46	4,57	13,7	453	9,78
37	17	3,56	9,3	339	4,75
38	16	6,87	16,79	189	2,343
39	23	4,98	16,2	298	4,78
40	35	6,7	19,4	268	3,44
41	83	10	8,98	290	2,56