



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**“ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A GASOLINA
EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI”**

AUTOR: Núñez Pérez Carlos Santiago

TUTOR: Ing. Mg. Alejandra Lascano

AMBATO – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A GASOLINA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI”**, elaborado por el Señor Carlos Santiago Núñez Pérez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- El presente proyecto técnico es original del autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Esta concluido en su totalidad y puede continuar con el trámite correspondiente

Ambato, Enero del 2019

EL TUTOR

.....

Ing. Mg. Alejandra Lascano

AUTORÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Yo, Carlos Santiago Núñez Pérez, portador de la C.I. 1804365045 tengo a bien indicar que los criterios, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones emitidos en el presente proyecto técnico con el tema “**ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A GASOLINA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI**”, son de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor.

Ambato, Enero del 2019

EL AUTOR

.....

Carlos Santiago Núñez Pérez

C.I. 1804365045

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y diferentes procesos de investigación según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste trabajo experimental dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Enero del 2019

EL AUTOR

.....
Carlos Santiago Núñez Pérez

C.I. 1804365045

APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental realizado por el egresado Carlos Santiago Núñez Pérez de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: **“ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A GASOLINA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI.”**

Ambato, Enero del 2019

Para constancia firman:

.....
Ing. Gustavo Patín

.....
Ing. Juan Paredes

DEDICATORIA

Empezar este reto fue fácil, al iniciar creí que bastaría con desearlo para tenerlo, pero no fue así por esa razón este trabajo está dedicado a las personas que estuvieron conmigo en este largo y sacrificado camino; a mis padres por darme su apoyo y creer en mí cuando mis ánimos decaían, en especial a mi madre por ser incondicional, enseñarme a luchar por lo quiero y sobretodo, que, todo esfuerzo tiene una recompensa. Mi hermana quién siempre me impulsó a seguir creyendo en mis sueños hoy plasmados en realidad.

A mis amigos quienes han compartido conmigo buenos, pero sobre todo malos momentos y han sido parte de este difícil, pero grandioso camino.

Por todas las palabras de aliento, por los momentos de frustración, por los momentos de éxito, por los momentos de llanto, por los momentos de alegría, por todo lo que la vida nos regala, dedico este proyecto técnico a las personas que estuvieron conmigo siempre.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mis padres: Carlos Julio Núñez y Olga Piedad Pérez, por el esfuerzo, paciencia y constancia que día a día me han brindado a lo largo de mi vida estudiantil, A mi hermana que ha sido el apoyo incondicional en momentos difíciles, a mi sobrino que ha sido la fuerza y el valor para seguir adelante en este difícil, pero, satisfactorio camino universitario y por último a la vida por permitirme vivir mi sueño junto a ellos.

Agradezco a los docentes que tuve el privilegio de conocer y captar sus conocimientos impartidos dentro de las aulas y fuera de ellas.

Por otra parte, agradezco a todo el personal CADME por abrirme las puertas y permitirme formar parte de este selecto grupo de profesionales con quienes he tenido la satisfacción de adquirir conocimientos nuevos que serán de mucha ayuda al ejercer mi carrera.

Un agradecimiento afectuoso a mi Tutor de tesis la Ing. Mg. Alejandra Lascano que sin ella no hubiese sido posible realizar el presente proyecto técnico.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PAGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO.....	III
DERECHOS DEL AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	.VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XII

CAPÍTULO I

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5

CAPÍTULO II

2. Investigaciones previas.....	6
2.2. Fundamentación teórica.....	7
2.2.1. Clasificación de los contaminantes.....	7
2.2.2. Formas de emisiones de evaporación de contaminantes	7
2.2.3. Emisiones por el tubo de escape.....	9
2.2.4. Contaminantes emitidos por fuentes vehiculares	9
2.2.4.1. Emisiones contaminantes en condiciones ideales de motores a gasolina	9
2.2.4.2. Emisiones contaminantes en condiciones reales de motores a gasolina.....	10
2.3. Gases inofensivos	11
2.4. Gases contaminantes	11
2.5. Estimación de emisiones de gases en la Universidad Técnica de Ambato	12

2.6. La gasolina en el Ecuador.....	13
2.6.1. Octanaje en la gasolina.....	14
2.7. Control emisiones de gases	15
2.7.1. Estructura del catalizador de tres vías.....	18
2.7.1.1. Recubrimientos de los monolitos.....	19
2.7.1.2. Condiciones de servicio.....	19
2.7.1.3. Lugar de montaje y efectividad	20

CAPÍTULO III

3.1. Selección de alternativas	22
3.2. Cálculos y desarrollo	23
3.2.1. Definiciones analizador de gases MAHA MTG5	23
3.2.2. Procedimiento de operación del analizador de gases	23
3.2.3. Calibración del analizador de gases.....	26
3.2.4. Mantenimiento analizador de gases.....	27
3.2.5. Población y muestra	27
3.2.6. Límites máximos de emisiones permitidos.....	28
3.2.7. Emisiones de gases.....	30
3.2.8. Correlación de Pearson.....	35
3.2.8.1 Correlación emisiones de CO vs Año de vehículo.....	35
3.2.8.2 Correlación emisiones de HC vs Año de vehículo.....	35
3.2.9 Análisis e interpretación de resultados.	36
3.2.9.1 Determinación de la flota vehicular dentro del campo de estudio.....	36
3.2.9.2 Análisis datos por marca de vehículos.....	37
3.2.9.2.1 Marca Chevrolet	37
3.2.9.2.2. Marca Kia.....	40
3.2.9.2.3. Marca Hyundai	44
3.2.10. Tipo de combustible utilizado	47
3.2.11. Análisis de emisiones de vehículos del año 1989 y anteriores.....	47
3.2.12 Análisis de emisiones de vehículos del año 1990 a 1999.....	50
3.2.13 Análisis de emisiones de vehículos del año 2000 y posteriores	53
3.3. Presupuesto.....	71
3.4 Especificaciones Técnicas	72

CAPÍTULO IV

4.1. Conclusiones.....	76
4.2. Recomendaciones	77
5. Bibliografía.....	78

ANEXOS

Anexo A.....	80
Anexo B.....	81
Anexo C.....	82
Anexo D.....	83
Anexo E.....	83
Anexo F.....	84
Anexo G.....	84
Anexo H.....	85
Anexo I.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

TABLA 2. 1 CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES.....	7
TABLA 2. 2 CRONOLOGÍA DE LA GASOLINA EN EL ECUADOR.....	14
TABLA 2. 3 NIVEL DE OCTANAJE DE ALGUNOS ADITIVOS DE LA GASOLINA.....	15
TABLA 2. 4 CONDICIONES DE SERVICIO CATALIZADOR DE TRES VÍAS.....	20

CAPÍTULO III

TABLA 3. 1 PONDERACIÓN DE DATOS.....	22
TABLA 3. 2 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE ANALIZADOR DE GASES	24
TABLA 3. 3 CALIBRACIÓN DEL ANALIZADOR DE GASES	26
TABLA 3. 4 MANTENIMIENTO DEL ANALIZADOR DE GASES.....	27
TABLA 3. 5 LÍMITES DE EMISIONES DE GASES.....	29
TABLA 3. 6 MEDICIÓN DE EMISIONES DE GASES	30
TABLA 3. 7 EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES.....	48
TABLA 3. 8 EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 A 1999.....	50
TABLA 3. 9 EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES	53

TABLA 3. 10 VEHÍCULOS QUE CUMPLE CON EL LÍMITE DE EMISIONES CO.....	56
TABLA 3. 11 VEHÍCULOS QUE NO CUMPLE CON EL LÍMITE DE EMISIONES CO	57
TABLA 3. 12 VEHÍCULOS QUE NO CUMPLE CON NIVELES DE CO2	59
TABLA 3. 13 VEHÍCULOS QUE CUMPLE CON NIVELES DE CO2.....	60
TABLA 3. 14 VEHÍCULOS QUE NO CUMPLEN CON CUMPLE CON LOS LÍMITES DE HC	61
TABLA 3. 15 VEHÍCULOS QUE CUMPLEN CON CUMPLE CON LOS LÍMITES DE HC.....	63
TABLA 3. 16 VEHÍCULOS QUE CUMPLEN CON LOS NIVELES DE O ₂	64
TABLA 3. 17 VEHÍCULOS QUE NO CUMPLEN CON LOS NIVELES DE O ₂	66
TABLA 3. 18 COSTO DE EQUIPO.....	71
TABLA 3. 19 DETALLES DEL EQUIPO.....	72
TABLA 3. 20 DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

FIG 2. 1 TIPOS EMISIONES DE VAPORES CONTAMINANTES	8
FIG 2. 2 COMBUSTIÓN IDEAL	10
FIG 2. 3 COMBUSTIÓN REAL.....	10
FIG 2. 4 RANGO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI.....	12
FIG 2. 5 REALIMENTACIÓN DE GASES DE ESCAPE AGR.	16
FIG 2. 6 SISTEMA DE RETENCIÓN DE VAPOR DEL COMBUSTIBLE.	17
FIG 2. 7. SISTEMA DE ESCAPE CON CATALIZADOR DE TRES VÍAS.	18
FIG 2. 8 CATALIZADOR DE TRES VÍAS	19

CAPÍTULO III

FIG 3. 1 AJUSTE Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO. FUENTE: AUTOR	27
FIG 3. 2 CORRELACIÓN AÑOS DE VEHÍCULOS VS EMISIONES DE CO.	35
FIG 3. 3 CORRELACIÓN AÑOS DE VEHÍCULOS VS EMISIONES DE HC. FUENTE: AUTOR	36
FIG 3. 4 FLOTA VEHICULAR EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI. .36	
FIG 3. 5 TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN VEHÍCULOS MARCA CHEVROLET.	38
FIG 3. 6 RPM VS EMISIONES DE CO EN VEHÍCULOS MARCA CHEVROLET.....	38
FIG 3. 7 RPM VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA CHEVROLET.....	39
FIG 3. 8 EMISIONES DE CO VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA CHEVROLET.....	39
FIG 3. 9 RPM VS LAMBDA (λ) EN VEHÍCULOS MARCA CHEVROLET.	40
FIG 3. 10 TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN VEHÍCULOS MARCA KIA.	41

FIG 3. 11 RPM VS EMISIONES DE CO EN VEHÍCULOS MARCA KIA.	41
FIG 3. 12 RPM VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA KIA.	42
FIG 3. 13 EMISIONES DE CO VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA KIA.	43
FIG 3. 14 RPM VS LAMBDA (λ) EN VEHÍCULOS MARCA KIA.	43
FIG 3. 15 TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN VEHÍCULOS MARCA HYUNDAI.	44
FIG 3. 16 RPM VS EMISIONES DE CO EN VEHÍCULOS MARCA HYUNDAI.	45
FIG 3. 17 RPM VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA HYUNDAI.....	45
FIG 3. 18 EMISIONES DE CO VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA HYUNDAI	46
FIG 3. 19 EMISIONES DE CO VS EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS MARCA HYUNDAI.	46
FIG 3. 20 TIPO DE COMBUSTIBLE MÁS UTILIZADO.	47
FIG 3. 21 EMISIONES DE CO EN VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES	48
FIG 3. 22 EMISIONES DE CO ₂ EN VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES	49
FIG 3. 23 FIG. 3.23: EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES.....	49
FIG 3. 24 EMISIONES DE O EN VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES.....	50
FIG 3. 25 EMISIONES DE CO EN VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 1990 A 1999.....	51
FIG 3. 26 EMISIONES DE CO ₂ EN VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 1990 A 1999	52
FIG 3. 27 EMISIONES DE HC EN VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 1990 A 1999.....	52
FIG 3. 28 EMISIONES DE O EN VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 1990 A 1999.	53
FIG 3. 29 EMISIONES DE CO EN VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES.....	59
FIG 3. 30 EMISIONES DE CO ₂ EN VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES.	61
FIG 3. 31 EMISIONES DE CO ₂ EN VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES	64
FIG 3. 32 EMISIONES DE O EN VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES.	67

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico tiene como objetivo realizar un estudio de emisiones de gases contaminantes que emanan los vehículos a gasolina dentro de los predios de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi y los cuales fueron comparados con la normativa nacional vigente y se determinó el porcentaje de los vehículos que cumple o no con los límites máximos permitidos. La norma NTE INEN 2204:2017 hace referencia explícitamente a las emisiones de porcentaje de monóxido de carbono (CO) y partículas por millón de hidrocarburos no quemados (HC), los cuales fueron producto de la combustión de los vehículos, cabe mencionar que al estudio realizado se tomó en cuenta otros gases contaminantes para un mayor análisis del estado de los vehículos, tales como dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O), la norma antes mencionada divide el rango de análisis en tres etapas o periodos.

Periodo uno: vehículos del año 1989 y anteriores.

Periodo dos: vehículos comprendidos entre los años 1990 y 1999.

Periodo tres: vehículos del año 2000 y posteriores.

Cada uno de estos periodos según la norma tiene su nivel máximo de emisiones los cuales los vehículos no deben pasarse del límite establecido.

Para realizar las mediciones de los vehículos se realizó el procedimiento de acuerdo al funcionamiento y especificaciones del equipo MAHA MGT5 de procedencia alemana, el cual funciona mediante el principio absorción de radiación infrarroja.

Finalmente, para la interpretación y análisis de resultados, con los datos obtenidos se creó tablas y figuras, con lo cual se determinó que los vehículos con menor emanación de gases contaminantes son aquellos que utilizan gasolina Super y modelos en su mayoría del año 2018, sin embargo, es importante mencionar que el 76% de los vehículos analizados en este proyecto técnicos utilizan gasolina Extra

ABSTRACT

The objective of this technical project is to carry out a study of emissions of polluting gases emanating from gasoline vehicles within the premises of the Technical University of Ambato Huachi campus and compare them with the current national regulations to determine the percentage of vehicles that meet or not with the maximum limits allowed. The NTE INEN 2204: 2017 standard refers explicitly to the emissions of percentage of carbon monoxide (CO) and particles per million unburned hydrocarbons (HC), which are the product of the combustion of vehicles, it is worth mentioning that the study When other pollutant gases are taken into account for a better analysis of the state of the vehicles, such as carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O), the aforementioned standard divides the analysis range in three stages or periods.

Period one: vehicles of the year 1989 and earlier.

Period two: vehicles between the years 1990 and 1999.

Period three: vehicles of the year 2000 and later.

Each of these periods according to the standard has its maximum emission level, which vehicles must not exceed the established limit.

To carry out the measurements of the vehicles, the procedure was performed according to the operation and specifications of the MAHA MGT5 equipment of German origin, which works by means of the absorption principle of infrared radiation, it is worth mentioning that to perform the measurements the equipment was calibrated by trained personnel.

Finally, for the interpretation and analysis of results, with the data obtained tables and figures were created, with which it was determined that the vehicles with the lowest emanation of polluting gases are those that use Super gasoline and most of the models for the year 2018, without However, it is important to mention that 76% of the vehicles analyzed in this technical project use Extra gasoline and that all have a unique analysis so they coincide in year and model.

CAPÍTULO I

1. Tema

Estudio de emisiones de gases en vehículos a gasolina en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.

1.1. Antecedentes

Las revisiones técnicas vehiculares tienen como objetivo disminuir y garantizar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir los vehículos basados en el diseño y fabricación de los mismos, además que verificar que los vehículos no superen los límites máximos establecidos en las normativas vigentes nacionales. En el país las revisiones técnicas vehiculares han ido aumentando con el transcurso de los años y es de esta manera que en la ciudad de Quito a principios del 2003 se crea el REMMAQ (La red metropolitana de monitoreo atmosférico de Quito) la cual forma parte de la CORPAIRE (Corporación para el mejoramiento del aire de Quito). [1]

Estos centros se crearon con la finalidad de producir datos confiables y acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de aire, para lo cual crearon nueve estaciones a lo largo de la ciudad para la recolección de los datos, las revisiones técnicas vehiculares fueron orientadas más al transporte de uso intensivo como: buses, camiones, camionetas y taxis, esto debido a que tienen mayor recorrido . [1]

Otros de los estudios que también se ha realizado en la ciudad de Cuenca se ha buscado implementar un sistema de vigilancia de control atmosférico a partir del 2007 y desde 2012 se implementó una estación de monitoreo automático que mide CO, O₃, NO₂, SO₂ y partículas PM_{2.5}, todo esto a cargo de la EMOV EP (empresa pública municipal de tránsito, transporte y movilidad de Cuenca). El estudio sobre las mediciones de gases en el parque nacional Cajas demostró que los promedios anuales de los gases en estudio están dentro de los límites permisibles estipulados en la normativa nacional vigente, sin embargo, también se registra que el ozono y dióxido de nitrógeno presentan los valores más concentrados en las mediciones realizadas. [2]

Las revisiones técnicas vehiculares en la ciudad de Cuenca se dan a partir del año 2008, en el cual se busca determinar si los vehículos que circulan por la ciudad están cumpliendo o no con las normas nacionales vigentes, en el cual se identificó que el tráfico vehicular de la zona genera aproximadamente el 85% de las emisiones evaluadas, el 15% proviene de las centrales térmicas, 3,5% el uso de solvente, 3.2% proviene de las industrias, 2,7% de la vegetación, el 2.6% de las gasolineras y el 1,5% proviene del uso de GLP doméstico, de las canteras, rellenos sanitarios, fábricas de ladrillos entre otros. [3]

En el año 2015 en la ciudad de Latacunga se realizó un estudio para conocer la contaminación ambiental generada por automotores especialmente que funcionan a gasolina, donde se evidencio que los gases más relevantes en esta medición fueron el monóxido de carbono con el 32% y e hidrocarburos no quemados con el 97.33% y al comparar estos datos con los límites máximos permisibles en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:2002, se obtuvo que 203 vehículos poseen valores menores al límite permisible y 97 vehículos sobrepasan los valores, además se identificó que los hidrocarburos no quemados están presentes en el 97.33% del total de la flota vehicular esto debido al poco interés el mantenimiento de los vehículos. [4]

La provincia de Tungurahua es la cuarta ciudad en el país con más índice de compra de vehículos livianos con el 7%, de 968900 vehículos que ingresaron al país en 2017, la provincia acoge a 128758. El crecimiento vehicular dentro de la provincia de Tungurahua es del 2% por año. [5]

1.2. Justificación

Las normas Euro limita las emisiones de óxido de carbono, hidrocarburos y óxido nitroso (todos ellos gases perjudiciales para la salud y el medio ambiente) de los vehículos pesados y ligeros. La importancia de esta norma radica no solo en el control, sino también en la exigencia de contar con vehículos con mejor tecnología; lo que se traduce en vehículos:

- ✓ Más eficientes.
- ✓ Producen un menor consumo.
- ✓ Emiten menos gases contaminantes.

Estas normas son requisitos técnicos los cuales permiten implementar avances tecnológicos y de tal manera poder controlar que no superen límites establecidos de emisiones contaminantes, en fin, se busca controlar y reducir las emisiones de material particulado y óxido nitroso producto del proceso de la combustión en motores de gasolina. Los automotores constituyen el principal aportante de la contaminación ambiental en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi Se ha determinado que la quema de combustibles fósiles, como la gasolina, originan los gases de combustión, que poseen contaminantes como: dióxido de carbono, monóxido de carbono y gases nitrogenados. Por otra parte, la Constitución establece que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Para el cumplimiento de este derecho y que no se vea afectado se debe procurar cuidar la atmósfera, lo que garantizará que el aire que se respire sea de calidad apta para el ser humano, la fauna y la flora. La gestión ambiental con relación al aire en el país carece del establecimiento de políticas municipales, gubernamentales y propias de cada individuo para frenar la contaminación ambiental atmosférica.

A nivel nacional se cuenta con normativas que definen los límites máximos permitidos para fuentes móviles de motores que funciona a gasolina, básicamente se basa en las normas NTE INEN 2204 y NTE INEN 2203, en las cuales se define los rangos de aplicación y el procedimiento requerido para cumplir con la medición de gases.

Mediante este estudio se busca analizar el nivel de contaminación ambiental que generan los vehículos que ingresan a los predios de la Universidad.

Los vehículos para desplazarse deben adquirir energía y transformarla en este caso mediante el motor en energía cinética, las emisiones de CO₂ dependen del tipo de energía consumida en este caso gasolina, los cuales adquieren la energía almacenada en el combustible, el cual se libera mediante combustión en el interior del motor. El aumento de vehículos a gasolina en los predios de la universidad hace que sean un factor importante en la emisión de gases de efecto invernadero afectando al medio ambiente.

El efecto invernadero es un proceso natural que influye en el calentamiento de la superficie de la tierra, bajo la acción de la radiación solar. Es debido al echo que ciertos gases atmosféricos, de escasa proporción en la composición global de aire, tales como el dióxido

de carbono, los óxidos de nitrógeno, vapor de agua, metano, los cuales son capaces de modificar el balance energético de la Tierra y el Sol. [6]

Monóxido de carbono CO: Contaminante muy tóxico, además de ser incoloro e inodoro se produce por la combustión generado por derivados de petróleo, carbón, gas natural, y presentan un alto índice de afinidad por la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos de la sangre, lo cual puede llegar a causar la muerte. [4]

Dióxido de carbono CO₂: No es un gas tóxico sin embargo puede causar asfixia por desplazamiento del oxígeno. Es incoloro, inodoro e insaboro utilizado comúnmente extinguidores y bebidas gaseosas, además es uno de los productos de la combustión de la materia orgánica debido al proceso de respiración. [4]

Metano CH₄: Al igual que el CO₂ es producido por la combustión de combustibles fósiles. El metano tiene una vida aproximada de 12 años y es un gas de efecto invernadero potente ya su capacidad para atrapar el calor dentro de la atmósfera es 23 veces más eficaz que el CO₂.

Óxido nitroso N₂O: Es un gas volátil, incoloro, con un olor dulce y ligeramente tóxico, liberado por la combustión de vehículos, así como en el empleo de fertilizantes nitrogenados.

Hidrocarburos no quemados: No todos los hidrocarburos participan en la reacción porque no hay suficiente tiempo disponible durante la fase de la combustión. El óxido de nitrógeno y los hidrocarburos se mezclan en el aire y son bombardeados por los rayos ultravioleta de la luz del sol. El dióxido de nitrógeno libera un átomo de oxígeno, el cual se combina con el gas de oxígeno para formar el ozono (O₃) a nivel del suelo.

Ozono O₃: Puede ser generado por complejas reacciones fotoquímicas asociadas a emisiones antropogénicas y constituye un potente contaminante atmosférico, este gas filtra en la estratosfera los rayos UV dañinos para las estructuras biológicas.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar los niveles de emisión de gases que generan los vehículos a gasolina, con un analizador de gases en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi para determinar si estos se encuentran dentro de los rangos establecidos según normativas nacionales vigentes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un procedimiento mediante normativas vigentes que permita determinar las emisiones de los gases de los vehículos que circulan en el campus Huachi.
- ✓ Determinar la muestra de la flota vehicular dentro del campus Huachi, para obtener datos reales con mayor rapidez y a menor costo,
- ✓ Medir el nivel de emisiones de los hidrocarburos no quemados (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂), mediante el analizador.
- ✓ Generar fichas técnicas a base del registro de la flota vehicular y de la medición de gases para establecer tablas de límites máximos de emisiones según el año del modelo de los vehículos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2. Investigaciones previas

En el 2007 la Universidad Central del Ecuador con ayuda del laboratorio de calidad de aire urbano de la ciudad de Quito realizó una investigación dentro del casco urbano de la ciudad de Ambato en donde se analizó el porcentaje de vehículos que cumplen los parámetros establecidos dentro de la norma NTE INEN 2204, en cual se demostró que de los 695 vehículos involucrados en el estudio el 79.7% están dentro de los rangos que estipula la norma tanto para monóxido de carbono (CO), como para hidrocarburos no quemados (HC). El estudio también revela que la mayoría de los vehículos que cumplen con la normativa para emisiones de (CO) y (HC) en su mayoría son vehículos de modelos a partir del año 2000, detallados de la siguiente manera: 203 vehículos cumplen o están dentro del rango de emisiones de (CO) y 170 vehículos están dentro el rango de emisiones de (HC), de los cuales 169 vehículos están dentro del rango tanto de (CO) y (HC).

Por otra parte, en el año 2017 un estudio realizado por la Escuela Politécnica Nacional determinó que la relación que existe entre la calidad de la gasolina y el nivel de emisiones de gases producidas por el mismo vehículo, pero a distinta presión atmosférica, es decir en distintas regiones del país (Ecuador) y el número de revoluciones, [7] se determinó que: en a revoluciones bajas 700 rpm el monóxido de carbono (CO) utilizando gasolina Super presenta un valor de 0.05%, mientras que a revoluciones altas 2500 rpm el valor es menor al 0.01%. Al utilizar gasolina Extra en las mismas condiciones anteriores se evidenció el mismo efecto. Por el contrario, en el análisis echo en referencia a los hidrocarburos no quemados a bajas revoluciones utilizando gasolina Super presenta un valor de 7 ppm (HC) y a altas revoluciones se incrementa a 18 ppm (HC). [7]

Mediante un estudio realizado en para mitigar el fenómeno de emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) y monóxido de carbono (CO), lograron reducir dichas emisiones de manera efectiva hasta en un 64% y 80.7%, además mejoraron la eficiencia del proceso de combustión y la estabilidad de combustión, todo esto gracias a un combustible dual, el cual

se inyecta directamente a las válvulas de admisión interviniendo directamente en el proceso de la combustión del motor. [8]

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Clasificación de los contaminantes

Debido a la naturaleza física, composición química de los contaminantes, por su origen natural o antropogénico (causado por el hombre), los contaminantes se clasifican en contaminantes primarios y secundarios, según como se lo describe en la tabla 2.1.

Tabla 2. 1 Clasificación de los contaminantes

Contaminantes Primarios	Contaminantes o sustancias emitidas directamente a la atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> -Aerosoles (partículas microscópicas) -Gases (compuestos de azufre, de nitrógeno, dióxido de carbono) -Metales pesados (plomo, mercurio, cobre, etc.) -Sustancias radiactivas.
Contaminantes Secundarios	Sustancia que no se emiten directamente a la atmosfera, se producen por reacciones químicas que sufren los contaminantes primarios.	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación fotoquímica -Lluvia acida -Clorofluorocarbonos (compuesto químicos que contiene cloro, flúor y carbono que al llegar a la atmosfera se liberan átomos que dañan la capa de ozono)

Fuente: [4]

2.2.2. Formas de emisiones de evaporación de contaminantes

En los últimos años el incremento del uso de vehículos para trasladarse dentro y fuera de las ciudades se ha dado aceleradamente, incrementando así los problemas de contaminación afectando a la atmosfera y a la salud de la población dicha contaminación es expulsada por

tubos de escape que contienen emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no quemados (HC) y compuestos de plomo. [9] como se evidencia en la figura 2.1.

Existen diferentes formas de evaporación de emisiones de contaminantes que generan los vehículos, las cuales pueden ocurrir cuando el vehículo se encuentra estacionado y la otra cuando se encuentra en movimiento, tales como:

Emisiones diurnas: las cuales se generan en el sistema del combustible debido a los cambios de temperatura a los cuales este se somete. [9]

Emisiones con el motor caliente: las emisiones se generan al evaporarse el combustible debido al calor residual que genera el motor del vehículo cuando acaba de ser apagado. [9]

Emisiones en circulación: es la más general ya que se generan cuando el vehículo se encuentra operando en condiciones normales. [9]

Emisiones en reposo: se da cuando el motor se encuentra frío y ocurre debido a la permeabilidad de los componentes del sistema del combustible. [9]

Emisiones en proceso de carga: se genera en estaciones de recarga de combustible y consiste en fugas de vapores mínimas. [9]

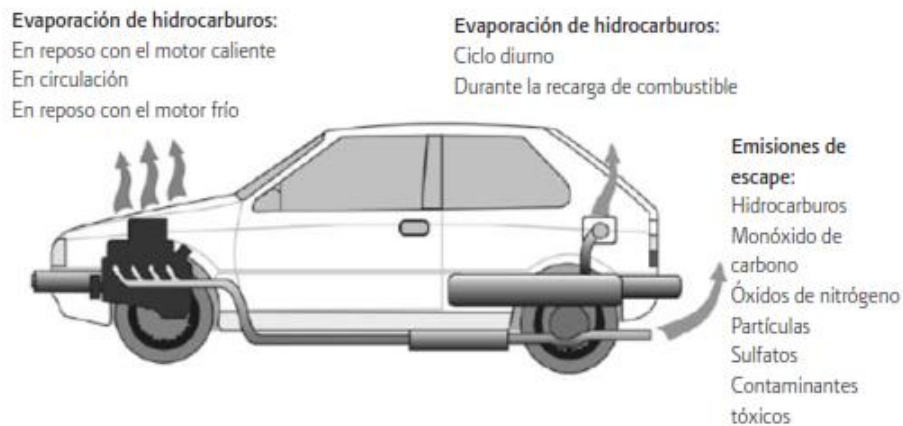


Fig 2. 1 Tipos emisiones de vapores contaminantes Fuente: [9]

2.2.3. Emisiones por el tubo de escape

Todos los vehículos que se encuentra circulando por las vías y carreteras son potenciados por motores de combustión interna impulsados por diferentes tipos de combustibles en este caso el estudio está dirigido a vehículos alimentados a base de gasolina.

El proceso de combustión hace que el combustible se quemé y genere una serie de contaminantes que son enviadas a la atmosfera, las emisiones dependen de las características del vehículo tanto del año, peso, tecnología y sistemas de control de emisiones, vehículos más pesados o con mayor potencia tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido y vehículos con mayor tecnología tienden a reducir las emisiones ya que poseen convertidores catalíticos, Otros factores que también intervienen en el tipo de emisiones que expulsa el escape son: mantenimiento, factores operativos, velocidad, frecuencia e intensidad de aceleración y las características del combustible. [9]

2.2.4. Contaminantes emitidos por fuentes vehiculares

La flota vehicular que circula por el país está impulsada por gasolina y diésel las cuales son mezclas de hidrocarburos que contienen átomos de hidrogeno y carbono, las cuales emiten diversos tipos de contaminantes de acuerdo a su categoría y servicio prestan tales como: buses de servicio, taxis, camiones livianos medianos y pesados, camionetas, automóviles particulares, furgonetas, motocicletas entre otros. [10]

2.2.4.1. Emisiones contaminantes en condiciones ideales de motores a gasolina

La combustión ideal se da cuando la mezcla aire combustible que entra al motor es completamente estequiometria y se produce de la manera que se representa en la figura 2.2.

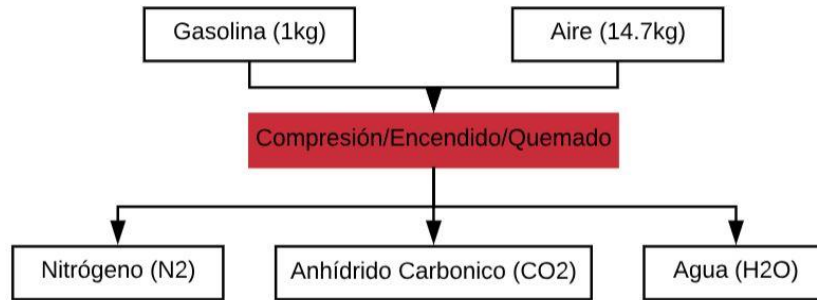


Fig 2. 2 Combustión ideal. Fuente: [11]

2.2.4.2. Emisiones contaminantes en condiciones reales de motores a gasolina

El proceso de combustión real se representa en la figura 2.3.

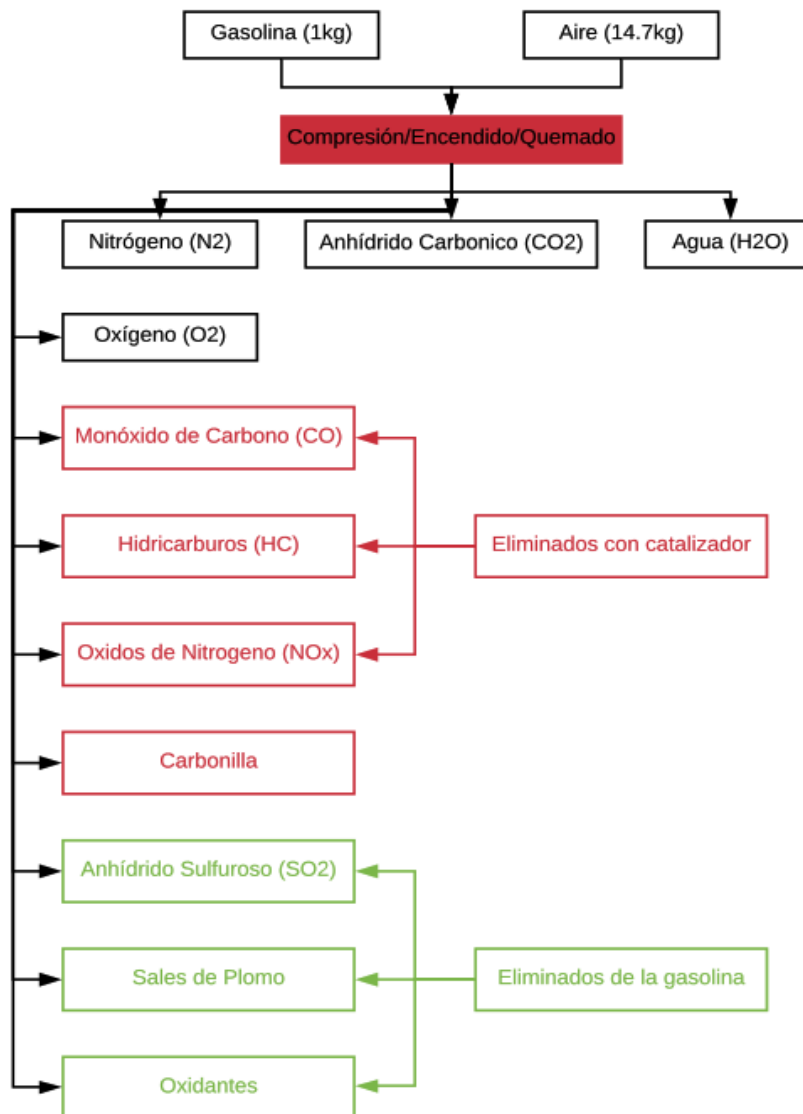


Fig 2. 3 Combustión real. Fuente: [11]

En los esquemas representados se evidencia los tipos de contaminantes que emiten los vehículos a gasolina, teniendo en cuenta que el tipo de combustión ideal es solo una representación de lo que debería suceder ya que en realidad no existe. Los gases emitidos por motores a gasolina se diferencian en dos tipos inofensivos y contaminantes. [11]

2.3. Gases inofensivos

Se considera contaminantes inofensivos a los que están formados por Nitrógeno (N), Oxígeno (O), Dióxido de carbono (CO₂), Vapor de agua e Hidrógeno (H).

Nitrógeno: Se encuentra en el aire que respiramos en una concentración de 79%. Debido a las altas temperaturas que se alcanzan en el motor se oxida formando pequeñas cantidades de Óxidos de Nitrógeno. [11]

Oxígeno: Es esencial para la combustión además que se encuentra en el aire en una concentración de 21%. Depende si la mezcla es rica o pobre para que el Oxígeno pueda oxidar los enlaces de Hidrocarburos y es expulsado con el resto de los gases al exterior. [11]

Vapor de agua: Se produce como consecuencia de la combustión, mediante la oxidación del Hidrogeno y se libera con los gases de escape. [11]

Dióxido de Carbono o Anhídrido carbónico: se produce cuando el Carbono se combustiona completamente, cuando mayor es la concentración mejor es la combustión que este produce, no es un gas nocivo para los seres vivos, pero sin embargo la emisión de este gas provoca el efecto invernadero. [11]

2.4. Gases contaminantes

Monóxido de Carbono: Se considera un gas altamente contaminante debido a que en concentraciones altas y tiempos de exposición largos puede generar en la sangre transformaciones irreversibles de hemoglobina, la cual es encargada de transportar el Oxígeno desde los pulmones a las células. En concentraciones superiores a 0.3% en volumen resultan mortales. [11]

Hidrocarburos: Presentan efectos nocivos debido a sus contenidos de Benceno, el cual causa cáncer, irritaciones de piel, ojos, afectaciones a los conductos respiratorios, su estructura molecular es incombustionable por lo cual también producen Aldehidos y Fenoles. [11]

Plomo: Es un aditivo del combustible y es uno de los más peligrosos, se utiliza para elevar el índice de octanos de gasolina, puede causar la formación de coágulos o trombos en la sangre cuando es inhalado. [11]

2.5. Estimación de emisiones de gases en la Universidad Técnica de Ambato

Las emisiones de gases que se presentan tanto alrededor de la Universidad por estar ubicada en una zona de tráfico vehicular muy concurrente, como dentro de la misma (Figura 2.4.) debido a la gran afluencia de estudiantes, docentes y personal administrativo que utilizan vehículos para trasladarse, permite estimar que la comunidad se encuentra en riesgo por la gran cantidad de emisiones que estos producen a diario. Los resultados obtenidos en este trabajo permitirán establecer que tan expuesta esta la comunidad universitaria a contraer algún tipo de enfermedad.



Fig 2. 4 Rango de estudio Universidad Técnica de Ambato campus Huachi. Fuente: Google maps.

2.6. La gasolina en el Ecuador

A finales de noviembre de 2011 llegaron las primeras importaciones de gasolina con 95 octanos, según Petroecuador esto hizo que el índice de octanaje de la gasolina extra y súper subiera sus niveles de 81 a 87 octanos y de 90 a 92 octanos respectivamente. [12]

El octanaje que se mide en la gasolina determina la calidad y la capacidad de consumo, es decir una gasolina con mayor grado de octanos mejora la potencia y el rendimiento del motor además disminuye el consumo de combustible, sin embargo, la gasolina en el país no deja de ser contaminante debido a que produce emisiones de azufre, pero en menor intensidad bajando de 2000 a 600 partes por millón (ppm). [12]

La gasolina nacional se obtiene por medio de proceso de refinación y tratamiento del crudo pesado (petróleo), la composición química de éste permite que se puedan manipular sus átomos y moléculas para producir diferentes derivados, entre ellos la gasolina, el tratamiento que esta recibe hace que su nivel de calidad y octanaje mejore, ya que naturalmente es muy bajo. [12]

La ciencia ha desarrollado procesos de refinamiento para la gasolina y de la mano del desarrollo automotriz y nuevas tecnologías apuntan a aumentar el índice de octanaje para tener un producto más amigable con el medio ambiente es decir reducir el con el tiempo los contaminantes emitidos a la atmosfera. [12]

Tabla 2. 2 Cronología de la gasolina en el Ecuador.

Año	Descripción	Causa
1980	Se crea gasolina SÚPER de 90 octanos.	Los autos de carburador no requerían un alto nivel de calidad.
1993	Se lanza gasolina ECO de 82 octanos, sin plomo.	Componente subía el octanaje, limpiaba y lubricaba el motor, pero se descubrió que era cancerígeno.
1998	La gasolina SÚPER quedo en 90 octanos y la EXTRA en 81 octanos.	Se retira la gasolina con plomo.
2012	Elevación de la gasolina SÚPER a 92 octanos y la gasolina EXTRA a 87 octanos.	Baja el nivel de azufre de la gasolina.

Fuente: [13]

El aumento de octanaje de la gasolina EXTRA, significa un gran cambio en el rendimiento de los motores, sin afectar la economía de los consumidores y es el combustible más consumido por la población en el Ecuador con un 75% de aceptación, mientras que la gasolina SUPER al no representar mucho el incremento de octanos bajo la demanda de consumo. [3]

2.6.1. Octanaje en la gasolina

El octanaje de la gasolina es la característica más importante de este combustible, el cual determina la calidad y la capacidad de consumo, además de indicar la presión y temperatura con cual el combustible debe someterse para ser carburado (mezclado con aire), antes de llegarse a auto detonarse [14], es decir en otras palabras que tan fácil o difícil es que la gasolina explote dentro de las cámaras de combustión de los vehículos, el índice de octanaje tiene un rango de medida que varía de 0 a 100. Aunque existen algunos combustibles que pueden alcanzar mayores que 100. [15]

Un dato interesante es que la gasolina cuando acaba de ser producida tiene un índice de octano de 50, el cual resulta muy bajos para ser utilizado en los vehículos de ahí la importancia o necesidad de mezclarla con aditivos. [15] El octanaje en la gasolina mientras más cercano sea a 0 explotará con mayor facilidad, mientras que más cercano sea a los 100 octanos tendrá mayor dificultad de explotar, para un mayor funcionamiento de los motores los fabricantes de vehículos MATIZ y SPARK recomiendan trabajar con gasolina minino de 89 octanos. [16]

Tabla 2. 3 Nivel de octanaje de algunos aditivos de la gasolina.

Compuesto	Índice de octanaje
Benceno	106
Tolueno	118
p-Xileno	116
Metanol	116
Etanol	112
MTBE	116

Fuente: [15]

2.7. Control emisiones de gases

Existen diferentes métodos para limitar las emisiones de los gases que se producen en los vehículos a gasolina.

Limitación de emisiones de NO_x: El sistema AGR (Realimentación de gas residual), consiste en añadir a la mezcla aire combustible gases de escape ya quemados, de esta manera se reduce la emisión de óxido de nitrógeno. [17] ver figura 2.5.

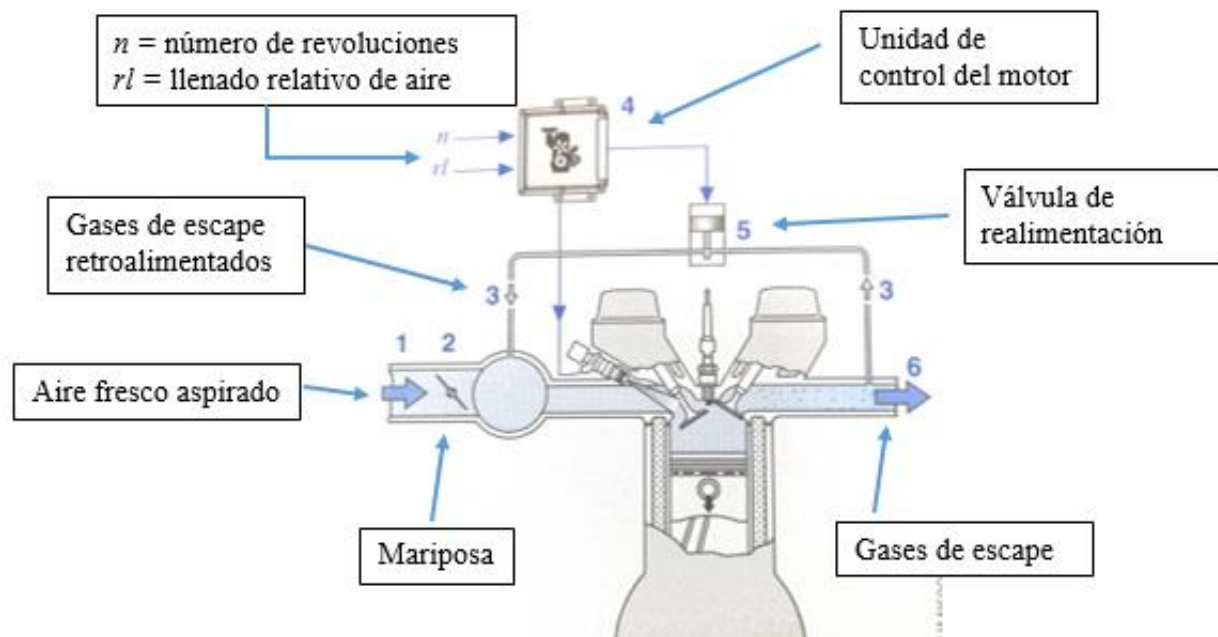


Fig 2. 5. Realimentación de gases de escape AGR. Fuente: [17]

Funcionamiento:

1. Activación de la válvula AGR, mediante accionamiento eléctrico del sistema de control.
2. Apertura de la válvula y sustracción de los gases del escape.
3. Mediante un choque de corriente se aporta aire fresco a la mezcla.
4. Finalmente se acumula todo el aire en el cilindro.

Con este sistema el consumo de combustible es más bajo.

Sistema de retención de vapores: El sistema se encarga de evitar que el combustible se evapore del tanque de combustible y llegue al medio ambiente. Ver figura 2.6.

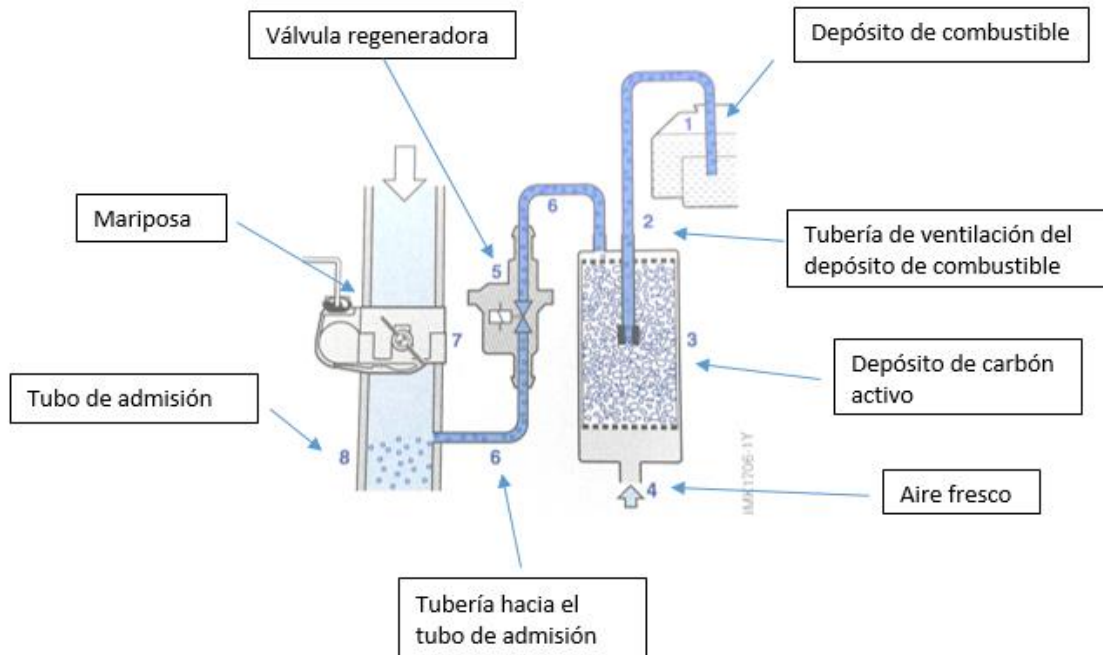


Fig 2. 6 Sistema de retención de vapor del combustible. Fuente: [17]

Funcionamiento:

1. Desemboca en el depósito de carbón de la tubería de ventilación.
2. Del depósito de combustible sale los gases hacia la válvula generadora que comunica el depósito de carbón activo con el tubo de admisión.
3. El carbón activo absorbe el combustible contenido en el vapor y deja salir solo el aire al exterior.
4. Se activa la válvula generadora para que entre aire al depósito de carbón activo y al tubo de admisión.
5. El aire fresco toma de nuevo el combustible absorbido y produce la nueva combustión absorbida del depósito de carbón activo.
6. El control del sistema reduce el caudal de combustible inyectado a través de la válvula regeneradora.
7. La regeneración se efectúa mediante caudal controlado en función de puntos de trabajo y pueden ser dosificados por la válvula generadora.

Depuración catalítica de los gases de escape: Según legislaciones de acuerdo con cada país se establecen limitaciones en las emisiones de contaminantes producidos por vehículos que funcionan a gasolina. [17]

Los catalizadores de tres vías son una parte importante en el sistema de depuración de los gases de escape, ya que convierten HC (hidrocarburos no quemados), CO (monóxido de carbono), y NOx (óxidos de nitrógeno), los cuales son el producto de la combustión aire y combustible, en gases inofensivos como: H₂O (vapor de agua), CO₂ (dióxido de carbono) y N₂ (nitrógeno). [17] ver figura 2.7.

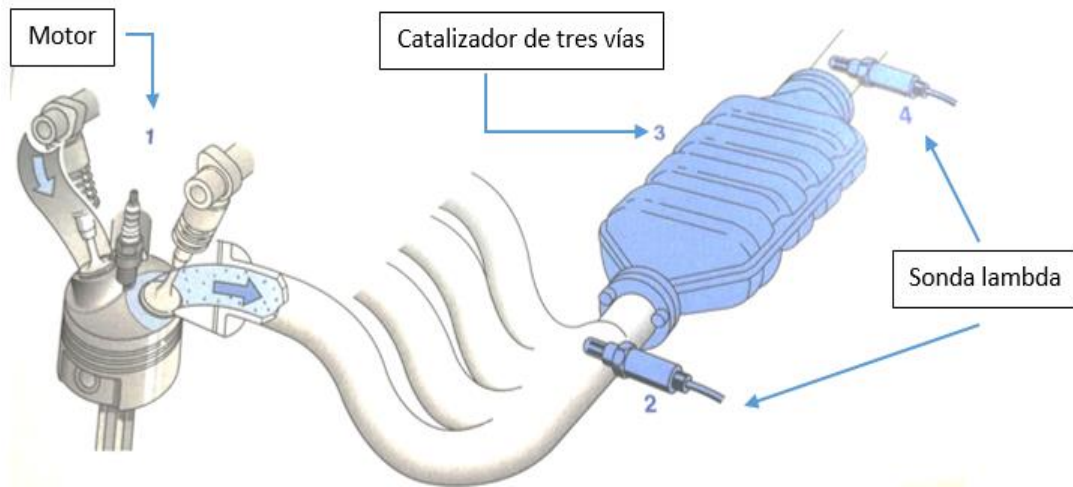


Fig 2. 7. Sistema de escape con catalizador de tres vías. Fuente: [17]

2.7.1. Estructura del catalizador de tres vías

El catalizador se compone especialmente de tres partes: recipiente o cuerpo, soporte y recubrimiento catalítico, como se indica en la Figura 2.8.

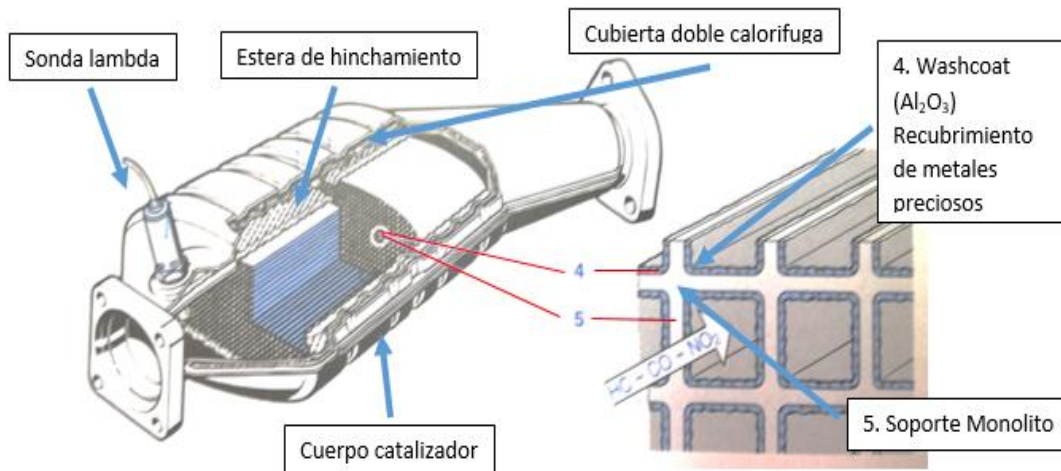


Fig 2. 8 Catalizador de tres vías. Fuente: [17]

Los soportes del catalizador de tres vías están implementados de dos formas:

Monolitos cerámicos: su cuerpo consta principalmente de cerámica atravesado por varios canales por donde circulan los gases, la cerámica se compone de magnesio, aluminio, silicato los cuales son resistentes a altas temperaturas. Este tipo de catalizadores son utilizados con más frecuencia. [17]

Monolitos metálicos: es un catalizador que se utiliza de forma alternativa a los cerámicos, consiste en un arrollamiento de una delgada hoja metálica fijamente ondulada de 0,05 mm de espesor, este sistema ayuda a optimizar el rendimiento de los motores de alta potencia. [17]

2.7.1.1. Recubrimientos de los monolitos

Los monolitos tanto cerámicos como metálicos, requieren una capa de óxido de aluminio (Al₂O₃), además contiene metales como: paladio, platino y rodio. El paladio y el platino aceleran la oxidación de los hidrocarburos y monóxido de carbono mientras que el rodio reduce los óxidos de nitrógeno. [17]

2.7.1.2. Condiciones de servicio

Las condiciones de servicio de los catalizadores de tres vías están directamente enfocadas con la temperatura y el combustible sin plomo, como se explica en la siguiente tabla.

Tabla 2. 4 Condiciones de servicio catalizador de tres vías

Condiciones de servicio catalizador de tres vías		
Temperatura	300°C	Los gases nocivos no se transforman al pasar por el catalizador.
	400°C a 800°C	Condiciones de servicio ideales para la transformación de los gases. Además, se garantiza larga duración del catalizador.
	800 °C a 1000 °C	Genera degradación del catalizador y reducción de la capacidad de transforma los gases.
	Mayor a 1000 °C	Genera envejecimiento térmico y el ineficiente trabajo del catalizador
Combustible sin plomo	Utilizar combustible con plomo ocasiona poros en el catalizador, además residuos de aceite y otras sustancias generan la ineficiencia del catalizador.	

Fuente: [17]

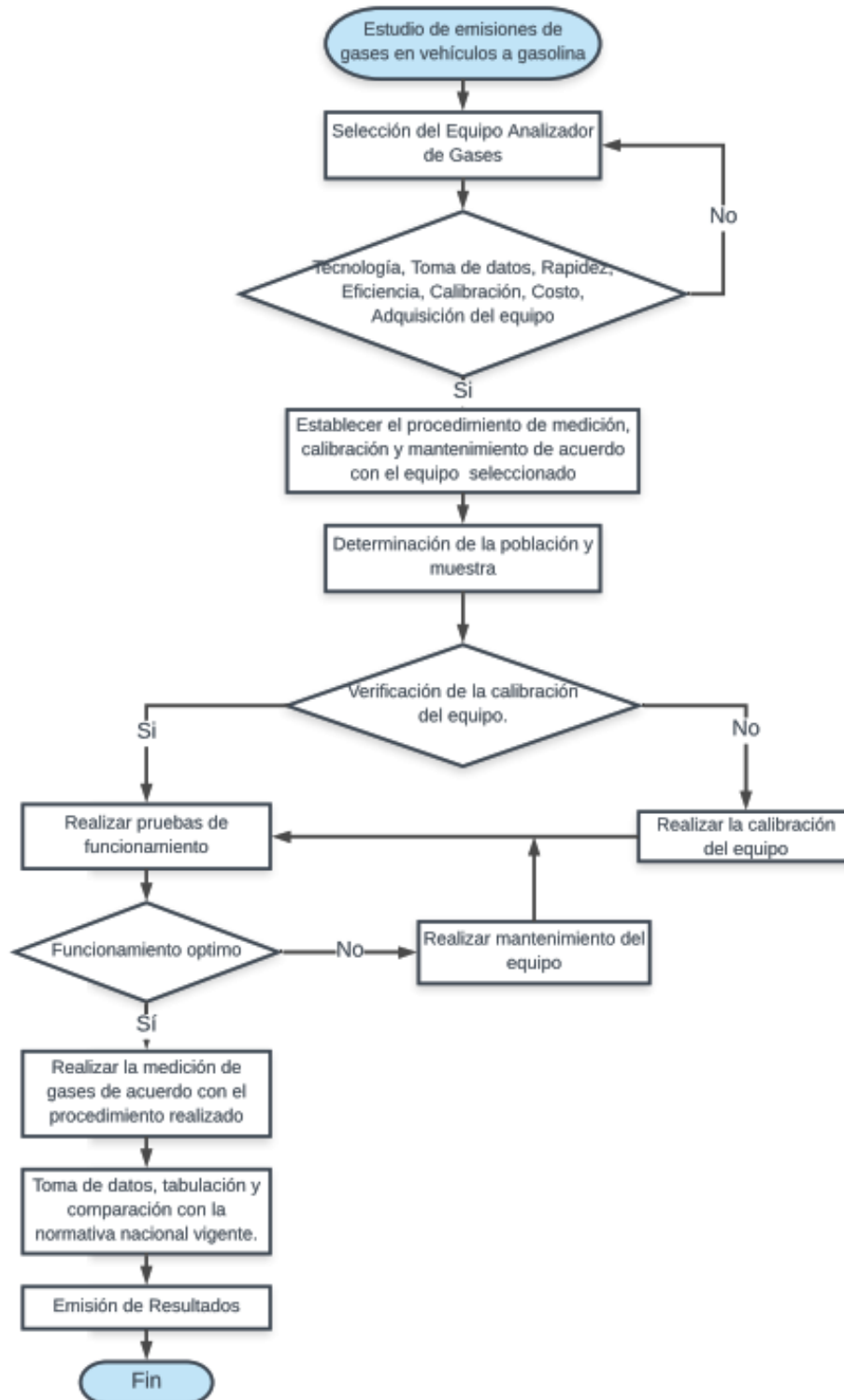
2.7.1.3. Lugar de montaje y efectividad

Los catalizadores de tres vías se instalan cerca del motor los cuales requieren mayor optimización del recubrimiento en sentido de estabilidad y altas temperaturas, mientras que otros catalizadores se instalan debajo del piso del vehículo debido a la baja temperatura de arranque y buena transformación de óxidos de nitrógeno NO_x. [17]

Con un funcionamiento en condiciones ideales el catalizador de tres vías depura los gases de escape de una manera eficaz para los motores a gasolina y se puede impedir casi por completo la expulsión de monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno, por medio de este sistema implementado en los vehículos se alcanza una reducción de los contaminantes en más del 98%. [17]

CAPÍTULO III

Para la elaboración del proyecto técnico se llevó a cabo de acuerdo al siguiente diagrama de flujo, donde se detalla la secuencia de pasos con la que se realizó el estudio de emisiones de gases de vehículos a gasolina.



3.1. Selección de alternativas

En la tabla 3.1, se realizó la ponderación de datos teniendo en cuenta los distintos analizadores de gases que se tenía disponibles en el país, de los cuales se analizó varios aspectos y características importantes con el fin de que las mediciones de emisiones de gases proporcionen datos fiables de manera rápida y fácil. De las características más importantes para la selección del analizador de gases se tomó en cuenta el periodo de calibración, costo y manejo del equipo, ya que son factores se suma importancia al momento de realizar las mediciones.

Tabla 3. 1 Ponderación de datos

Bajo	3
Medio	6
Alto	8

Analizador de gases	Tecnología	Recolección de datos	Rapidez	Eficiencia	Calibración	Costo	Adquisición	TOTAL
ALV GAS 1000	6	6	3	6	8	8	8	45
MAHA MTG5	6	8	8	8	3	6	3	42
QROTECH	6	8	6	3	8	8	8	47
CAPELEC	8	8	8	8	8	8	8	56
AVL DICOM 4000	6	3	3	6	3	6	8	35
		Ponderación inversa						

Fuente: Autor

Se ha seleccionado como equipo para la medición de gases al MAHA MTG5 debido a que cumple con todos los requisitos necesarios para realizar las mediciones en vehículos a gasolina, referente a la ponderación inversa se dio una calificación de 3 o bajo debido que es más fácil realizar la calibración y adquirir el equipo, mientras que el costo del equipo para

realizar las mediciones es relativamente bajo comparados con los otros equipos. El equipo AVL DICOM 4000 es muy antiguo para realizar las mediciones por tal motivo se lo descarto.

3.2. Cálculos y desarrollo

3.2.1. Definiciones analizador de gases MAHA MTG5

Analizador de gases: Es un equipo el cual su funcionamiento está basado en el principio de absorción de radiación infrarroja no dispersa, para el análisis de gases en motores de ciclo Otto: monóxido de carbono CO, dióxido de carbono CO₂, hidrocarburos HC; y de celda electroquímica (galvánica) para determinar oxígeno molecular O₂ y opcionalmente óxidos de nitrógeno NO_x.

Temperatura normal de operación: Temperatura del aceite del motor, establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, para la operación normal del motor. Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la temperatura normal de operación se logra cuando el aceite en el cárter del motor ha alcanzado como mínimo los 95°C.

Sonda flexible de gases de escape: Es una sonda de medición con grapa de fijación, pre-filtro y tubo flexible de 8 metros. El final de la sonda debe ser colocado en la entrada del gas a analizar.

Sonda de temperatura de aceite: Es una sonda de medición del aceite, para autos y camiones de longitud variable de 100 a 1500 mm con tapón de cierre y 6 metros de conducto.

Pinza trigger: es una pinza la cual permite la captación del número de revoluciones.

3.2.2. Procedimiento de operación del analizador de gases

Objetivo:

Realizar el proceso de operación para el analizador de gases MAHA MGT5 basado en la norma NTE INEN 2204:2017.

Alcance:

El presente procedimiento es aplicable a todos los vehículos que tienen como fuente de combustible gasolina.

Referencias:

Es aplicable la norma NTE INEN 2204:2017, "Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina", además del manual original del analizador de gases MAHA MGT5, los cuales son necesarios para la aplicación del presente procedimiento, detallado en la tabla 3.2.

Definiciones:

Sonda: Es una sonda de medición con grapa de fijación, EL final de la sonda debe ser colocado en la entrada del gas a analizar.

Hermeticidad: Prueba que se realiza al encender el equipo para verificar que no exista fugas en la sonda de medición.

Tubo de escape: Orificio colocado en la parte posterior de los vehículos por donde se emanan los gases producto de la combustión.

Responsabilidades:

Inspector: Cumplir y aplicar el procedimiento, realizar la medición de gases y dar el mantenimiento adecuado del equipo.

Usuario: Llevar el vehículo al lugar de la medición en la hora indicada.

Descripción de actividades:

Tabla 3. 2 Procedimiento de operación de analizador de gases

Secuencias	Actividad
Encendido	-Conectar el equipo a una fuente de 110 Voltios. -Verificar que las sondas estén bien conectadas en el equipo de medición.

<p>Funcionamiento del equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Conectar la sonda de ensayo de gases en el conector central de la parte frontal del equipo. -Insertar el sensor de RPM con el tacómetro al conector múltiple de la parte frontal. -Insertar el sensor de temperatura del aceite en la parte frontal del equipo. -Prender el interruptor colocado en la parte frontal del equipo y en el terminal de mano. -Calentar el equipo para alcanzar un régimen de funcionamiento ideal y poder obtener valores confiables de medición, esto toma de 2 a 4 minutos. -Realizar la prueba de hermeticidad (automático) -Conectar la pinza trigger al cable de la bujía o a polo negativo de la batería para identificar en impulso de RPM. -Dejar el motor encendido por lo menos 10 minutos antes de tomar las mediciones. -Verificar que el auto este en neutro. -Realizar unas 3 aceleraciones antes de realizar la prueba para limpiar el tubo de escape. -Tapar el tubo de escape de 3 a 5 segundos para generar una leve presión y soltar para eliminar posibles impurezas. -Instalar la sonda del medidor de gases a la salida del tubo de escape del vehículo.
<p>Toma de datos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Dejar que el motor se estabilice. -Para la prueba de 2500 a 3000 rpm, dejar que el motor se estabilice y accionar el acelerador hasta que el motor alcance las revoluciones indicadas durante 30 segundos. -El conductor con la indicación de la persona que maneja el equipo de medición, aplica el procedimiento de aceleración libre hasta la velocidad de corte entre 2500 a 3000 rpm. -Una vez suelto el acelerador esperar que el motor se estabilice antes de iniciar el siguiente ciclo de aceleración libre. -Realizar la toma de datos.

	-Analizar los resultados según la normativa vigente.
--	--

Fuente: [18]

3.2.3. Calibración del analizador de gases

Tabla 3. 3 Calibración del analizador de gases

Secuencias	Actividad
Ajuste	-Poner en marcha el analizador de gases. -Con ayuda del software ingresar a Ajuste/Calibración. -Introducir los componentes del gas calibrado en la entrada de datos. -Confirmar las entradas correctas.
Conexión de la bombona de gas calibrado	-Conectar la bombona de gas calibrado al analizador de gases. -Abrir la válvula de la bombona.
Ajuste a Cero	-Abrir la válvula de la bombona y esperar 40 segundos.
Ajuste de la presión del gas calibrado	-Conectar la válvula reductora de presión a la bombona. -Abrir la válvula reductora de presión y ajustar hasta que la aguja se posicione en la zona verde del indicador. -Cuando la presión sea constante, pulsar en el software la opción “Presión Correcta”.
Calibración	-En el software aparecen los valores medidos con anterioridad y los nuevos valores con el aire calibrado, estos valores deben estar dentro de una tolerancia de 5%. -Caso contrario se procede a realizar nuevamente el procedimiento.
Terminar calibración	-Cerrar el suministro de gas calibrado -Retirar el tubo flexible de entrada de gas -En el software pulsar en la opción “Calibración Terminada.”

Fuente: [18]



Fig 3. 1 Ajuste y calibración del Equipo. Fuente: Autor

3.2.4. Mantenimiento analizador de gases

Tabla 3. 4 Mantenimiento del analizador de gases

Secuencia	Actividad
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> -Limpieza externa -Verificación del estado de los filtros. -Cambio de filtros -Verificación y limpieza de las mangueras. -Limpieza de la bomba de succión

Fuente: [18]

3.2.5. Población y muestra

Para determinar la población de los vehículos automotores que circulan dentro de la Universidad Técnica de Ambato, mediante datos de los últimos 3 años emitidos por el departamento financiero se determinó que la población en promedio es de 2000 vehículos.

De tal manera teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra debe ser representativa de acuerdo a la población que se está estudiando, se aplica la fórmula para el cálculo de la muestra para poblaciones finitas, en el cual se establece un nivel de confianza del 95% y error de 5% de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{\delta^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n: tamaño de muestra.

Z: valor correspondiente a la distribución de gauss.

Nivel de confianza 95% = 1.96.

N: tamaño de población.

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar 0.5.

q: q=p

δ= es el error por lo general es del 10% que es igual al 0.1.

$$n = \frac{(1.96)^2 * 2000 * 0.5 * 0.5}{(0.1)^2 * (2000 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 91.68 \sim 92 \text{ unidades}$$

3.2.6. Límites máximos de emisiones permitidos

Según la norma NTE INEN 2204:2017 “Límites permitidos en emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina” y la norma NTE INEN 2203:2013 “medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna” establece los métodos y parámetros con los cuales se deben realizar las mediciones de gases, en este caso con la ayuda del analizador de gases se efectuara según lo establecido en la norma NTE INEN 2204:2017.

La medición de gases según el punto 4.1 de la norma consiste en realizar el procedimiento de marcha mínima o ralentí el cual consiste en acelerar el vehículo sin carga en neutro (cajas manuales) y en parqueo (cajas automáticas). El procedimiento con ayuda del analizador de gases MAHA MTG5 requiere que las mediciones se realicen en un intervalo de 2500 rpm a 3000 rpm. Por otra parte, la norma establece que no debe exceder las emisiones al aire, de

monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a lo señalado en la tabla 3.5.

Tabla 3. 5 Límites de emisiones de gases.



Año modelo	% CO ^a		ppm HC ^a	
	0 – 1500 ^b	1500 – 3000 ^b	0 – 1500 ^b	1500 – 3000 ^b
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,4	6,5	1000	1200
^a Volumen				
^b Altitud = metros sobre el nivel del mar				

Fuente: [19]

3.2.7. Emisiones de gases

Para la medición de emisiones de gases en los vehículos dentro de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, se determinó la población mediante datos de tarjetas de parqueo vendidas y recargadas para el ingreso de los vehículos a los predios de la Universidad de los dos últimos años, con lo cual se calculó la muestra y finalmente para realizar la medición de emisiones de gases y obtener los datos de la tabla 10, el procedimiento se realizó de acuerdo con la tabla 3.6.

Tabla 3. 6 Medición de emisiones de gases

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
		FACULTADA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
		EQUIPO UTILIZADO:			ANALIZADOR DE GASES MAHA MGT5						
AÑO	1989 Y ANTERIORES			DENTRO DE LOS LIMITES MÁXIMOS							
AÑO	1990 A 1999			% CO2	FUERA DE RANGO (MEZCLA POBRE)		% CO / %HC	FUERA DE LOS LIMITES MÁXIMOS			
AÑO	2000 Y POSTERIORES			%CO2	BAJA EFICIENCIA DEL MOTOR						
AÑO	MARCA	MODELO	TIPO DE GASOLINA		MONÓXIDO DE CARBONO (%CO)	DIÓXIDO DE CARBONO (%CO2)	HIDROCARBUROS (ppm HC)	OXIGENO (%O2)	LAMBDA	RPM	
			EXTRA	SUPER							
1	1985	CHEVROLET	SAN REMO	X		3.48	10.02	1058	3.40	1.005	2800
2	1985	CHEVROLET	SAN REMO	X		3.66	9.80	1089	3.44	1.005	2600
3	1990	SUZUKI	FORZA	X		1.89	11.20	291	3.04	1.095	2850
4	1991	SUZUKI	FORZA	X		1.75	11.50	271	3.06	1.087	2600
5	1991	SUZUKI	FORZA	X		1.82	12.50	294	4.00	1.078	2800
6	1993	FIAT	WEEKEND	X		1.89	11.20	291	3.04	1.095	2900

7	1995	FORD	FESTIVA GL	X		2.03	13.25	370	2.10	1.013	2900
8	1995	SKODA	FELICIA	X		2.52	14.20	355	4.06	1.250	2800
9	1996	CHEVROLET	SAN REMO	X		2.96	9.40	1080	2.90	1.015	2700
10	2001	CHEVROLET	GRAN VITARA	X		1.05	13.40	214	2.03	1.091	2800
11	2001	NISSAN	SENTRA	X		2.15	12.30	315	3.04	1.017	2650
12	2002	CHEVROLET	ALTO	X		1.05	12.40	325	2.15	1.047	2800
13	2002	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.06	14.20	280	2.78	1.085	2900
14	2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.82	12.70	355	1.60	1.040	2870
15	2003	CHEVROLET	VITARA	X		0.83	12.50	235	0.96	1.058	2900
16	2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.97	13.40	151	1.06	1.017	2870
17	2003	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.62	12.30	225	2.89	1.025	2850
18	2004	CHEVROLET	CORSA	X		0.78	11.50	225	1.90	1.016	2800
19	2004	RENAULT	SIMBOL	X		1.02	13.20	180	2.90	1.100	2870
20	2004	VOLKSWAGEN	GOL		X	2.00	12.60	278	1.02	0.978	2780
21	2004	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.17	13.80	320	2.18	1.058	2900
22	2005	CHEVROLET	ASTRA	X		0.87	11.30	315	1.45	1.058	2800
23	2005	CHEVROLET	CORSA	X		0.89	12.80	200	1.04	1.036	2870
24	2005	PEUGEOT	BERLINA	X		1.58	11.80	344	3.04	1.025	2580
25	2005	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.65	11.90	325	3.27	1.023	2900
26	2006	HYUNDAI	ACCENT GL	X		0.75	14.00	260	0.36	1.002	2800
27	2006	CHEVROLET	NHR	X		0.76	11.20	300	1.87	1.087	2600
28	2006	KIA	PICANTO	X		1.62	11.90	250	1.35	1.017	2870
29	2007	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	X		0.85	11.20	160	1.52	1.058	2900
30	2007	CHEVROLET	SPARK	X		0.96	9.80	256	1.98	1.203	2900
31	2007	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	8.70	189	0.89	1.027	2600
32	2008	CHEVROLET	OPTRA	X		0.72	12.80	182	1.62	1.069	2800
33	2008	CHEVROLET	CORSA	X		0.73	13.10	221	1.25	1.030	2900
34	2008	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.89	9.30	235	1.65	1.257	2800

35	2008	HYUNDAI	GETZ GL	X		1.02	13.25	245	0.12	1.007	2690
36	2009	RENAULT	SANDERO	X		0.09	12.30	150	3.00	1.025	2900
37	2010	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	12.90	198	1.56	1.082	2900
38	2010	KIA	SPORTAGE	X		1.10	12.10	210	2.69	1.020	2900
39	2010	KIA	SPORTAGE	X		1.89	13.40	240	2.58	1.058	2870
40	2011	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.78	12.90	210	1.60	1.096	2900
41	2011	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	X		0.85	11.80	215	1.85	1.030	2900
42	2011	HYUNDAI	GETZ	X		0.87	11.90	210	0.14	1.000	2600
43	2011	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.89	11.80	215	1.02	1.095	2600
44	2011	KIA	SPORTAGE R	X		0.90	11.80	182	3.90	1.110	2590
45	2011	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.99	13.50	247	0.99	1.046	2900
46	2011	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.08	12.80	291	3.46	1.017	2900
47	2012	CHEVROLET	AVEO	X		0.02	13.60	29	0.35	1.016	2600
48	2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	13.30	123	2.03	1.098	2900
49	2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	11.90	210	3.25	1.025	2800
50	2012	KIA	SPORTAGE	X		0.30	14.10	358	2.54	1.058	2700
51	2012	GREAT WALL	WINGLE	X		0.48	13.20	320	1.50	1.045	2850
52	2012	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.76	12.10	220	1.47	1.063	2600
53	2012	HYUNDAI	ACCENT SEDAN	X		0.89	13.25	212	0.52	1.250	2800
54	2012	CHEVROLET	SAIL	X		0.97	13.70	256	1.82	1.002	2870
55	2012	GREAT WALL	HOVER	X		1.02	11.20	215	1.05	1.025	2700
56	2012	KIA	SPORTAGE	X		1.25	12.50	185	1.80	1.005	2800
57	2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.38	12.50	260	2.15	1.085	2870
58	2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.59	11.50	214	3.04	1.005	2800
59	2012	MAZDA	BT-50	X		1.85	12.60	255	3.04	1.017	2850
60	2013	HYUNDAI	ACCENT	X		0.37	14.00	345	0.68	1.008	2970
61	2013	CHEVROLET	LUV D-MAX	X		0.49	12.70	209	1.03	1.012	2800
62	2013	HYUNDAI	I10 AC	X		0.58	12.90	220	0.23	1.058	2580

63	2013	CHEVROLET	SAIL	X		0.76	12.40	263	1.25	1.058	2900
64	2013	CHEVROLET	SPARK	X		0.95	13.40	200	1.05	1.024	2600
65	2013	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.97	9.80	270	2.01	1.050	2800
66	2013	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.99	12.80	296	2.85	1.059	2700
67	2013	KIA	SPORTAGE	X		1.26	14.20	215	2.63	1.008	2700
68	2013	KIA	SPORTAGE	X		1.52	12.80	138	2.98	1.018	2870
69	2013	TOYOTA	GT-86	X		1.96	12.10	235	1.15	1.025	2800
70	2013	FORD	ECOSPORT	X		1.97	12.14	240	1.15	1.025	2800
71	2014	RENAULT	DUSTER		X	0.28	12.50	135	2.01	1.115	2800
72	2014	KIA	RIO R		X	0.43	14.20	137	0.67	1.013	2700
73	2014	CHEVROLET	SPARK	X		0.66	13.60	280	1.37	1.052	2780
74	2014	CHEVROLET	CRUZE	X		0.92	13.10	180	1.78	1.456	2900
75	2014	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.96	10.80	210	1.23	1.017	2800
76	2014	KIA	CERATO	X		1.30	13.50	215	1.70	1.025	2900
77	2015	KIA	RIO	X		0.23	11.80	353	2.87	1.110	2600
78	2015	CHEVROLET	TRACKER		X	0.50	10.70	187	0.84	1.069	2900
79	2015	KIA	SPORTAGE	X		1.02	13.80	220	3.00	1.074	2600
80	2015	KIA	RIO R	X		1.80	12.30	175	2.52	1.015	2750
81	2015	NISSAN	VERSA	X		1.85	12.50	235	2.80	1.100	2700
82	2017	JEEP	COMPASS SPORT	X		0.12	13.80	250	0.81	1.025	2560
83	2017	CHEVROLET	D-MAX	X		0.48	11.20	40	3.62	1.005	2900
84	2017	HYUNDAI	IONIQ		X	0.58	12.60	58	0.09	1.000	2900
85	2017	KIA	SPORTAGE		X	0.85	11.50	158	1.25	1.120	2600
86	2017	SUZUKI	GRAND VITARA SZ	X		1.02	12.60	245	1.05	1.087	2800
87	2018	TOYOTA	YARIS SD		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2600
88	2018	CITROEN	C3 FEEL		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2800
89	2018	HYUNDAI	IONIQ		X	0.02	14.60	32	0.04	1.000	2850
90	2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.03	14.20	26	0.08	1.000	2950

91	2018	HYUNDAI	CRETA		X	0.03	12.50	45	0.05	1.000	2600
92	2018	CHEVROLET	SAIL	X		0.04	10.70	16	0.34	1.034	2900
93	2018	TOYOTA	NEW FORTUNER		X	0.20	14.80	40	0.68	0.980	2800
94	2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.25	13.60	42	0.08	1.025	2750
95	2018	GREAT WALL	WINGLE		X	0.25	12.50	85	1.15	1.500	2840
96	2018	HYUNDAI	GRAND I		X	0.68	12.58	36	0.07	1.000	2900
Realizó:	Santiago Núñez			Revisó:	Ing. Oscar Tene Ing. Vladimir Poveda Ing. Gustavo Patín			Aprobó:	Ing. Alejandra Lascano		

Fuente: Autor

Nota: Los límites de emisiones de gases que la norma establece que no debe exceder son: de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a lo señalado en la tabla 3.5. Además, en los Anexos C, D, y E se detalla los límites máximos permitidos de acuerdo al año de los vehículos.

3.2.8. Correlación de Pearson

3.2.8.1 Correlación emisiones de CO vs Año de vehículo

Del análisis de los datos obtenidos con relación a los años de los vehículos inmersos en la medición de gases con las emisiones de monóxido de carbono (CO), se determinó que tienen una correlación significativa con un valor de $R = -0.7131$.

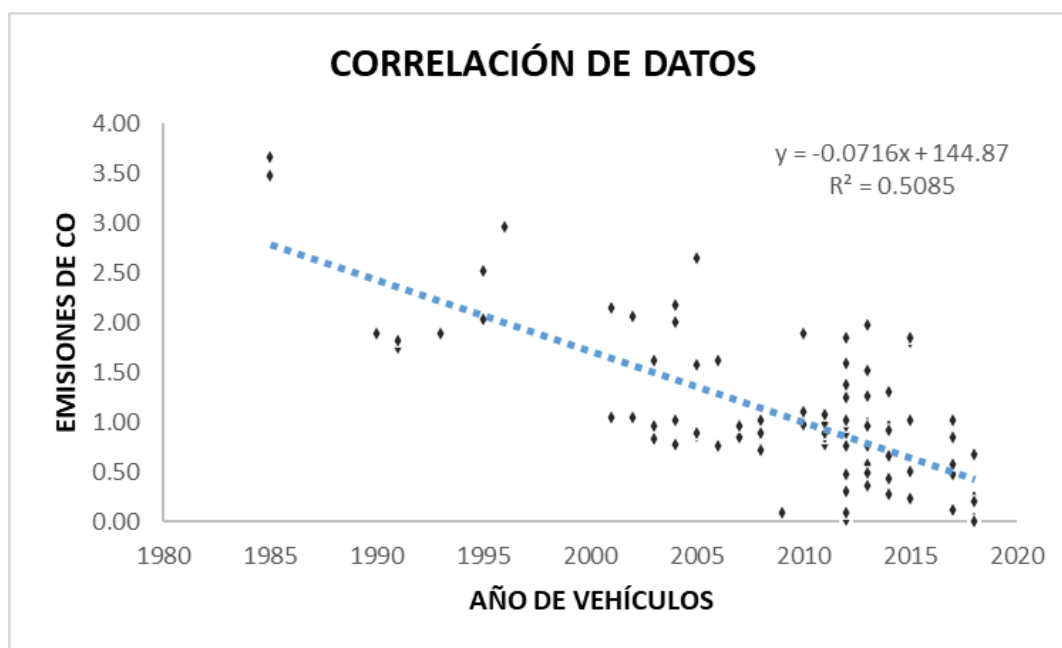


Fig 3. 2 Correlación Años de vehículos vs Emisiones de CO. Fuente: Autor

En la Fig. 3.2, se puede notar que la línea de tendencia es negativa, debido a que las emisiones de CO disminuyen a medida que el año de los vehículos incrementa, en otras palabras, mientras el vehículo sea más actual o nuevo las emisiones de CO serán mucho menor.

3.2.8.2 Correlación emisiones de HC vs Año de vehículo

De la misma forma de los datos obtenidos con relación a los años de los vehículos inmersos en la medición de gases con las emisiones de HC, se determinó que tienen una correlación moderada con un valor de $R = -0.6801$.

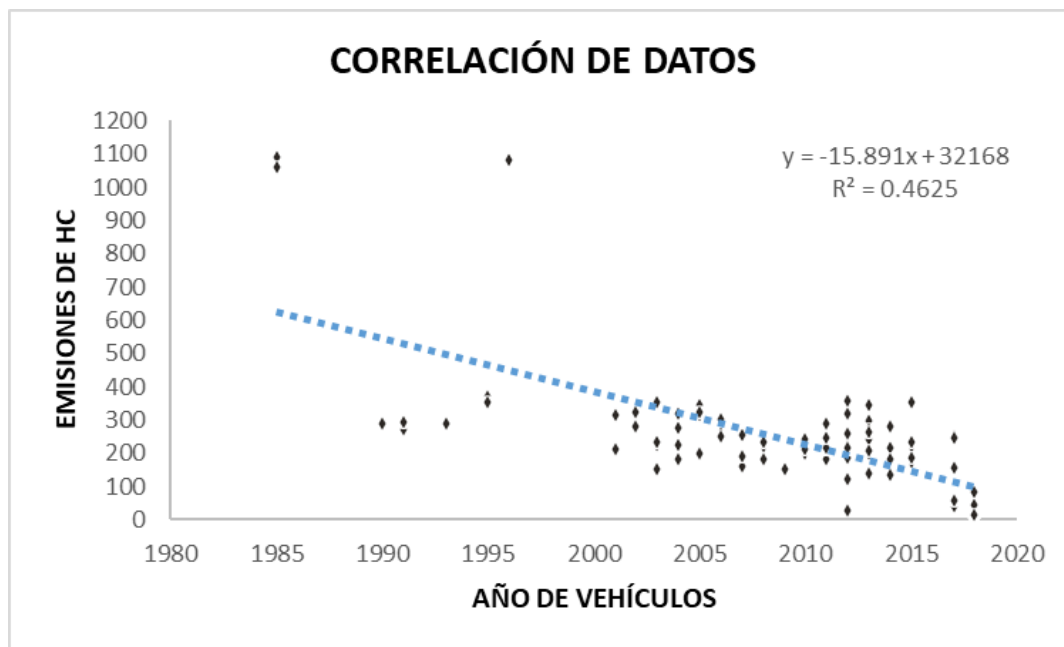


Fig 3. 3 Correlación Años de vehículos vs Emisiones de HC. Fuente: Autor

En la Fig. 3.3, se puede notar que la línea de tendencia es negativa, debido a que las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) disminuyen a medida que el año de los vehículos incrementa.

3.2.9 Análisis e interpretación de resultados.

3.2.9.1 Determinación de la flota vehicular dentro del campo de estudio.

Determinación de la flota vehicular dentro de la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi se realizó mediante la colaboración de estudiantes, profesores y personal administrativo que ingresan a las instalaciones con sus vehículos.

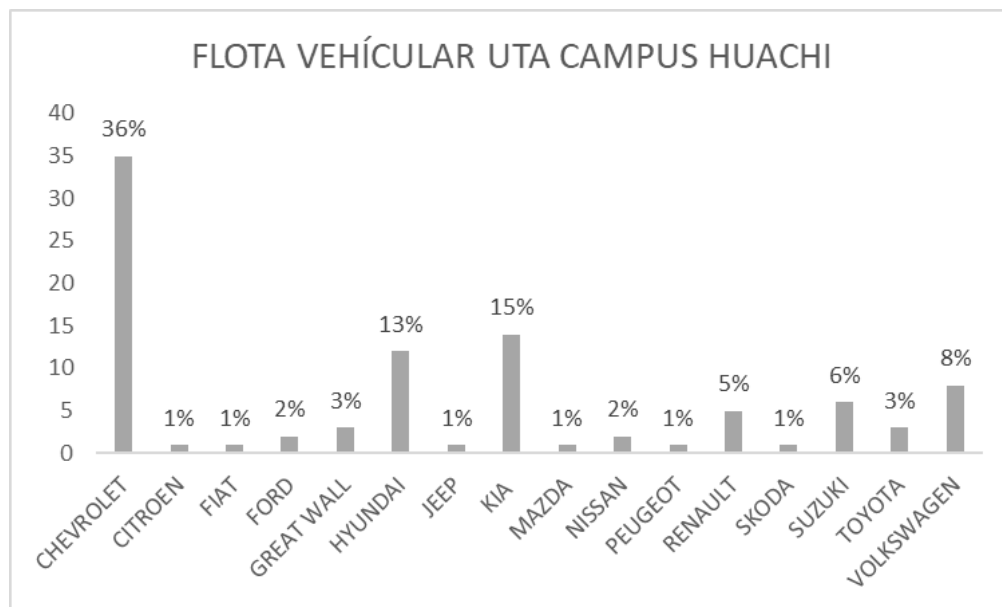


Fig 3. 4 Flota vehicular en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi. Fuente: Autor

Del 100% de los vehículos analizados la marca que más aceptación tiene dentro de perímetro del campo de estudio es Chevrolet con un 36% seguido de la marca Kia con 15% y la marca Hyundai con 13%, otras marcas están por debajo de 10% como se representa en la Fig. 3.4,

3.2.9.2 Análisis datos por marca de vehículos.

3.2.9.2.1 Marca Chevrolet

De los datos obtenidos en la figura 3.4., sabiendo que, la marca de vehículos Chevrolet constituye el 36% de la muestra analizada, se realiza el análisis presentado en la figura 3.5., en la cual se analiza el tipo de combustible que los vehículos en mención utilizan para su proceso de combustión.

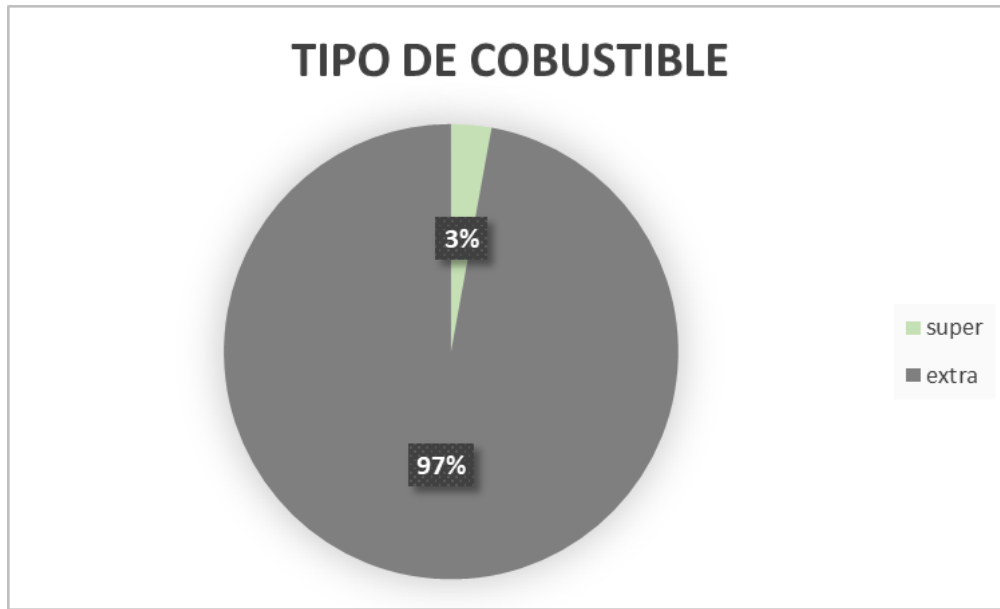


Fig 3. 5 Tipo de combustible utilizado en vehículos marca Chevrolet. Fuente: Autor

En la Fig. 3.5, se puede evidenciar que el 97% de los vehículos de marca Chevrolet usan gasolina Extra y el solo el 3% gasolina Súper.

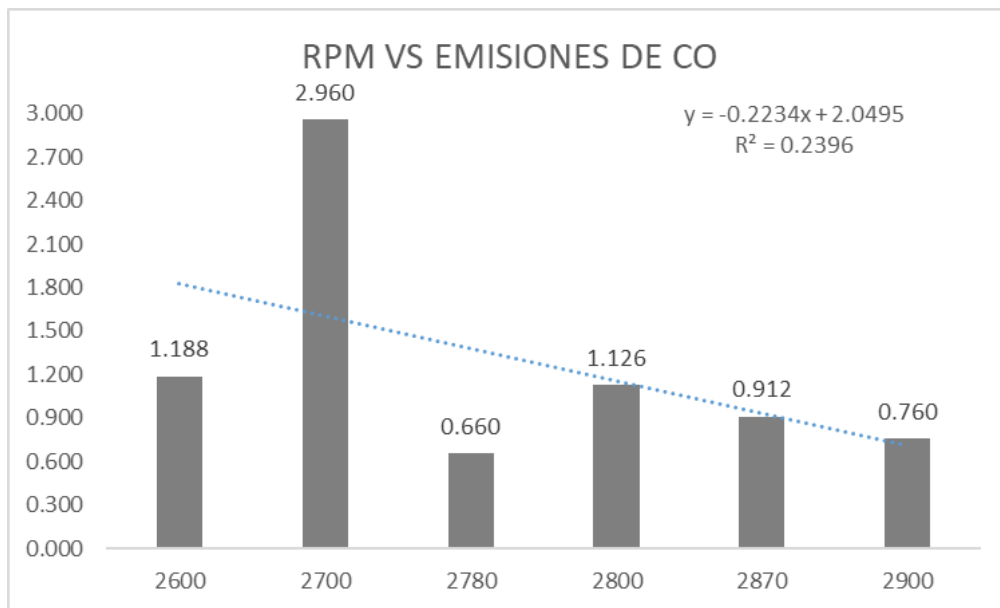


Fig 3. 6 RPM vs emisiones de CO en vehículos marca Chevrolet. Fuente: Autor

En la Fig. 3.6, se evidencia una línea de tendencia es negativa, lo que quiere decir que a medida que el número de revoluciones aumenta el porcentaje de emisiones de CO disminuye. Además, el porcentaje más alto de monóxido de carbono (CO) corresponde al modelo San

Remo del año 1996 y por otra parte el menor porcentaje de monóxido de carbono (CO) pertenece al modelo Spark del año 2014.

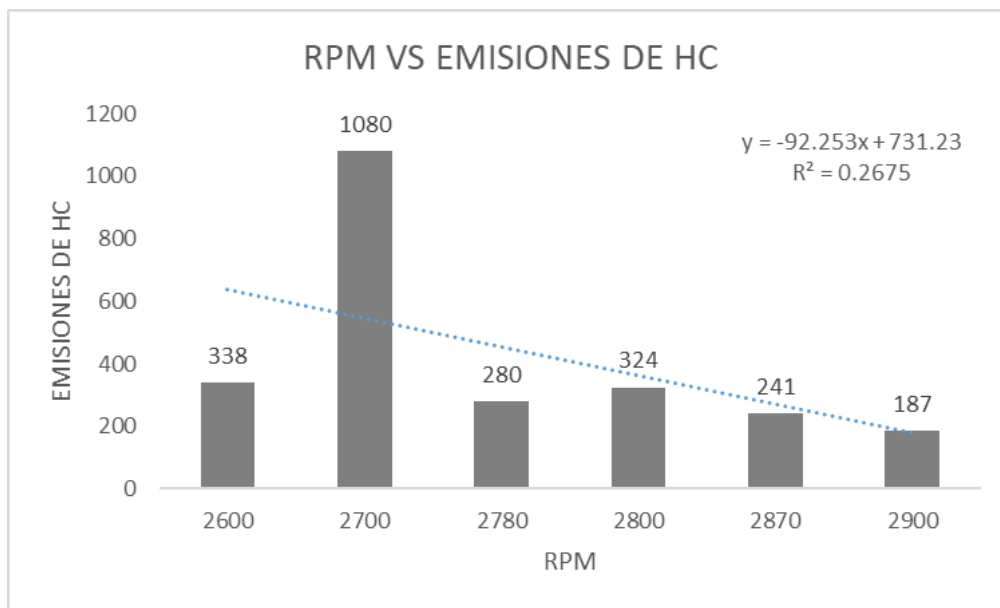


Fig 3. 7 RPM vs emisiones de HC en vehículos marca Chevrolet. Fuente: Autor

En la Fig. 3.7, se evidencia una línea de tendencia es negativa, lo que quiere decir que a medida que el número de revoluciones aumenta las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) disminuye. Además, ppm de hidrocarburos no quemados (HC) con mayor emisión es el modelo San Remo del año 1996 y el menor porcentaje de ppm de hidrocarburos no quemados (HC) pertenece al modelo Tracker del año 2015 que utiliza gasolina Super.

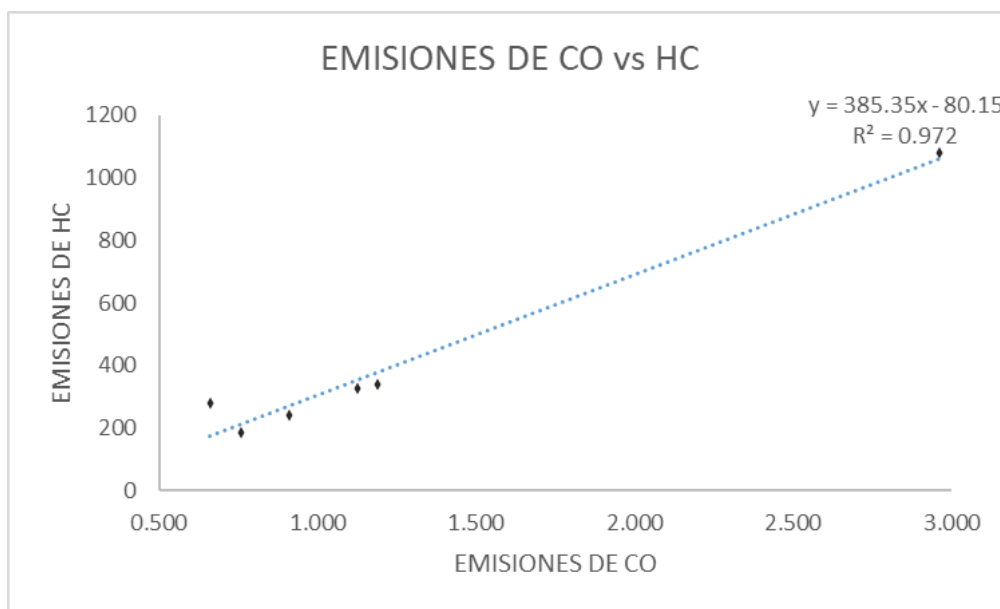


Fig 3. 8 Emisiones de CO vs Emisiones de HC en vehículos marca Chevrolet. Fuente: Autor

En la Fig. 3.8, se puede observar el comportamiento de las emisiones de gases a medida que aumenta el número de RPM, es decir tiene una línea de tendencia positiva a medida que aumenta porcentaje de monóxido de carbono (CO) también incrementa ppm de hidrocarburos no quemados (HC).

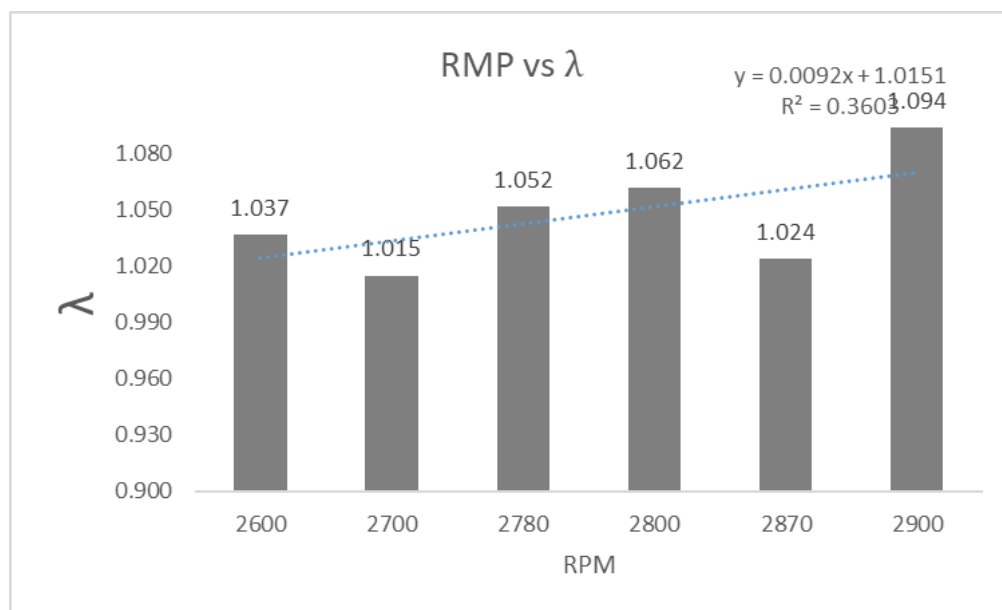


Fig 3. 9 RPM vs Lambda (λ) en vehículos marca Chevrolet. Fuente: Autor

En la Fig. 3.9, se puede observar que la línea de tendencia es positiva y a medida que aumenta el número de RPM el valor de lambda (λ) incrementa de la misma manera. Cabe indicar que valor más alto de lambda o la relación aire-combustible pertenece al modelo Cruze del año 2014 que utiliza gasolina Extra y el valor de lambda más bajo corresponde al modelo Sail de año 2012 con $\lambda = 1,002$.

3.2.9.2.2. Marca Kia

De los datos obtenidos en la figura 3.4., sabiendo que, la marca de vehículos Kia constituye el 15% de la muestra analizada, se realiza el análisis presentado en la figura 3.10., en la cual se analiza el tipo de combustible que los vehículos en mención utilizan para su proceso de combustión.

TIPO DE COMBUSTIBLE

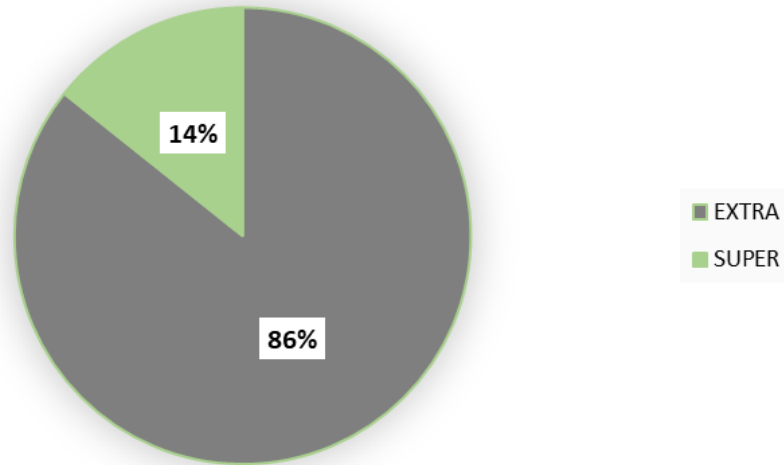


Fig 3. 10 Tipo de combustible utilizado en vehículos marca Kia. Fuente: Autor

Analizando la muestra de la población en cuestión se puede evidenciar en la Fig. 3.10, que el 86% de los usuarios que tienen vehículos de marca Kia utilizan gasolina Extra y el restante 14% utilizan gasolina Super.

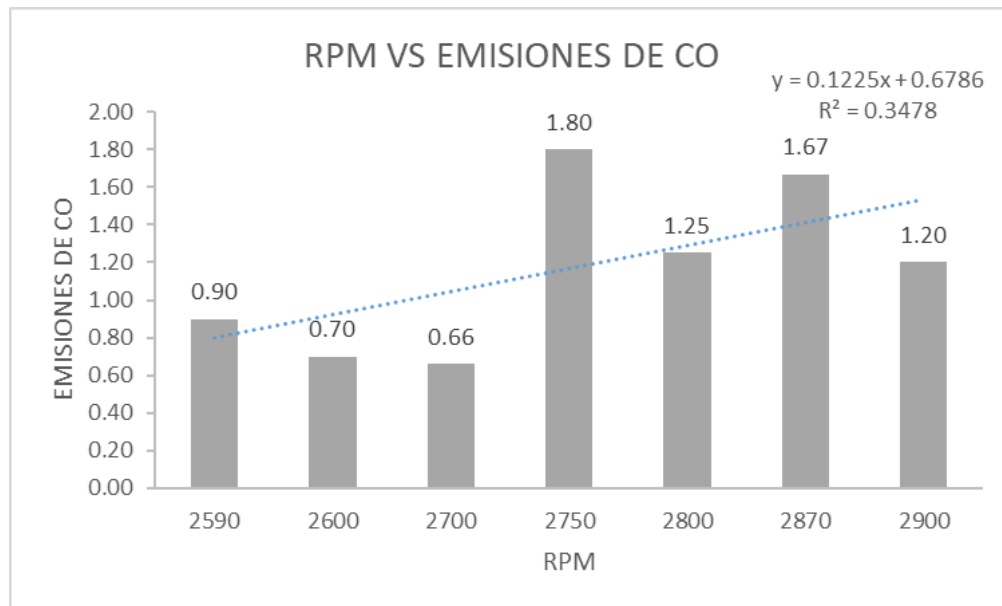


Fig 3. 11 RPM vs emisiones de CO en vehículos marca Kia. Fuente: Autor

En la Fig. 3.11, se evidencia que la gráfica presenta una línea de tendencia positiva, es decir que a medida que aumenta las RPM, también incrementa las emisiones de monóxido de carbono (CO). El porcentaje más alto de emisiones de monóxido de carbono (CO) pertenece al modelo Rio R del año 2015 que utiliza gasolina Extra con un valor igual a 1.80% de monóxido de carbono (CO) y el porcentaje más bajo corresponde al modelo Sportage del año 2012 que utiliza gasolina Extra con un valor igual a 0.30% de monóxido de carbono (CO).

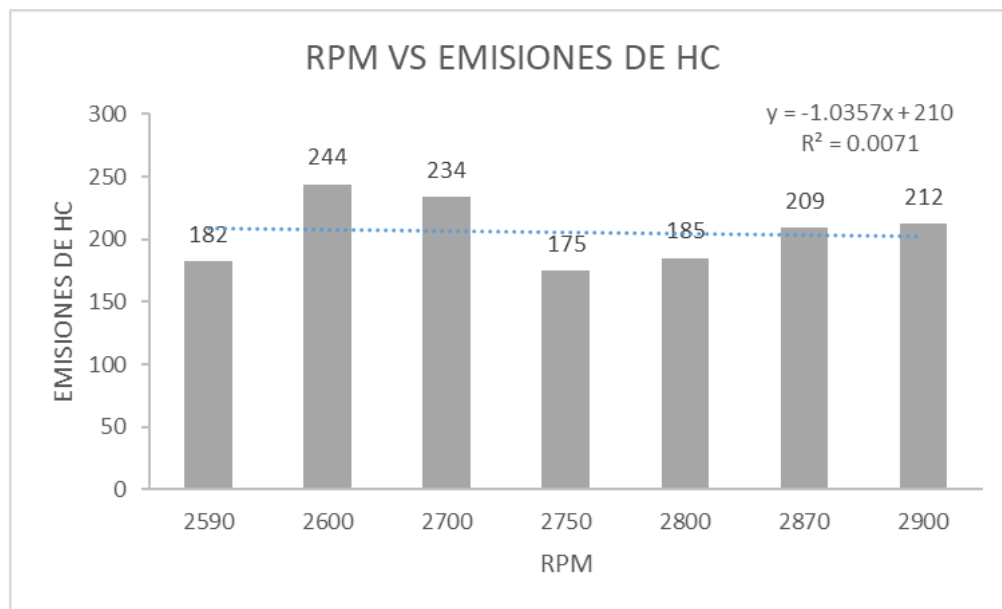


Fig 3. 12 RPM vs emisiones de HC en vehículos marca Kia. Fuente: Autor

En la Fig. 3.12, se puede evidenciar que la línea de tendencia tiene inclinación negativa mínima, lo que quiere decir que a medida que aumenta el número de revoluciones, las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) disminuyen. Además, el vehículo más contaminante corresponde al modelo Rio que utiliza gasolina Extra con un valor de 353 ppm de hidrocarburos no quemados (HC) y el vehículo con menor emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) corresponde al modelo Rio R del año 2015 con un valor de 175 ppm de hidrocarburos no quemados (HC).

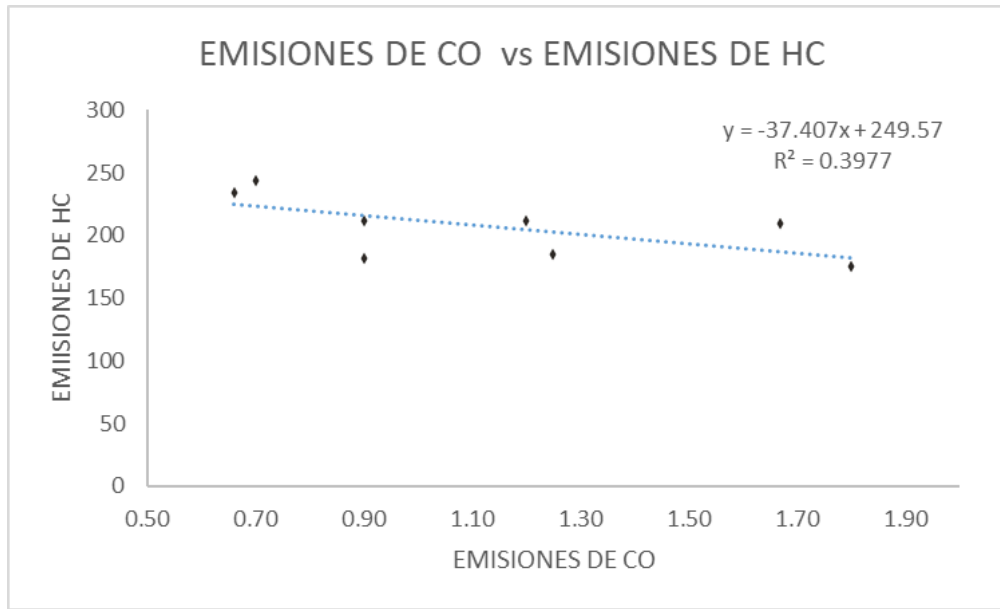


Fig 3. 13 Emisiones de CO vs Emisiones de HC en vehículos marca Kia. Fuente: Autor

En la Fig. 3.13, se puede evidenciar que la línea de tendencia es negativa, lo que quiere decir que a medida que las emisiones de monóxido de carbono (CO) aumentan, las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) disminuyen.

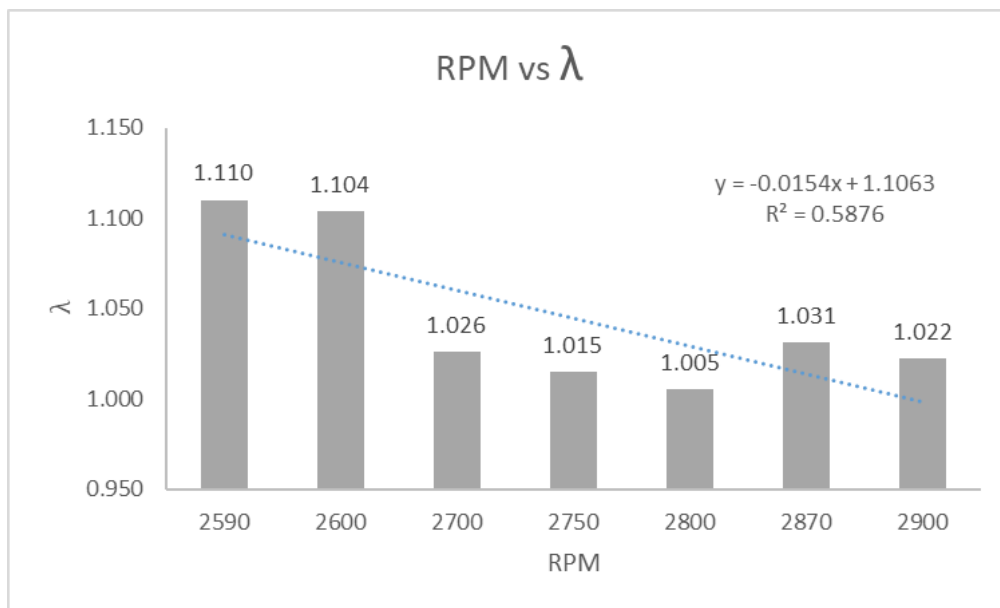


Fig 3. 14 RPM vs Lambda (λ) en vehículos marca Kia. Fuente: Autor

En la Fig. 3.14, se evidencia que la línea de tendencia es negativa, lo que quiere decir que a medida que aumenta el valor de RPM el valor de lambda (λ) disminuye. También se puede indicar que valor más alto de lambda o la relación aire-combustible pertenece al modelo

Sportage del año 2011 que utiliza gasolina Extra y el valor de lambda más bajo corresponde al modelo Sportage de año 2012 con $\lambda = 1,005$.

3.2.9.2.3. Marca Hyundai

De los datos obtenidos en la figura 3.4., sabiendo que, la marca de vehículos Hyundai constituye el 13% de la muestra analizada, se realiza el análisis presentado en la figura 3.15. en la cual se analiza el tipo de combustible que los vehículos en mención utilizan para su proceso de combustión.

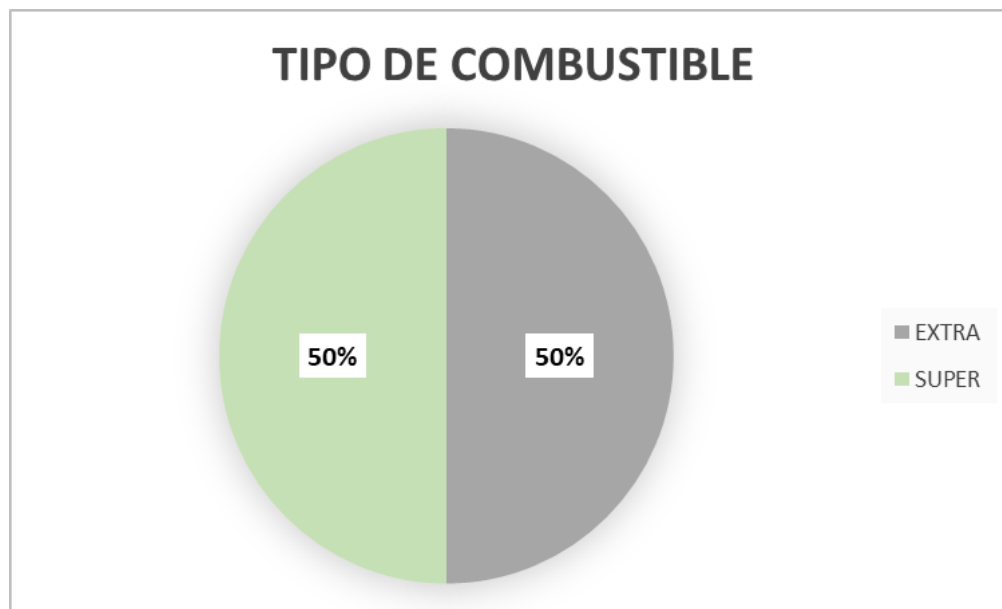


Fig 3. 15 Tipo de combustible utilizado en vehículos marca Hyundai. Fuente: Autor

En la Fig. 3.15, mediante encuesta se puede evidenciar el 50% de los usuarios utilizan en sus vehículos gasolina Super y el otro 50% utiliza gasolina Extra. Cabe indicar que en esta parte de la muestra en estudio la mayoría de son vehículos nuevos o conocidos como del “año”.

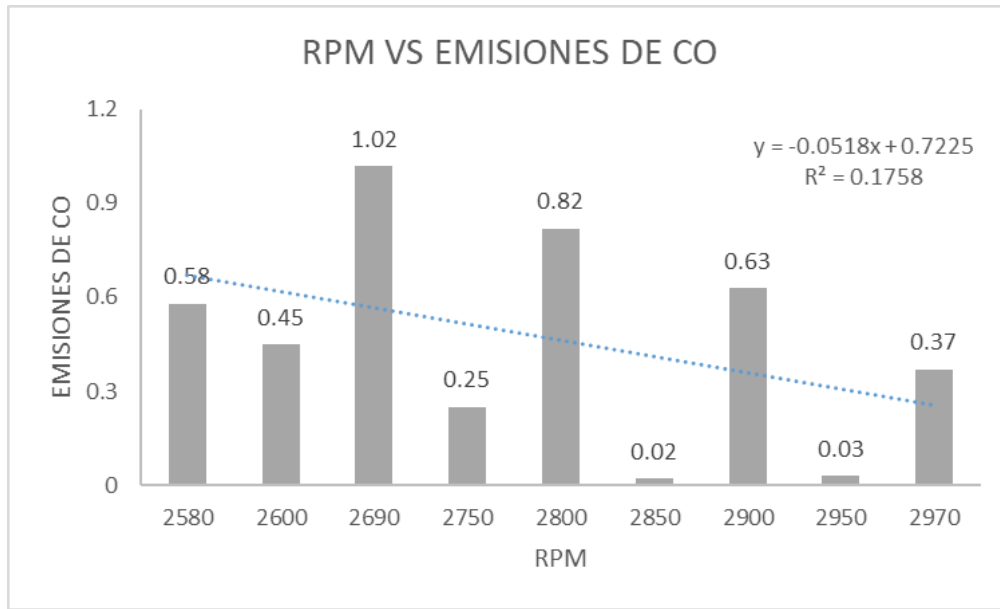


Fig 3. 16 RPM vs emisiones de CO en vehículos marca Hyundai. Fuente: Autor

En la Fig. 3.16, se puede evidencia una línea de tendencia negativa, lo que quiere decir que a medida que aumenta las RPM las emisiones de monóxido de carbono (CO) disminuyen. El porcentaje más alto corresponde al modelo Getz GL del año 2008 con un valor de 1.02% de monóxido de carbono (CO), y el porcentaje más bajo corresponde al modelo Ioniq del año 2018 con un valor de 0.02% de monóxido de carbono (CO).

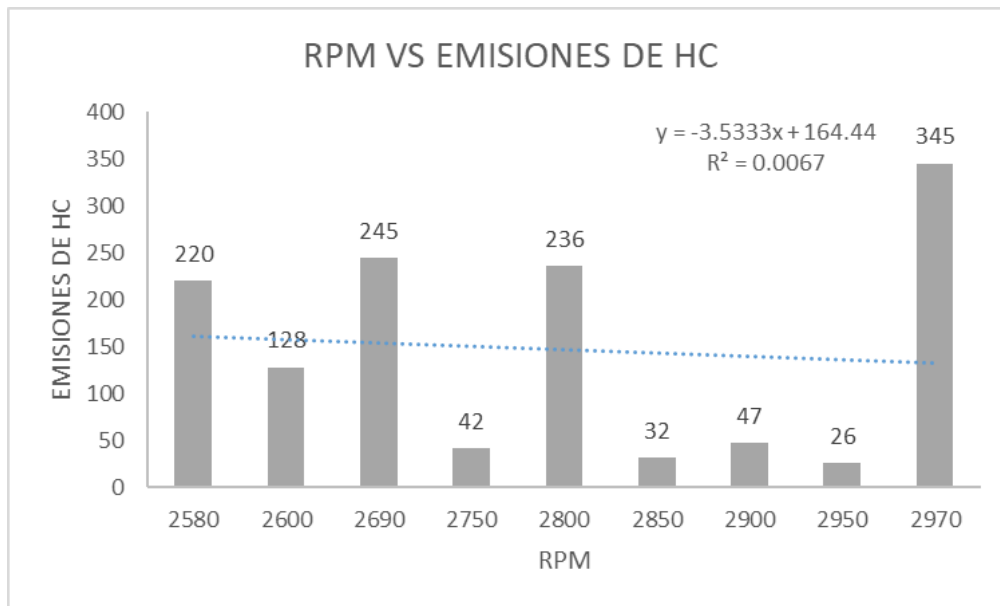


Fig 3. 17 RPM vs emisiones de HC en vehículos marca Hyundai. Fuente: Autor

En la Fig. 3.17, se evidencia una línea de tendencia negativa, donde el valor más alto pertenece al modelo al modelo Accent del año 2013 que utiliza gasolina Extra con un valor de 345 ppm de hidrocarburos no quemados (HC) y el valor más bajo corresponde al modelo Tucson del año 2018 que utiliza gasolina Super con un valor de 26 ppm de (HC).

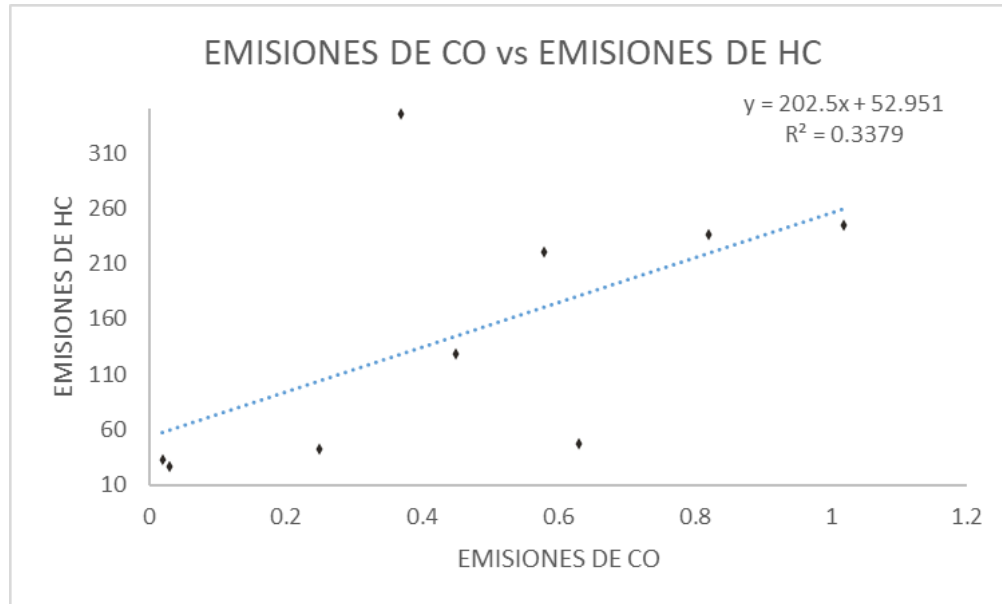


Fig 3. 18 Emisiones de CO vs Emisiones de HC en vehículos marca Hyundai Fuente: Autor

En la Fig. 3.18, se evidencia una línea de tendencia positiva, es decir a medida que aumenta las emisiones de monóxido de carbono (CO), aumenta las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC).

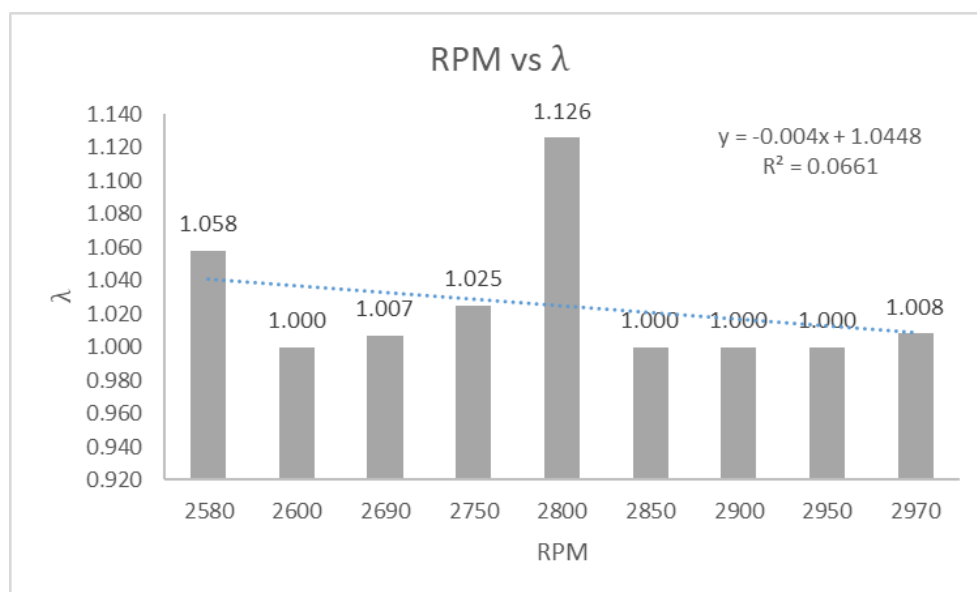


Fig 3. 19 Emisiones de CO vs Emisiones de HC en vehículos marca Hyundai. Fuente: Autor

En la Fig. 3.19, se evidencia que la línea de tendencia es negativa, lo que quiere decir que a medida que aumenta el valor de RPM el valor de lambda (λ) disminuye. También se puede indicar que valor más alto de lambda o la relación aire-combustible pertenece al modelo Accent Sedan del año 2012 que utiliza gasolina Extra y el valor de lambda más bajo corresponde a los vehículos del año 2018 con un valor de lambda igual a 1.

3.2.10. Tipo de combustible utilizado

En este punto se analiza el tipo de combustible que utilizan los vehículos inmersos en el estudio. Para lo cual se representa la figura 3.20.

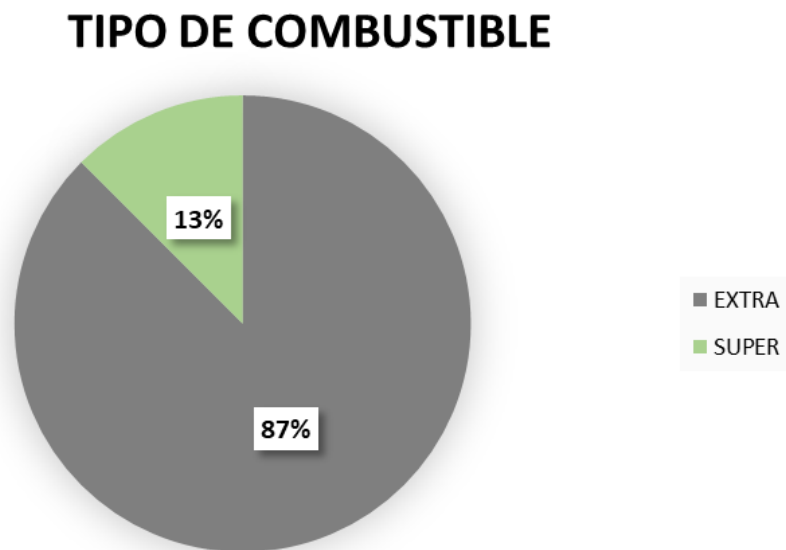


Fig 3. 20 Tipo de combustible más utilizado. Fuente: Autor

Mediante encuesta a los usuarios de los vehículos que se realizó la medición de gases se determinó que el 87% de la población utiliza gasolina Extra, mientras que el otro 13% utiliza gasolina Super.

3.2.11. Análisis de emisiones de vehículos del año 1989 y anteriores

En la medición de emisiones de gases en este intervalo de años se contó solo con dos vehículos, como se detalla en la tabla 3.7 con los siguientes resultados:

Tabla 3. 7 Emisiones de gases en vehículos del año 1989 y anteriores.

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
1985	CHEVROLET	SAN REMO	X		3.48	10.02	1058	3.40	1.005	2800
1985	CHEVROLET	SAN REMO	X		3.66	9.80	1089	3.44	1.005	2600

Fuente: Autor

En la tabla anterior se evidencia que los vehículos de marca Chevrolet se encuentran dentro de los límites permitidos por la normativa vigente siendo el límite máximo para emisiones CO de 6.5% y para emisiones HC 1200 ppm. Otra anotación relevante es que los valores de lambda (λ) son cercanos a 1, lo que quiere decir que el proceso de combustión en este caso para los dos vehículos es bueno a pesar del año de los vehículos en mención.

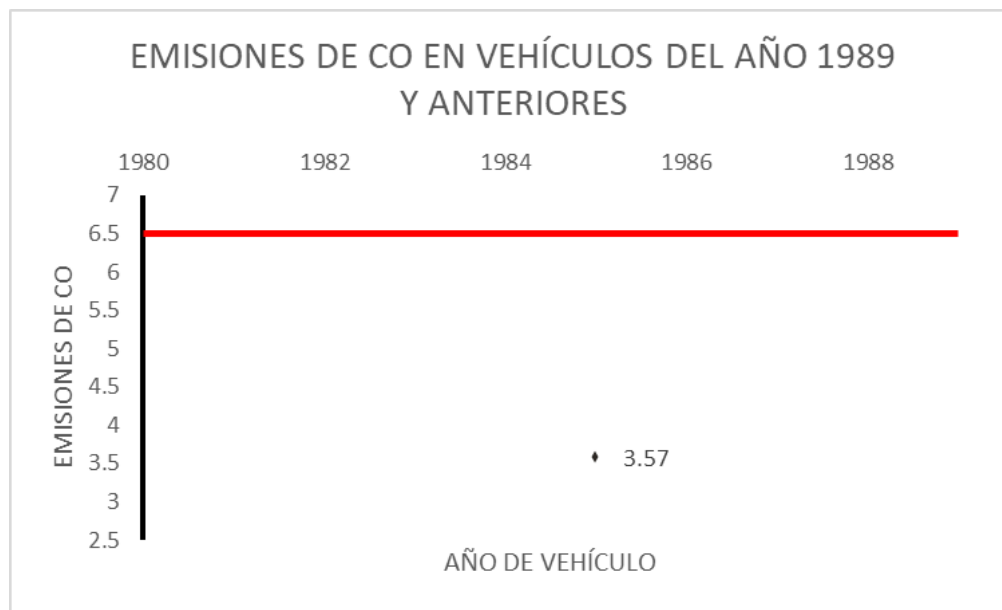


Fig 3. 21 Emisiones de CO en vehículos del año 1989 y anteriores Fuente: Autor

Como se puede evidenciar en la Fig. 3.21, el nivel de emisiones de los vehículos en cuestión no supera el límite permitido por la norma.

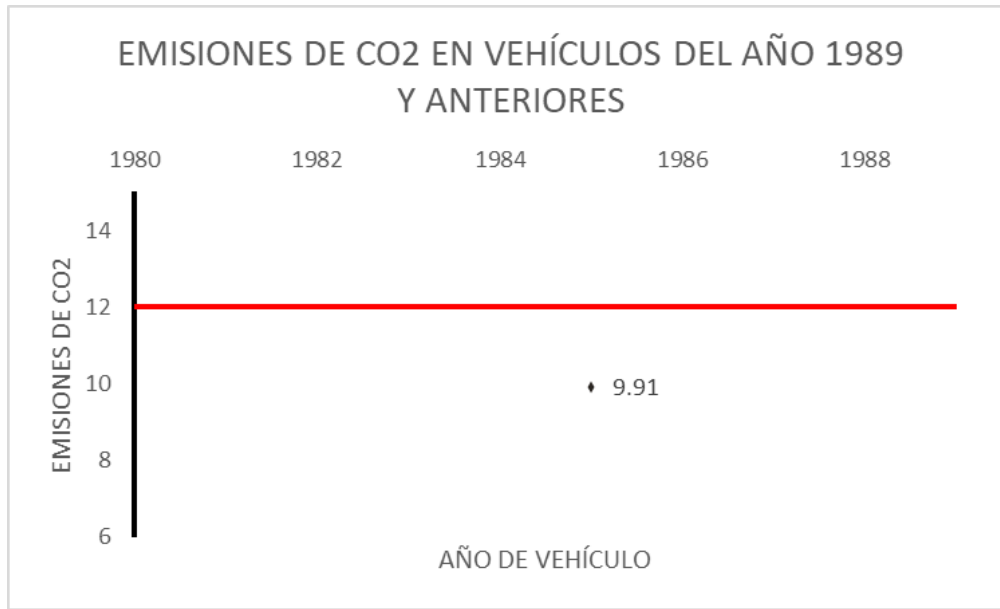


Fig 3. 22 Emisiones de CO2 en vehículos del año 1989 y anteriores Fuente: Autor

Las emisiones dióxido de carbono (CO2) se interpreta como la eficiencia de un motor, de 12% a 15% se considera que el motor funciona correctamente, este caso en la Fig. 3.22, se evidencia que el valor de las emisiones está por debajo de la línea de referencia, lo cual indica que el motor de estos vehículos presenta fallas en el proceso de combustión.



Fig 3. 23 Fig. 3.23: Emisiones de HC en vehículos del año 1989 y anteriores. Fuente: Autor

En la Fig. 3.23, se puede evidenciar que los residuos o gases que no se queman en el proceso de combustión están por del límite permitido por la norma para los vehículos del año 1989 y anteriores.



Fig 3. 24 Emisiones de O en vehículos del año 1989 y anteriores. Fuente: Autor

El porcentaje de oxígeno se representa como el residuo que sobro del proceso de combustión, por lo general este valor debe ser menor o igual al 2% para considerarse el proceso de combustión es óptimo. En este caso en la Fig. 3.24, se puede evidencia que el porcentaje de emisiones de O es de 3.42%.

3.2.12 Análisis de emisiones de vehículos del año 1990 a 1999

En la medición de emisiones de gases en este intervalo de años se contó siete vehículos, como se detalla en la tabla 3.8., con los siguientes resultados:

Tabla 3. 8 Emisiones de gases en vehículos del año 1990 a 1999.

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
1990	SUZUKI	FORZA	X		1.89	11.20	291	3.04	1.095	2850
1991	SUZUKI	FORZA	X		1.75	11.50	271	3.06	1.087	2600
1991	SUZUKI	FORZA	X		1.82	12.50	294	4.00	1.078	2800
1993	FIAT	WEEKEND	X		1.89	11.20	291	3.04	1.095	2900
1995	FORD	FESTIVA GL	X		2.03	13.25	370	2.10	1.013	2900

1995	SKODA	FELICIA	X		2.52	14.20	355	4.06	1.250	2800
1996	CHEVROLET	SAN REMO	X		2.96	9.40	1080	2.90	1.015	2700

Fuente: Autor

En la tabla 3.8, se evidencia que el 100% de los vehículos en este periodo utilizan gasolina Extra, además los valores de CO están muy por debajo del límite, el único valor sobre del límite es el del vehículo Chevrolet del año 1996 el cual presenta 1080 ppm de HC, con lo cual está incumpliendo con la normativa vigente.

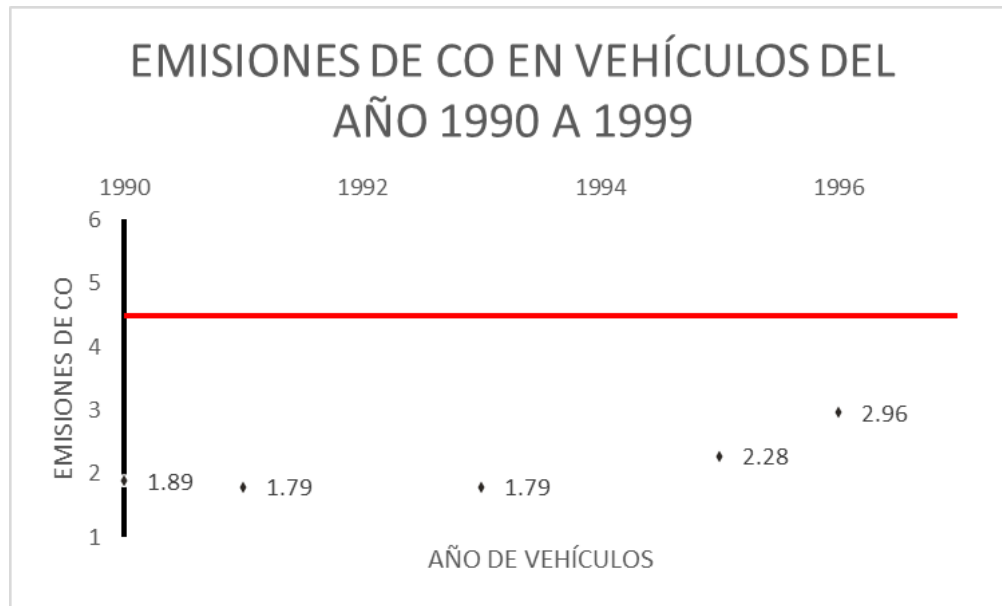


Fig 3. 25 Emisiones de CO en vehículos entre los años 1990 a 1999. Fuente: Autor

En la Fig. 3.25, se puede evidenciar que el porcentaje de emisiones de monóxido de carbono (CO) para los vehículos comprendidos entre los años 1990 a 1999 no superan el límite de 4.5% establecido por la normativa vigente.

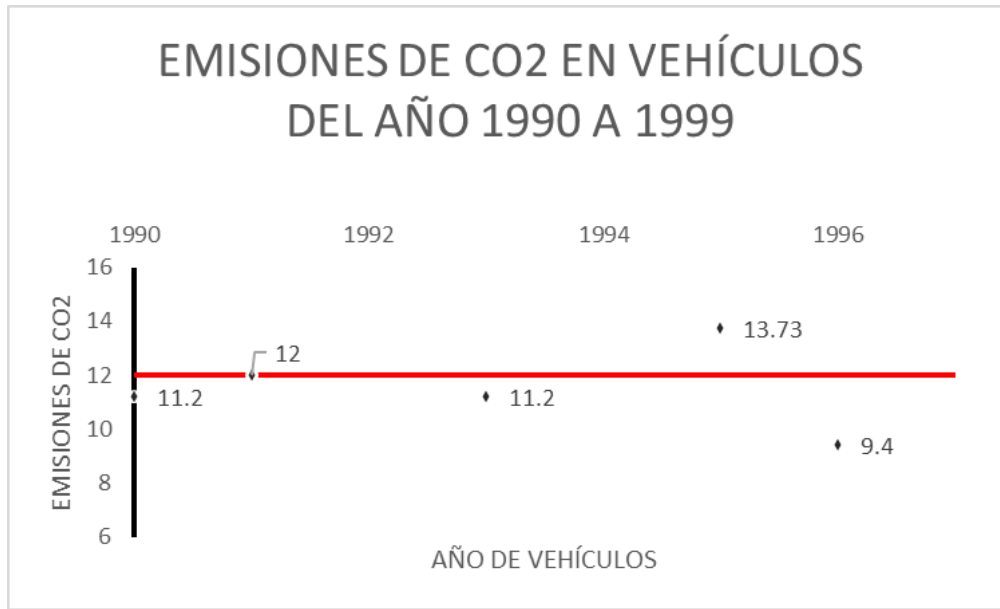


Fig 3. 26 Emisiones de CO2 en vehículos entre los años 1990 a 1999. Fuente: Autor

Las emisiones dióxido de carbono (CO2) se interpreta como la eficiencia de un motor, de 12% a 15% se considera que el motor funciona correctamente, en la cual en la Fig. 3.26, se puede interpretar que solo dos vehículos de los analizados tienen un proceso de combustión regular.

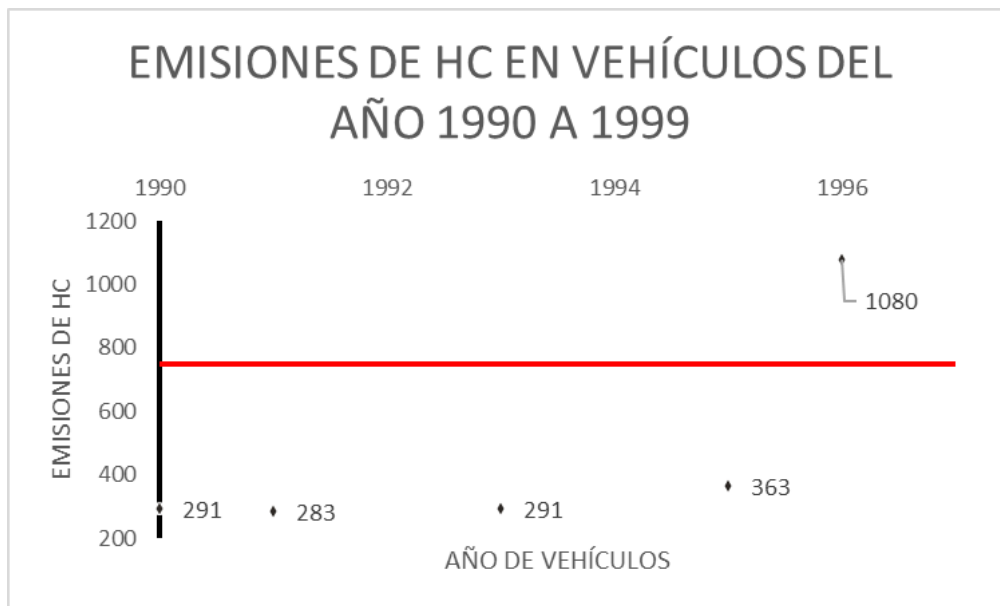


Fig 3. 27 Emisiones de HC en vehículos entre los años 1990 a 1999. Fuente: Autor

En la Fig. 3.27, se puede evidenciar que solo un vehículo comprendido entre los años 1990 a 1999 no cumple con el límite establecido por la normativa vigente el cual es de 750 ppm de hidrocarburos no quemados (HC).

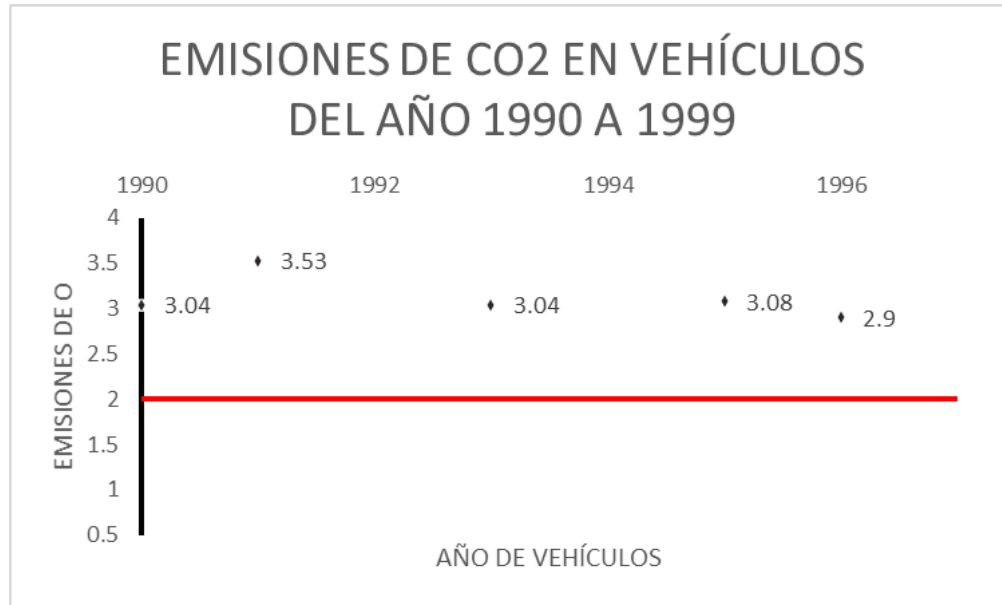


Fig 3. 28 Emisiones de O en vehículos entre los años 1990 a 1999. Fuente: Autor

El porcentaje de oxígeno se representa como el residuo que sobro del proceso de combustión, por lo general este valor debe ser menor o igual al 2% para considerarse el proceso de combustión es óptimo. En la Fig. 3.28, se puede evidenciar que todos los vehículos analizados en este periodo de año están por arriba del valor nominal, lo que quiere decir que presentan fallas en su proceso de combustión.

3.2.13 Análisis de emisiones de vehículos del año 2000 y posteriores

En la tabla 3.9, se presenta 91% ciento de la muestra analizada en este estudio que representa a los vehículos comprendidos entre los años 2000 y 2018.

Tabla 3. 9 Emisiones de gases en vehículos del año 2000 y posteriores

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2001	CHEVROLET	GRAN VITARA	X		1.05	13.40	214	2.03	1.091	2800
2001	NISSAN	SENTRA	X		2.15	12.30	315	3.04	1.017	2650
2002	CHEVROLET	ALTO	X		1.05	12.40	325	2.15	1.047	2800
2002	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.06	14.20	280	2.78	1.085	2900

2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.82	12.70	355	1.60	1.040	2870
2003	CHEVROLET	VITARA	X		0.83	12.50	235	0.96	1.058	2900
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.97	13.40	151	1.06	1.017	2870
2003	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.62	12.30	225	2.89	1.025	2850
2004	CHEVROLET	CORSA	X		0.78	11.50	225	1.90	1.016	2800
2004	RENAULT	SIMBOL	X		1.02	13.20	180	2.90	1.100	2870
2004	VOLKSWAGEN	GOL		X	2.00	12.60	278	1.02	0.978	2780
2004	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.17	13.80	320	2.18	1.058	2900
2005	CHEVROLET	ASTRA	X		0.87	11.30	315	1.45	1.058	2800
2005	CHEVROLET	CORSA	X		0.89	12.80	200	1.04	1.036	2870
2005	PEUGEOT	BERLINA	X		1.58	11.80	344	3.04	1.025	2580
2005	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.65	11.90	325	3.27	1.023	2900
2006	HYUNDAI	ACCENT GL	X		0.75	14.00	260	0.36	1.002	2800
2006	CHEVROLET	NHR	X		0.76	11.20	300	1.87	1.087	2600
2006	KIA	PICANTO	X		1.62	11.90	250	1.35	1.017	2870
2007	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	X		0.85	11.20	160	1.52	1.058	2900
2007	CHEVROLET	SPARK	X		0.96	9.80	256	1.98	1.203	2900
2007	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	8.70	189	0.89	1.027	2600
2008	CHEVROLET	OPTRA	X		0.72	12.80	182	1.62	1.069	2800
2008	CHEVROLET	CORSA	X		0.73	13.10	221	1.25	1.030	2900
2008	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.89	9.30	235	1.65	1.257	2800
2008	HYUNDAI	GETZ GL	X		1.02	13.25	245	0.12	1.007	2690
2009	RENAULT	SANDERO	X		0.09	12.30	150	3.00	1.025	2900
2010	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	12.90	198	1.56	1.082	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.10	12.10	210	2.69	1.020	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.89	13.40	240	2.58	1.058	2870
2011	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.78	12.90	210	1.60	1.096	2900
2011	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	X		0.85	11.80	215	1.85	1.030	2900
2011	HYUNDAI	GETZ	X		0.87	11.90	210	0.14	1.000	2600
2011	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.89	11.80	215	1.02	1.095	2600
2011	KIA	SPORTAGE R	X		0.90	11.80	182	3.90	1.110	2590
2011	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.99	13.50	247	0.99	1.046	2900
2011	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.08	12.80	291	3.46	1.017	2900
2012	CHEVROLET	AVEO	X		0.02	13.60	29	0.35	1.016	2600
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	13.30	123	2.03	1.098	2900
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	11.90	210	3.25	1.025	2800
2012	KIA	SPORTAGE	X		0.30	14.10	358	2.54	1.058	2700
2012	GREAT WALL	WINGLE	X		0.48	13.20	320	1.50	1.045	2850
2012	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.76	12.10	220	1.47	1.063	2600
2012	HYUNDAI	ACCENT SEDAN	X		0.89	13.25	212	0.52	1.250	2800
2012	CHEVROLET	SAIL	X		0.97	13.70	256	1.82	1.002	2870
2012	GREAT WALL	HOVER	X		1.02	11.20	215	1.05	1.025	2700

2012	KIA	SPORTAGE	X		1.25	12.50	185	1.80	1.005	2800
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.38	12.50	260	2.15	1.085	2870
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.59	11.50	214	3.04	1.005	2800
2012	MAZDA	BT-50	X		1.85	12.60	255	3.04	1.017	2850
2013	HYUNDAI	ACCENT	X		0.37	14.00	345	0.68	1.008	2970
2013	CHEVROLET	LUV D-MAX	X		0.49	12.70	209	1.03	1.012	2800
2013	HYUNDAI	I10 AC	X		0.58	12.90	220	0.23	1.058	2580
2013	CHEVROLET	SAIL	X		0.76	12.40	263	1.25	1.058	2900
2013	CHEVROLET	SPARK	X		0.95	13.40	200	1.05	1.024	2600
2013	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.97	9.80	270	2.01	1.050	2800
2013	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.99	12.80	296	2.85	1.059	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.26	14.20	215	2.63	1.008	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.52	12.80	138	2.98	1.018	2870
2013	TOYOTA	GT-86	X		1.96	12.10	235	1.15	1.025	2800
2013	FORD	ECOSPORT	X		1.97	12.14	240	1.15	1.025	2800
2014	RENAULT	DUSTER		X	0.28	12.50	135	2.01	1.115	2800
2014	KIA	RIO R		X	0.43	14.20	137	0.67	1.013	2700
2014	CHEVROLET	SPARK	X		0.66	13.60	280	1.37	1.052	2780
2014	CHEVROLET	CRUZE	X		0.92	13.10	180	1.78	1.456	2900
2014	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.96	10.80	210	1.23	1.017	2800
2014	KIA	CERATO	X		1.30	13.50	215	1.70	1.025	2900
2015	KIA	RIO	X		0.23	11.80	353	2.87	1.110	2600
2015	CHEVROLET	TRACKER		X	0.50	10.70	187	0.84	1.069	2900
2015	KIA	SPORTAGE	X		1.02	13.80	220	3.00	1.074	2600
2015	KIA	RIO R	X		1.80	12.30	175	2.52	1.015	2750
2015	NISSAN	VERSA	X		1.85	12.50	235	2.80	1.100	2700
2017	JEEP	COMPASS SPORT	X		0.12	13.80	250	0.81	1.025	2560
2017	CHEVROLET	D-MAX	X		0.48	11.20	40	3.62	1.005	2900
2017	HYUNDAI	IONIQ		X	0.58	12.60	58	0.09	1.000	2900
2017	KIA	SPORTAGE		X	0.85	11.50	158	1.25	1.120	2600
2017	SUZUKI	GRAND VITARA SZ	X		1.02	12.60	245	1.05	1.087	2800
2018	TOYOTA	YARIS SD		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2600
2018	CITROEN	C3 FEEL		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2800
2018	HYUNDAI	IONIQ		X	0.02	14.60	32	0.04	1.000	2850
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.03	14.20	26	0.08	1.000	2950
2018	HYUNDAI	CRETA		X	0.03	12.50	45	0.05	1.000	2600
2018	CHEVROLET	SAIL	X		0.04	10.70	16	0.34	1.034	2900
2018	TOYOTA	NEW FORTUNER		X	0.20	14.80	40	0.68	0.980	2800
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.25	13.60	42	0.08	1.025	2750
2018	GREAT WALL	WINGLE		X	0.25	12.50	85	1.15	1.500	2840
2018	HYUNDAI	GRAND I		X	0.68	12.58	36	0.07	1.000	2900

Fuente: Autor

Tabla 3. 10 Vehículos que cumple con el límite de emisiones CO

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.82	12.70	355	1.60	1.040	2870
2003	CHEVROLET	VITARA	X		0.83	12.50	235	0.96	1.058	2900
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.97	13.40	151	1.06	1.017	2870
2004	CHEVROLET	CORSA	X		0.78	11.50	225	1.90	1.016	2800
2005	CHEVROLET	ASTRA	X		0.87	11.30	315	1.45	1.058	2800
2005	CHEVROLET	CORSA	X		0.89	12.80	200	1.04	1.036	2870
2006	HYUNDAI	ACCENT GL	X		0.75	14.00	260	0.36	1.002	2800
2006	CHEVROLET	NHR	X		0.76	11.20	300	1.87	1.087	2600
2007	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	X		0.85	11.20	160	1.52	1.058	2900
2007	CHEVROLET	SPARK	X		0.96	9.80	256	1.98	1.203	2900
2007	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	8.70	189	0.89	1.027	2600
2008	CHEVROLET	OPTRA	X		0.72	12.80	182	1.62	1.069	2800
2008	CHEVROLET	CORSA	X		0.73	13.10	221	1.25	1.030	2900
2008	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.89	9.30	235	1.65	1.257	2800
2009	RENAULT	SANDERO	X		0.09	12.30	150	3.00	1.025	2900
2010	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	12.90	198	1.56	1.082	2900
2011	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.78	12.90	210	1.60	1.096	2900
2011	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	X		0.85	11.80	215	1.85	1.030	2900
2011	HYUNDAI	GETZ	X		0.87	11.90	210	0.14	1.000	2600
2011	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.89	11.80	215	1.02	1.095	2600
2011	KIA	SPORTAGE R	X		0.90	11.80	182	3.90	1.110	2590
2011	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.99	13.50	247	0.99	1.046	2900
2012	CHEVROLET	AVEO	X		0.02	13.60	29	0.35	1.016	2600
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	13.30	123	2.03	1.098	2900
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	11.90	210	3.25	1.025	2800
2012	KIA	SPORTAGE	X		0.30	14.10	358	2.54	1.058	2700
2012	GREAT WALL	WINGLE	X		0.48	13.20	320	1.50	1.045	2850
2012	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.76	12.10	220	1.47	1.063	2600
2012	HYUNDAI	ACCENT SEDAN	X		0.89	13.25	212	0.52	1.250	2800
2012	CHEVROLET	SAIL	X		0.97	13.70	256	1.82	1.002	2870
2013	HYUNDAI	ACCENT	X		0.37	14.00	345	0.68	1.008	2970
2013	CHEVROLET	LUV D-MAX	X		0.49	12.70	209	1.03	1.012	2800
2013	HYUNDAI	I10 AC	X		0.58	12.90	220	0.23	1.058	2580
2013	CHEVROLET	SAIL	X		0.76	12.40	263	1.25	1.058	2900
2013	CHEVROLET	SPARK	X		0.95	13.40	200	1.05	1.024	2600

2013	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.97	9.80	270	2.01	1.050	2800
2013	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.99	12.80	296	2.85	1.059	2700
2014	RENAULT	DUSTER		X	0.28	12.50	135	2.01	1.115	2800
2014	KIA	RIO R		X	0.43	14.20	137	0.67	1.013	2700
2014	CHEVROLET	SPARK	X		0.66	13.60	280	1.37	1.052	2780
2014	CHEVROLET	CRUZE	X		0.92	13.10	180	1.78	1.456	2900
2014	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.96	10.80	210	1.23	1.017	2800
2015	KIA	RIO	X		0.23	11.80	353	2.87	1.110	2600
2015	CHEVROLET	TRACKER		X	0.50	10.70	187	0.84	1.069	2900
2017	JEEP	COMPASS SPORT	X		0.12	13.80	250	0.81	1.025	2560
2017	CHEVROLET	D-MAX	X		0.48	11.20	40	3.62	1.005	2900
2017	HYUNDAI	IONIQ		X	0.58	12.60	58	0.09	1.000	2900
2017	KIA	SPORTAGE		X	0.85	11.50	158	1.25	1.120	2600
2018	TOYOTA	YARIS SD		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2600
2018	CITROEN	C3 FEEL		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2800
2018	HYUNDAI	IONIQ		X	0.02	14.60	32	0.04	1.000	2850
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.03	14.20	26	0.08	1.000	2950
2018	HYUNDAI	CRETA		X	0.03	12.50	45	0.05	1.000	2600
2018	CHEVROLET	SAIL	X		0.04	10.70	16	0.34	1.034	2900
2018	TOYOTA	NEW FORTUNER		X	0.20	14.80	40	0.68	0.980	2800
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.25	13.60	42	0.08	1.025	2750
2018	GREAT WALL	WINGLE		X	0.25	12.50	85	1.15	1.500	2840
2018	HYUNDAI	GRAND I		X	0.68	12.58	36	0.07	1.000	2900

Fuente: Autor

Tabla 3. 11 Vehículos que no cumple con el límite de emisiones CO

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2001	CHEVROLET	GRAN VITARA	X		1.05	13.40	214	2.03	1.091	2800
2001	NISSAN	SENTRA	X		2.15	12.30	315	3.04	1.017	2650
2002	CHEVROLET	ALTO	X		1.05	12.40	325	2.15	1.047	2800
2002	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.06	14.20	280	2.78	1.085	2900
2003	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.62	12.30	225	2.89	1.025	2850
2004	RENAULT	SIMBOL	X		1.02	13.20	180	2.90	1.100	2870
2004	VOLKSWAGEN	GOL		X	2.00	12.60	278	1.02	0.978	2780
2004	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.17	13.80	320	2.18	1.058	2900

2005	PEUGEOT	BERLINA	X		1.58	11.80	344	3.04	1.025	2580
2005	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.65	11.90	325	3.27	1.023	2900
2006	KIA	PICANTO	X		1.62	11.90	250	1.35	1.017	2870
2008	HYUNDAI	GETZ GL	X		1.02	13.25	245	0.12	1.007	2690
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.10	12.10	210	2.69	1.020	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.89	13.40	240	2.58	1.058	2870
2011	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.08	12.80	291	3.46	1.017	2900
2012	GREAT WALL	HOVER	X		1.02	11.20	215	1.05	1.025	2700
2012	KIA	SPORTAGE	X		1.25	12.50	185	1.80	1.005	2800
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.38	12.50	260	2.15	1.085	2870
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.59	11.50	214	3.04	1.005	2800
2012	MAZDA	BT-50	X		1.85	12.60	255	3.04	1.017	2850
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.26	14.20	215	2.63	1.008	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.52	12.80	138	2.98	1.018	2870
2013	TOYOTA	GT-86	X		1.96	12.10	235	1.15	1.025	2800
2013	FORD	ECOSPORT	X		1.97	12.14	240	1.15	1.025	2800
2014	KIA	CERATO	X		1.30	13.50	215	1.70	1.025	2900
2015	KIA	SPORTAGE	X		1.02	13.80	220	3.00	1.074	2600
2015	KIA	RIO R	X		1.80	12.30	175	2.52	1.015	2750
2015	NISSAN	VERSA	X		1.85	12.50	235	2.80	1.100	2700
2017	SUZUKI	GRAND VITARA SZ	X		1.02	12.60	245	1.05	1.087	2800

Fuente: Autor

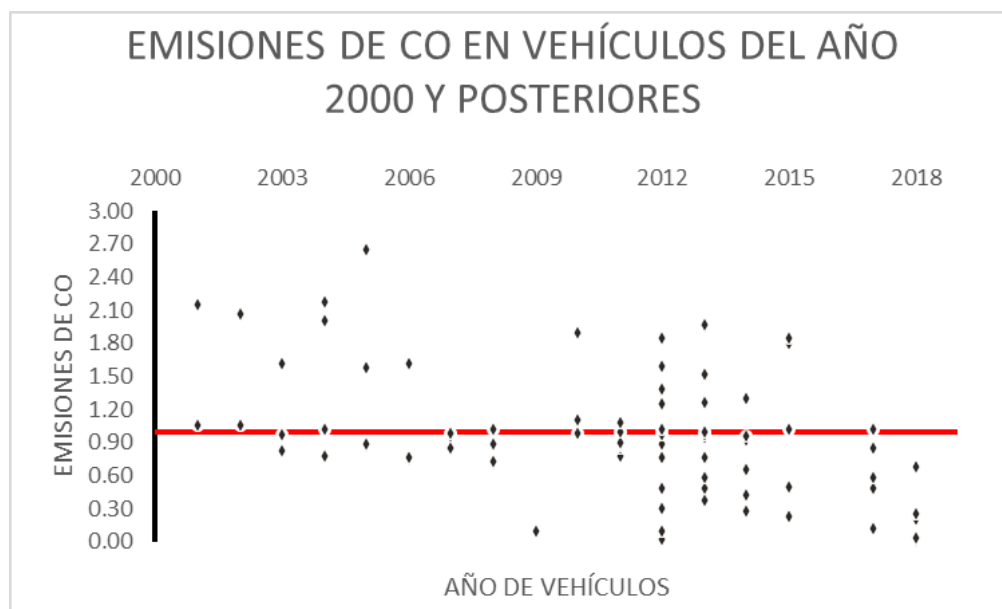


Fig 3. 29 Emisiones de CO en vehículos del año 2000 y posteriores. Fuente: Autor

En la Fig. 3.29, se deduce que los puntos que se encuentran sobre la línea de referencia, que para los vehículos del año 2000 en adelante es de 1% de CO no cumplen con el límite máximo establecido para emisiones de gases.

Tabla 3. 12 Vehículos que no cumple con niveles de CO2

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2005	PEUGEOT	BERLINA	X		1.58	11.80	344	3.04	1.025	2580
2005	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.65	11.90	325	3.27	1.023	2900
2006	KIA	PICANTO	X		1.62	11.90	250	1.35	1.017	2870
2012	GREAT WALL	HOVER	X		1.02	11.20	215	1.05	1.025	2700
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.59	11.50	214	3.04	1.005	2800

Fuente: Autor

Tabla 3. 13 Vehículos que cumple con niveles de CO2

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2001	CHEVROLET	GRAN VITARA	X		1.05	13.40	214	2.03	1.091	2800
2001	NISSAN	SENTRA	X		2.15	12.30	315	3.04	1.017	2650
2002	CHEVROLET	ALTO	X		1.05	12.40	325	2.15	1.047	2800
2002	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.06	14.20	280	2.78	1.085	2900
2003	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.62	12.30	225	2.89	1.025	2850
2004	RENAULT	SIMBOL	X		1.02	13.20	180	2.90	1.100	2870
2004	VOLKSWAGEN	GOL		X	2.00	12.60	278	1.02	0.978	2780
2004	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.17	13.80	320	2.18	1.058	2900
2008	HYUNDAI	GETZ GL	X		1.02	13.25	245	0.12	1.007	2690
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.10	12.10	210	2.69	1.020	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.89	13.40	240	2.58	1.058	2870
2011	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.08	12.80	291	3.46	1.017	2900
2012	KIA	SPORTAGE	X		1.25	12.50	185	1.80	1.005	2800
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.38	12.50	260	2.15	1.085	2870
2012	MAZDA	BT-50	X		1.85	12.60	255	3.04	1.017	2850
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.26	14.20	215	2.63	1.008	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.52	12.80	138	2.98	1.018	2870
2013	TOYOTA	GT-86	X		1.96	12.10	235	1.15	1.025	2800
2013	FORD	ECOSPORT	X		1.97	12.14	240	1.15	1.025	2800
2014	KIA	CERATO	X		1.30	13.50	215	1.70	1.025	2900
2015	KIA	SPORTAGE	X		1.02	13.80	220	3.00	1.074	2600
2015	KIA	RIO R	X		1.80	12.30	175	2.52	1.015	2750
2015	NISSAN	VERSA	X		1.85	12.50	235	2.80	1.100	2700
2017	SUZUKI	GRAND VITARA SZ	X		1.02	12.60	245	1.05	1.087	2800

Fuente: Autor

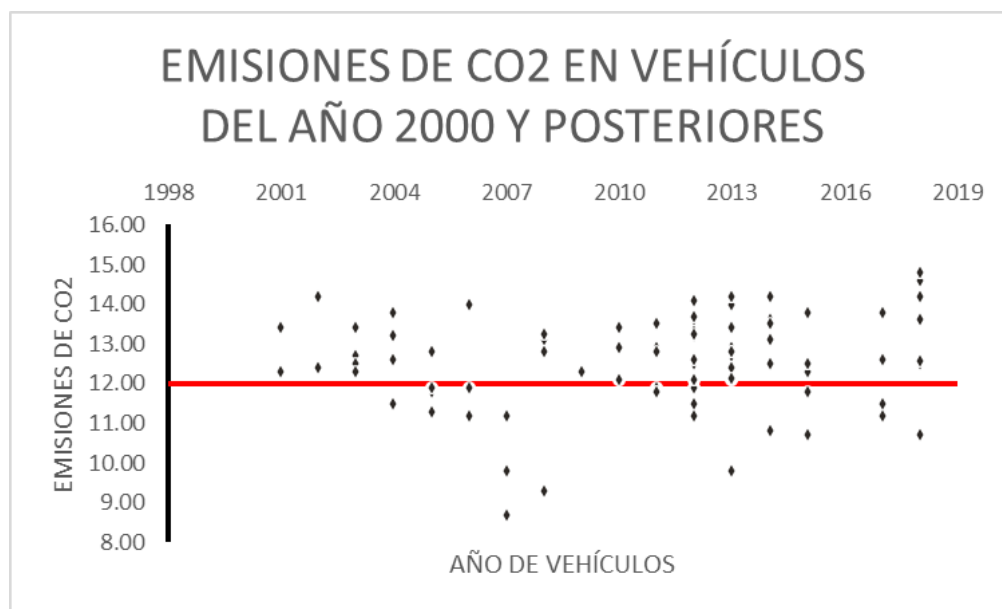


Fig 3. 30 Emisiones de CO2 en vehículos del año 2000 y posteriores. Fuente: Autor

Las emisiones CO2 se interpreta como la eficiencia de un motor, de 12% a 15% se considera que el motor funciona correctamente, de tal manera en la Fig. 3.30, se puede evidenciar que a partir de los vehículos del año 2010 existe una gran mayoría de porcentaje de CO2 comprendido entre 13% y 15%, lo cual quiere decir que el motor de estos vehículos tiene un proceso de combustión muy bueno.

Tabla 3. 14 Vehículos que no cumplen con cumple con los límites de HC

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2001	CHEVROLET	GRAN VITARA	X		1.05	13.40	214	2.03	1.091	2800
2001	NISSAN	SENTRA	X		2.15	12.30	315	3.04	1.017	2650
2002	CHEVROLET	ALTO	X		1.05	12.40	325	2.15	1.047	2800
2002	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.06	14.20	280	2.78	1.085	2900
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.82	12.70	355	1.60	1.040	2870
2003	CHEVROLET	VITARA	X		0.83	12.50	235	0.96	1.058	2900
2003	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.62	12.30	225	2.89	1.025	2850
2004	CHEVROLET	CORSA	X		0.78	11.50	225	1.90	1.016	2800
2004	VOLKSWAGEN	GOL		X	2.00	12.60	278	1.02	0.978	2780
2004	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.17	13.80	320	2.18	1.058	2900
2005	CHEVROLET	ASTRA	X		0.87	11.30	315	1.45	1.058	2800
2005	CHEVROLET	CORSA	X		0.89	12.80	200	1.04	1.036	2870
2005	PEUGEOT	BERLINA	X		1.58	11.80	344	3.04	1.025	2580

2005	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.65	11.90	325	3.27	1.023	2900
2006	HYUNDAI	ACCENT GL	X		0.75	14.00	260	0.36	1.002	2800
2006	CHEVROLET	NHR	X		0.76	11.20	300	1.87	1.087	2600
2006	KIA	PICANTO	X		1.62	11.90	250	1.35	1.017	2870
2007	CHEVROLET	SPARK	X		0.96	9.80	256	1.98	1.203	2900
2008	CHEVROLET	CORSA	X		0.73	13.10	221	1.25	1.030	2900
2008	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.89	9.30	235	1.65	1.257	2800
2008	HYUNDAI	GETZ GL	X		1.02	13.25	245	0.12	1.007	2690
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.10	12.10	210	2.69	1.020	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.89	13.40	240	2.58	1.058	2870
2011	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.78	12.90	210	1.60	1.096	2900
2011	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	X		0.85	11.80	215	1.85	1.030	2900
2011	HYUNDAI	GETZ	X		0.87	11.90	210	0.14	1.000	2600
2011	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.89	11.80	215	1.02	1.095	2600
2011	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.99	13.50	247	0.99	1.046	2900
2011	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.08	12.80	291	3.46	1.017	2900
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	11.90	210	3.25	1.025	2800
2012	KIA	SPORTAGE	X		0.30	14.10	358	2.54	1.058	2700
2012	GREAT WALL	WINGLE	X		0.48	13.20	320	1.50	1.045	2850
2012	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.76	12.10	220	1.47	1.063	2600
2012	HYUNDAI	ACCENT SEDAN	X		0.89	13.25	212	0.52	1.250	2800
2012	CHEVROLET	SAIL	X		0.97	13.70	256	1.82	1.002	2870
2012	GREAT WALL	HOVER	X		1.02	11.20	215	1.05	1.025	2700
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.38	12.50	260	2.15	1.085	2870
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.59	11.50	214	3.04	1.005	2800
2012	MAZDA	BT-50	X		1.85	12.60	255	3.04	1.017	2850
2013	HYUNDAI	ACCENT	X		0.37	14.00	345	0.68	1.008	2970
2013	CHEVROLET	LUV D-MAX	X		0.49	12.70	209	1.03	1.012	2800
2013	HYUNDAI	I10 AC	X		0.58	12.90	220	0.23	1.058	2580
2013	CHEVROLET	SAIL	X		0.76	12.40	263	1.25	1.058	2900
2013	CHEVROLET	SPARK	X		0.95	13.40	200	1.05	1.024	2600
2013	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.97	9.80	270	2.01	1.050	2800
2013	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.99	12.80	296	2.85	1.059	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.26	14.20	215	2.63	1.008	2700
2013	TOYOTA	GT-86	X		1.96	12.10	235	1.15	1.025	2800
2013	FORD	ECOSPORT	X		1.97	12.14	240	1.15	1.025	2800
2014	CHEVROLET	SPARK	X		0.66	13.60	280	1.37	1.052	2780
2014	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.96	10.80	210	1.23	1.017	2800

2014	KIA	CERATO	X		1.30	13.50	215	1.70	1.025	2900
2015	KIA	RIO	X		0.23	11.80	353	2.87	1.110	2600
2015	KIA	SPORTAGE	X		1.02	13.80	220	3.00	1.074	2600
2015	NISSAN	VERSA	X		1.85	12.50	235	2.80	1.100	2700
2017	JEEP	COMPASS SPORT	X		0.12	13.80	250	0.81	1.025	2560
2017	SUZUKI	GRAND VITARA SZ	X		1.02	12.60	245	1.05	1.087	2800

Fuente: Autor

Tabla 3. 15 Vehículos que cumplen con cumple con los límites de HC

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.97	13.40	151	1.06	1.017	2870
2004	RENAULT	SIMBOL	X		1.02	13.20	180	2.90	1.100	2870
2007	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	X		0.85	11.20	160	1.52	1.058	2900
2007	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	8.70	189	0.89	1.027	2600
2008	CHEVROLET	OPTRA	X		0.72	12.80	182	1.62	1.069	2800
2009	RENAULT	SANDERO	X		0.09	12.30	150	3.00	1.025	2900
2010	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	12.90	198	1.56	1.082	2900
2011	KIA	SPORTAGE R	X		0.90	11.80	182	3.90	1.110	2590
2012	CHEVROLET	AVEO	X		0.02	13.60	29	0.35	1.016	2600
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	13.30	123	2.03	1.098	2900
2012	KIA	SPORTAGE	X		1.25	12.50	185	1.80	1.005	2800
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.52	12.80	138	2.98	1.018	2870
2014	RENAULT	DUSTER		X	0.28	12.50	135	2.01	1.115	2800
2014	KIA	RIO R		X	0.43	14.20	137	0.67	1.013	2700
2014	CHEVROLET	CRUZE	X		0.92	13.10	180	1.78	1.456	2900
2015	CHEVROLET	TRACKER		X	0.50	10.70	187	0.84	1.069	2900
2015	KIA	RIO R	X		1.80	12.30	175	2.52	1.015	2750
2017	CHEVROLET	D-MAX	X		0.48	11.20	40	3.62	1.005	2900
2017	HYUNDAI	IONIQ		X	0.58	12.60	58	0.09	1.000	2900
2017	KIA	SPORTAGE		X	0.85	11.50	158	1.25	1.120	2600
2018	TOYOTA	YARIS SD		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2600
2018	CITROEN	C3 FEEL		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2800
2018	HYUNDAI	IONIQ		X	0.02	14.60	32	0.04	1.000	2850
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.03	14.20	26	0.08	1.000	2950
2018	HYUNDAI	CRETA		X	0.03	12.50	45	0.05	1.000	2600
2018	CHEVROLET	SAIL	X		0.04	10.70	16	0.34	1.034	2900
2018	TOYOTA	NEW FORTUNER			0.20	14.80	40	0.68	0.980	2800
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.25	13.60	42	0.08	1.025	2750

2018	GREAT WALL	WINGLE		X	0.25	12.50	85	1.15	1.500	2840
2018	HYUNDAI	GRAND I		X	0.68	12.58	36	0.07	1.000	2900

Fuente: Autor

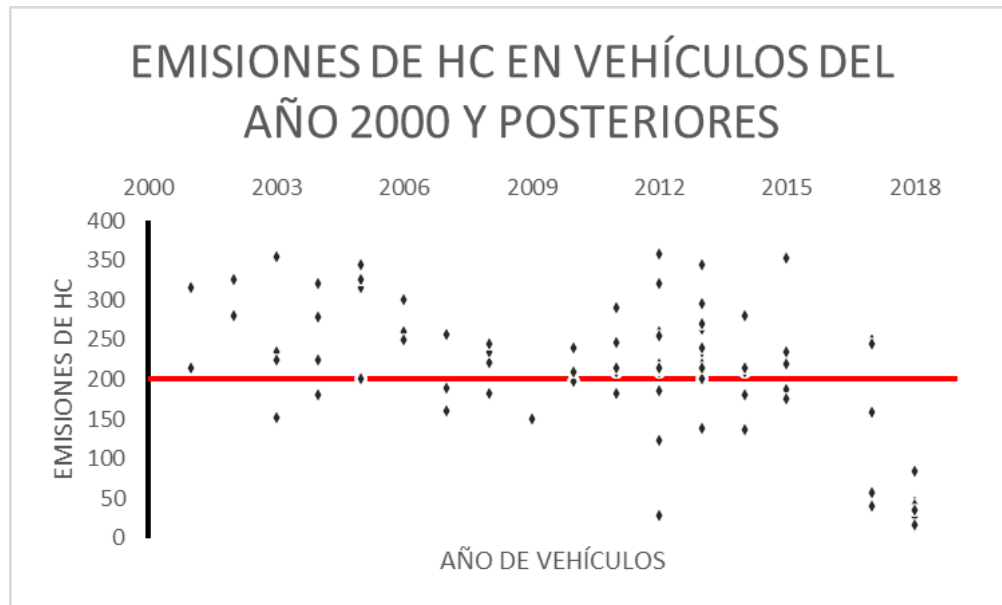


Fig 3. 31 Emisiones de CO2 en vehículos del año 2000 y posteriores. Fuente: Autor

En la Fig. 3.31, se representa las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC), en este caso todos los vehículos que se encuentran debajo de la línea de referencia, es decir emisiones menores a 200 ppm de hidrocarburos no quemados (HC), cumplen con los límites establecidos en la normativa vigente.

Tabla 3. 16 Vehículos que cumplen con los niveles de O₂.

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.82	12.70	355	1.60	1.040	2870
2003	CHEVROLET	VITARA	X		0.83	12.50	235	0.96	1.058	2900
2003	CHEVROLET	CORSA	X		0.97	13.40	151	1.06	1.017	2870
2004	CHEVROLET	CORSA	X		0.78	11.50	225	1.90	1.016	2800
2004	VOLKSWAGEN	GOL		X	2.00	12.60	278	1.02	0.978	2780
2005	CHEVROLET	ASTRA	X		0.87	11.30	315	1.45	1.058	2800
2005	CHEVROLET	CORSA	X		0.89	12.80	200	1.04	1.036	2870
2006	HYUNDAI	ACCENT GL	X		0.75	14.00	260	0.36	1.002	2800
2006	CHEVROLET	NHR	X		0.76	11.20	300	1.87	1.087	2600
2006	KIA	PICANTO	X		1.62	11.90	250	1.35	1.017	2870

2007	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	X		0.85	11.20	160	1.52	1.058	2900
2007	CHEVROLET	SPARK	X		0.96	9.80	256	1.98	1.203	2900
2007	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	8.70	189	0.89	1.027	2600
2008	CHEVROLET	OPTRA	X		0.72	12.80	182	1.62	1.069	2800
2008	CHEVROLET	CORSA	X		0.73	13.10	221	1.25	1.030	2900
2008	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.89	9.30	235	1.65	1.257	2800
2008	HYUNDAI	GETZ GL	X		1.02	13.25	245	0.12	1.007	2690
2010	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.98	12.90	198	1.56	1.082	2900
2011	CHEVROLET	GRAND VITARA	X		0.78	12.90	210	1.60	1.096	2900
2011	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	X		0.85	11.80	215	1.85	1.030	2900
2011	HYUNDAI	GETZ	X		0.87	11.90	210	0.14	1.000	2600
2011	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.89	11.80	215	1.02	1.095	2600
2011	CHEVROLET	AVEO EMOTION	X		0.99	13.50	247	0.99	1.046	2900
2012	CHEVROLET	AVEO	X		0.02	13.60	29	0.35	1.016	2600
2012	GREAT WALL	WINGLE	X		0.48	13.20	320	1.50	1.045	2850
2012	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.76	12.10	220	1.47	1.063	2600
2012	HYUNDAI	ACCENT SEDAN	X		0.89	13.25	212	0.52	1.250	2800
2012	CHEVROLET	SAIL	X		0.97	13.70	256	1.82	1.002	2870
2012	GREAT WALL	HOVER	X		1.02	11.20	215	1.05	1.025	2700
2012	KIA	SPORTAGE	X		1.25	12.50	185	1.80	1.005	2800
2013	HYUNDAI	ACCENT	X		0.37	14.00	345	0.68	1.008	2970
2013	CHEVROLET	LUV D-MAX	X		0.49	12.70	209	1.03	1.012	2800
2013	HYUNDAI	I10 AC	X		0.58	12.90	220	0.23	1.058	2580
2013	CHEVROLET	SAIL	X		0.76	12.40	263	1.25	1.058	2900
2013	CHEVROLET	SPARK	X		0.95	13.40	200	1.05	1.024	2600
2013	TOYOTA	GT-86	X		1.96	12.10	235	1.15	1.025	2800
2013	FORD	ECOSPORT	X		1.97	12.14	240	1.15	1.025	2800
2014	KIA	RIO R		X	0.43	14.20	137	0.67	1.013	2700
2014	CHEVROLET	SPARK	X		0.66	13.60	280	1.37	1.052	2780
2014	CHEVROLET	CRUZE	X		0.92	13.10	180	1.78	1.456	2900
2014	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.96	10.80	210	1.23	1.017	2800
2014	KIA	CERATO	X		1.30	13.50	215	1.70	1.025	2900
2015	CHEVROLET	TRACKER		X	0.50	10.70	187	0.84	1.069	2900
2017	JEEP	COMPASS SPORT	X		0.12	13.80	250	0.81	1.025	2560
2017	HYUNDAI	IONIQ		X	0.58	12.60	58	0.09	1.000	2900
2017	KIA	SPORTAGE		X	0.85	11.50	158	1.25	1.120	2600
2017	SUZUKI	GRAND VITARA SZ	X		1.02	12.60	245	1.05	1.087	2800
2018	TOYOTA	YARIS SD		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2600

2018	CITROEN	C3 FEEL		X	0.01	14.60	15	0.79	1.037	2800
2018	HYUNDAI	IONIQ		X	0.02	14.60	32	0.04	1.000	2850
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.03	14.20	26	0.08	1.000	2950
2018	HYUNDAI	CRETA		X	0.03	12.50	45	0.05	1.000	2600
2018	CHEVROLET	SAIL	X		0.04	10.70	16	0.34	1.034	2900
2018	TOYOTA	NEW FORTUNER		X	0.20	14.80	40	0.68	0.980	2800
2018	HYUNDAI	TUCSON		X	0.25	13.60	42	0.08	1.025	2750
2018	GREAT WALL	WINGLE		X	0.25	12.50	85	1.15	1.500	2840
2018	HYUNDAI	GRAND I		X	0.68	12.58	36	0.07	1.000	2900

Fuente: Autor

Tabla 3. 17 Vehículos que no cumplen con los niveles de O₂

ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO			TIPO DE COMBUSTIBLE		RESULTADOS OBTENIDOS					
AÑO	MARCA	MODELO	EXTRA	SUPER	% CO	% CO2	ppm HC	% O	LAMBDA	RPM
2001	CHEVROLET	GRAN VITARA	X		1.05	13.40	214	2.03	1.091	2800
2001	NISSAN	SENTRA	X		2.15	12.30	315	3.04	1.017	2650
2002	CHEVROLET	ALTO	X		1.05	12.40	325	2.15	1.047	2800
2002	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.06	14.20	280	2.78	1.085	2900
2003	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.62	12.30	225	2.89	1.025	2850
2004	RENAULT	SIMBOL	X		1.02	13.20	180	2.90	1.100	2870
2004	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.17	13.80	320	2.18	1.058	2900
2005	PEUGEOT	BERLINA	X		1.58	11.80	344	3.04	1.025	2580
2005	VOLKSWAGEN	GOL	X		2.65	11.90	325	3.27	1.023	2900
2009	RENAULT	SANDERO	X		0.09	12.30	150	3.00	1.025	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.10	12.10	210	2.69	1.020	2900
2010	KIA	SPORTAGE	X		1.89	13.40	240	2.58	1.058	2870
2011	KIA	SPORTAGE R	X		0.90	11.80	182	3.90	1.110	2590
2011	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.08	12.80	291	3.46	1.017	2900
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	13.30	123	2.03	1.098	2900
2012	RENAULT	SANDERO	X		0.09	11.90	210	3.25	1.025	2800
2012	KIA	SPORTAGE	X		0.30	14.10	358	2.54	1.058	2700
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.38	12.50	260	2.15	1.085	2870
2012	VOLKSWAGEN	GOL	X		1.59	11.50	214	3.04	1.005	2800
2012	MAZDA	BT-50	X		1.85	12.60	255	3.04	1.017	2850
2013	CHEVROLET	AVEO FAMILY	X		0.97	9.80	270	2.01	1.050	2800
2013	SUZUKI	GRAND VITARA	X		0.99	12.80	296	2.85	1.059	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.26	14.20	215	2.63	1.008	2700
2013	KIA	SPORTAGE	X		1.52	12.80	138	2.98	1.018	2870

2014	RENAULT	DUSTER		X	0.28	12.50	135	2.01	1.115	2800
2015	KIA	RIO	X		0.23	11.80	353	2.87	1.110	2600
2015	KIA	SPORTAGE	X		1.02	13.80	220	3.00	1.074	2600
2015	KIA	RIO R	X		1.80	12.30	175	2.52	1.015	2750
2015	NISSAN	VERSA	X		1.85	12.50	235	2.80	1.100	2700
2017	CHEVROLET	D-MAX	X		0.48	11.20	40	3.62	1.005	2900

Fuente: Autor

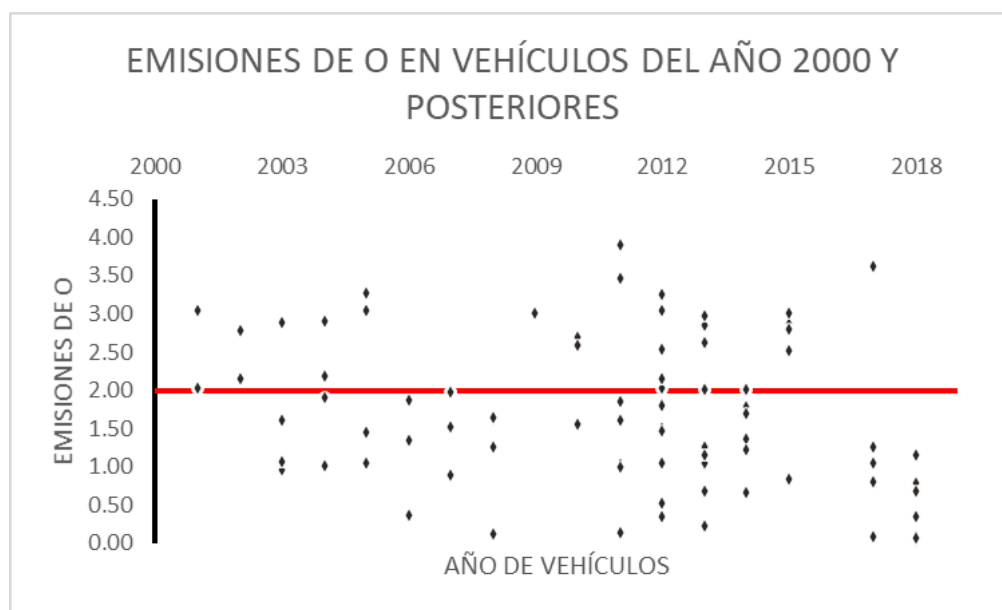


Fig 3. 32 Emisiones de O en vehículos del año 2000 y posteriores. Fuente: Autor

El porcentaje de oxígeno se representa como el residuo que sobro del proceso de combustión, por lo general este valor debe ser menor o igual al 2% para considerarse el proceso de combustión es óptimo. En la Fig. 3.32, se puede evidenciar que todos los vehículos analizados en entre los años 2011 y 2014 presenta un porcentaje de emisiones de O cercano a cero, lo que quiere decir que el proceso de combustión presenta una mezcla rica.

Para la emisión de resultados del estudio de emisiones de gases en vehículos a gasolina se realizó ficha técnica para cada uno de los periodos que están determinados en la normativa nacional vigente. Es decir, para vehículos de año 1989 y anteriores, para vehículos comprendidos entre los años 1990 – 1999 y por ultimo para vehículos del año 2000 y posteriores.

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

(VEHICULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES)

NTE INEN 2204: 2017

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

DATOS DEL VEHÍCULO			
PLACA			
AÑO			
MARCA			
MODELO			
TIPO DE COMBUSTIBLE			
RESULTADOS			
RPM EN RELANTÍ			
DESCRIPCIÓN	VALOR	REFERENCIA	CUMPLE
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)		< 6,5 %	
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)		> 12 %	
HIDROCARBUROS (HC)		< 1200 ppm	
OXIGENO(O ₂)		> 2 %	
LAMBDA			

De acuerdo con lo establecido en el punto 4.1 "límites máximo de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina, marcha mínima o ralenti (prueba estática), tabla 1, pág. 3.

Santiago Núñez P.
INVESTIGADOR

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

(VEHICULOS DEL AÑO 1990 a 1999)

NTE INEN 2204: 2017

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

DATOS DEL VEHÍCULO			
PLACA			
AÑO			
MARCA			
MODELO			
TIPO DE COMBUSTIBLE			
RESULTADOS			
RPM EN RELANTÍ			
DESCRIPCIÓN	VALOR	REFERENCIA	CUMPLE
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)		< 4,5 %	
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)		> 12 %	
HIDROCARBUROS (HC)		< 750 ppm	
OXIGENO(O ₂)		> 2 %	
LAMBDA			

De acuerdo con lo establecido en el punto 4.1 "límites máximo de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina, marcha mínima o ralenti (prueba estática), tabla 1, pág. 3.

Santiago Núñez P.
INVESTIGADOR

Dirección: Av. Los Chasquis y Río Payamino
Correo: cadme_ficm@uta.edu.ec Teléfono: 0958 841 809 – 032 400 428 Fax: 3007

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

(VEHICULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES)

NTE INEN 2204: 2017

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

DATOS DEL VEHÍCULO			
PLACA			
AÑO			
MARCA			
MODELO			
TIPO DE COMBUSTIBLE			
RESULTADOS			
RPM EN RELANTÍ	2600 rpm		
DESCRIPCIÓN	VALOR	REFERENCIA	CUMPLE
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)		< 1,0 %	
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)		> 12 %	
HIDROCARBUROS (HC)		< 200 ppm	
OXIGENO(O ₂)		> 2 %	
LAMBDA			

De acuerdo con lo establecido en el punto 4.1 "límites máximo de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina: marcha mínima o ralenti (prueba estática), tabla 1, pág. 3.

Santiago Núñez P.
INVESTIGADOR

3.3. Presupuesto

El presupuesto está relacionado al analizador de gases y algunos adicionales para el buen uso del equipo.

Tabla 3. 18 Costo de equipo

COSTO EQUIPO			
	SERVICIO DE CALIBRACIÓN	ALQUILER	SUBTOTAL
ANALIZADOR DE GASES	201.60	800	1001.60
OTROS			
GUANTES		1.00	1.00
MASCARILLA		1.00	1.00
GUAPE		1.00	1.00
TOTAL:			1004.60 \$

Fuente: Autor

Para la estimación del costo de medición de gases, se tomó en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso de medición, tanto como equipos y mantenimiento, personal a cargo, tiempo y EPP'S como se detalla a continuación:

-Costo del inspector por hora:	350 \$
-Equipo de computación:	200 \$
-Analizador y software:	2500 \$
-Equipos de protección personal:	100 \$
-Mantenimiento y calibración del equipo:	250 \$
-Consumibles:	50 \$
-Total:	3450 \$

De tal manera se determinó que el valor por vehículo es de 34 dólares con 50 centavos.



3.4 Especificaciones Técnicas

El analizador de gases es un equipo el cual nos ayuda a la medición de emisiones de gases que se generan en el proceso de combustión de los vehículos a gasolina, la medición de estos se realiza en los tubos de escape de los vehículos.

Tabla 3. 19 Detalles del equipo.

Detalles del Equipo	
Parte Frontal	
	
<p>1: Entrada de gas a medir, se conecta la sonda flexible de gas de escape.</p>	
	<p>A: Se conecta la pinza trigger para la medición de RPM.</p> <p>B: Se conecta la sonda de temperatura del aceite.</p> <p>C y D: Son opcionales para detectores de luz, trasmisor, etc.</p>
Parte Trasera	
	<p>E: Fuente de alimentación.</p> <p>F: Pulsador de encendido/apagado.</p> <p>G: Salida de agua.</p> <p>H: Salida de gas.</p> <p>I: Conexión a CPU, salida USB.</p>

Lateral izquierdo	
	<p>2: Filtro de carbón, sirve para realizar el ajuste a cero. (proceso de calibración)</p> <p>3: Entrada de gas calibrado.</p> <p>4: Sensor de O₂.</p>
Lateral derecho	
	<p>5: Filtro de suciedades, partículas y separador de agua.</p>
Accesorios del Equipo	
<p>Sonda flexible gas de escape</p>	<p>Se coloca al final del tubo de escape para la medición de gases.</p> <p>Posee un tubo flexible adicional el cual sirve para realizar la prueba de hermeticidad.</p>
<p>Sonda de temperatura de aceite</p>	<p>Se coloca en el orificio de la bayoneta de los vehículos, posee una termocupla la cual permite la medición de la temperatura.</p> <p>Es regulable a la longitud de bayoneta de cualquier vehículo.</p>

<p style="text-align: center;">Filtro de sonda</p> 	<p>Se coloca antes de la sonda flexible de gas, es el primer filtro para la eliminacion de impurezas.</p>
<p style="text-align: center;">Pinza trigger</p> 	<p>Sirve para la medición de rpm.</p> <p>Se coloca en el polo negativo de la batería o en el cable de salida de las bujías del motor para la lectura de los impulsos de rpm.</p>

Fuente: Autor

Tabla 3. 20 Datos técnicos del equipo.

DATOS TÉCNICOS				
Gases analizados	CO	CO2	HC	O2
Rango de medición	0-15 Vol %	0-20 Vol%	0-2000 ppm Hexano 0-4000 ppm Propano	0-25 Vol %
Precisión de medida	0.06 Vol %	0.5 Vol %	12 ppm Vol	0.1 Vol %
Principio de medida	infrarrojo	infrarrojo	infrarrojo	electro- químico
Resolución valores de med.	0.001 Vol %	0.01 Vol%	0.1 ppm Vol %	0.1 Vol %
Deriva del rango de med.	Inferior a $\pm 0.6\%$ del valor final del rango de medición			
Fase de precalentamiento	min. 30 minutos, max. 10 minutos *regulado por temperatura			
Nivel de electricidad para mediciones de gas	3 l/min			
Alimentación de corriente	85 V -280 V *50 H * 65W Cable de alimentación con conexión a 10-42 V CC con pinzas de apriete y diodo como protección contra polarización inversa 5 m (batería vehículo, opcional)			
Temperatura de servicio	5°C - + 45°C *Desviación $\pm 2^{\circ}\text{C}$			

Temperatura de almacenaje	- 10°C - +60°C *Desviación ±2°C
Termómetro de aceite	0°C - + 150 °C *Resolución 1
Prueba de hermeticidad	guiada por menú *1 por día
Prueba de HC residuales	automático
Ajuste a cero	automático
Calibración	Semestralmente (se necesita gas de prueba específico)
Intervalo de calibración	Según requisitos de cada país (Alemania: 6 meses)
Interfaces	LON - USB - OBD (opcional)
Dimensiones	560X240X300 mm
Peso	aprox. 8 kg
Emisión de ruido	El valor de la emisión de ruido producido por la bombas del analizador de base MGT5 es inferior a 75 dB(A) en la zona de trabajo del personal de servicio. La emisión de ruido durante la prueba puede llegar a 105 dB(A) a causa del motor del vehículo.

Fuente: [18]

CAPÍTULO IV

Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- ✓ Se realizó el procedimiento para realizar las mediciones de emisiones de gases en vehículos a gasolina de acuerdo al funcionamiento de equipo MAHA MGT5 y con respecto a la norma NTE INEN 2204:2017, siendo uno de los puntos críticos mantener cierta presión sobre el acelerador del vehículo, manteniéndose así dentro del rango de 2500 rpm a 3000 rpm, para la correcta toma de los datos.
- ✓ Se determinó la muestra de la flota vehicular dentro de la Universidad técnica de Ambato campus Huachi mediante la fórmula para poblaciones finitas ya que se conoce el número exacto que vehículos que ingresan a la Institución.
- ✓ Se evidenció que de los niveles de emisiones de gases de acuerdo a la normativa vigente en: monóxido de carbono (CO) y partículas por millón de hidrocarburos no quemados (HC), el 27% de la muestra está sobre los niveles máximo permitidos lo cual incumple con la normativa vigente.
- ✓ Se determinó que el 34% de los vehículos medidos está por debajo de los límites máximos permitidos en emisiones de monóxido de carbono (CO) y partículas por millón de hidrocarburos no quemados (HC), cumpliendo así con la normativa vigente.
- ✓ El 35% de los vehículos analizados cumplen con los límites de emisiones de monóxido de carbono (CO), sin embargo, no cumple con las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC), por otra parte, el 5% restante cumple con los límites máximos de (HC), pero no cumple con los límites máximos de (CO).
- ✓ Se generó fichas técnicas para la emisión de resultados basado en los límites máximos de emisiones que permite la normativa nacional vigente para los tres periodos y características con las cuales se realizó el estudio.
- ✓ Se determinó que la marca Chevrolet es predominante dentro de los predios de la Universidad Técnica de Ambato con un 36% de la muestra analizada,

seguido por las marcas Kia y Hyundai con 15% y 13% respectivamente, otras marcas como Volkswagen, Suzuki y Renault están por debajo de 8%.

- ✓ En vehículos comprendidos es los años 1989 y anteriores se obtuvo solo dos vehículos en este intervalo, en lo cual se identificó que los dos vehículos están dentro de los límites máximos permitidos por la norma para emisiones de monóxido de carbono (CO) y partículas por millón de hidrocarburos no quemados (HC), sin embargo, la eficiencia de los motores y el proceso de combustión son malos, esto se refleja en sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂) respectivamente.
- ✓ Los vehículos comprendidos en los años 1990 a 1999 el 100% utilizan gasolina Extra para su funcionamiento, además se pudo identificar que el 14% no cumple con los límites máximos establecidos en la norma, además el 43% de estos vehículos tiene una eficiencia del motor regular ya que las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) están sobre el 12%.
- ✓ El 100% de los vehículos de los años comprendidos entre 1990 y 1999 tiene un proceso de combustión malo, esto debido a que las emisiones de oxígeno (O₂) están sobre el 2%.
- ✓ En los vehículos de año 2000 y posteriores se evidencia que son menos contaminantes, con una buena eficiencia del motor y con un proceso de combustión óptimo, son los vehículos que utilizan gasolina Súper, que en su mayoría son modelos del año 2018.
- ✓ Los vehículos que presentan un mayor índice de emisiones de gases son aquellos que funcionan a base de gasolina Extra, de los vehículos analizados en este intervalo de años el 62% se encuentra sobre los límites máximos permitidos por la norma.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Para el buen funcionamiento del analizador de gases MAHA MGT5 es necesario realizar la prueba de hermeticidad, para evidenciar que no exista fugas en el filtro interno de la sonda flexible.

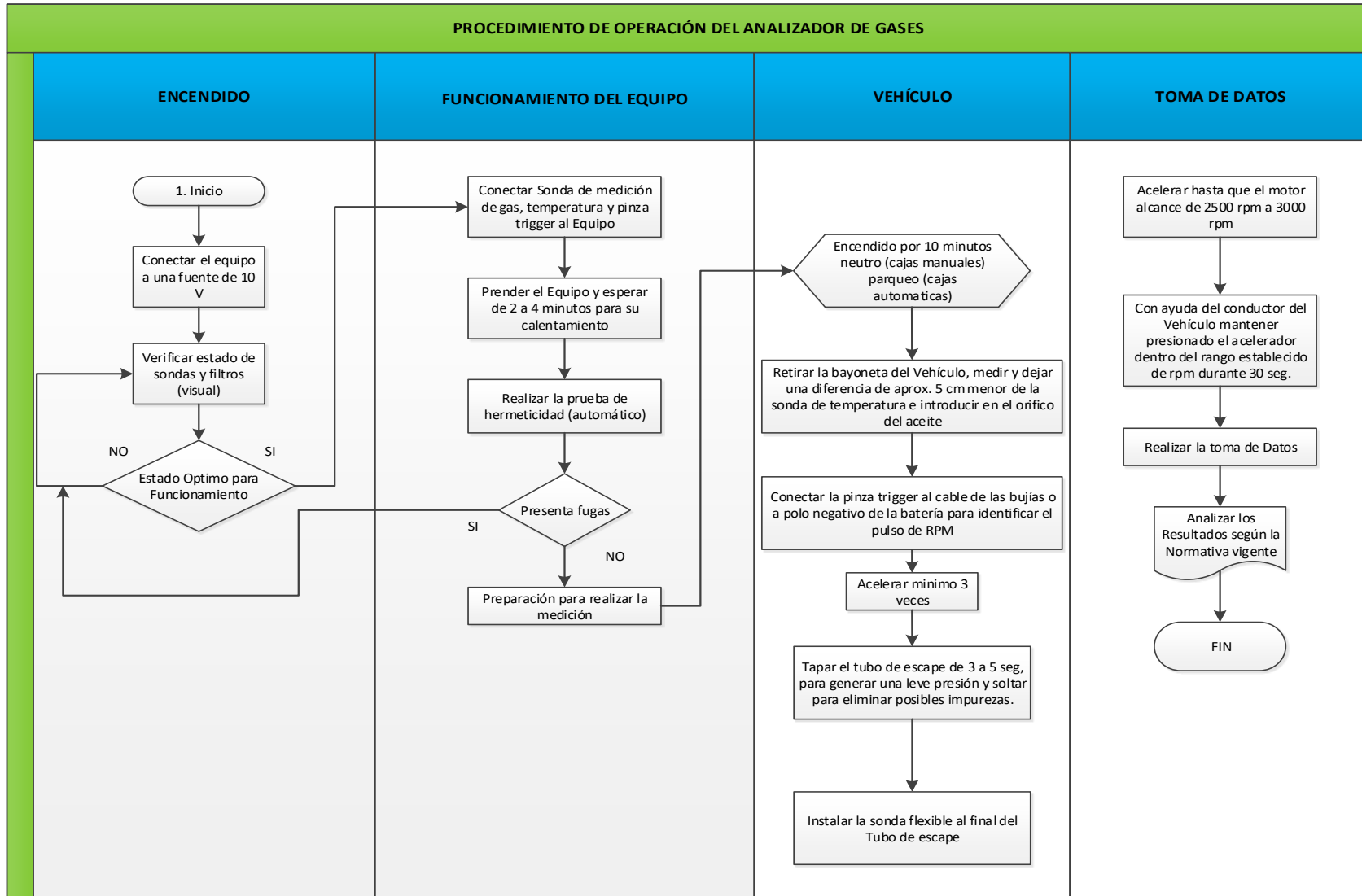
- ✓ Cuando el vehículo este encendido se debe tapar el tubo de escape de 3 a 5 segundos, con el fin de crear una ligera presión y esta al liberarse elimine las impurezas que puedan existir.
- ✓ No se debe realizar la medición en vehículos que emanen gases de color azul, esto significa que el motor está quemando aceite, por tal motivo dañaría el filtro interno de la sonda flexible.
- ✓ Se debe tener cuidado al momento de anotar e interpretar los resultados debido a que el analizador de gases emite dos valores de monóxido de carbono (CO); (CO) y monóxido de carbono corregido (CO_{Kor}), el valor verdadero es (CO_{Kor}), esto debido al efecto catalítico con el que se produce las reacciones al pasar por los filtros del equipo.
- ✓ Después de cada medición se debe realizar la limpieza de la sonda flexible, sonda de temperatura de aceite y pinza trigger.

5. Bibliografía

- [1] M. D. Caizaluiza, "La contaminación del aire por emisión de gases tóxicos vulnera el derecho del buen vivir , en el distrito metropolitano de Quito barrio los dos puentes, durante el año 2014", Quito: Universidad Central del Ecuador, 2016.
- [2] J. G. Corral, "Monitoreo y Analisis de la Calidad de Aire en la Via Cuenca-Sayausi-El Cajas", Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana, 2017.
- [3] P. F. Vintimilla, "Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca", Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2015.
- [4] J. M. Veintimila, "Determinación de los contaminantes producto de la combustión del parque automotor a gasolina en la parroquia San Buenaventura, ciudad de Latacunga", Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2015.
- [5] AEADE, ANUARIO 2017, Quito, 2017.
- [6] J. Aguilar, "El efecto invernadero, el cambio climático", Madrid, 2003.
- [7] R. A. Tipanluisa E., "Emisiones contaminantes de un motor funcionando a dos cotas con combustible de dos calidades", Quito: EPN, 2017.

- [8] H. P. Euijon S., "Intake air strategy for low HC and CO emissions in dual-fuel premixed charge compression ignition engine", Korea: ScienceDirect-Elsevier, 2018.
- [9] K. J. Serna, "Caracterización y estimación de emisiones vehiculares en la Universidad Autónoma de Occidente", Cali: UAO, 2011.
- [10] M. A. Caballero, "Análisis de emisiones de vehículos livianos según ciclos de conducción específicos para la región metropolitana", Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2011.
- [11] J. Santaella, "Análizador de gases para vehículos de gasolina", Tarragona España: ETSE, 2010.
- [12] J. Gómez, «"El nuevo octanaje de la gasolina en el Ecuador",» *El comercio*, Enero 2012.
- [13] A. Araujo, «"Debate sobre la calidad de las gasolinas",» *El Comercio*, 2013.
- [14] G. R. J. Antamba, "Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1 utilizando gasolina de la comunidad Andina", Ecuador: UTE, 2016.
- [15] C. Baird, "Química Ambiental", Barcelona: Editorial Reverte, 2001.
- [16] H. Bauer, «"AutoDaewooSpark",» *Mantenimiento Automotriz*, Abril 2012. [En línea]. Available: <https://www.autodaewoospark.com/octanaje-combustible.php>.
- [17] K. D. T. Jager, "Técnica de gases de escape para motores de gasolina", Alemania: Bosch, 2003.
- [18] MAHA, "Manual de instrucciones original analizador de gases MGT5", España.
- [19] N. I. 2204, "Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina", Ecuador: INEN, 2017.
- [20] F. Sanchez, "Calidad de aire en las ciudades", Alcalá: Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2010.
- [21] A. A. Mrad R., "Catalysts for NOx selective catalytic reduction by hydrocarbons (HC-SCR)", Lille, Francia: ScienceDirect, 2015.

Anexo A



Anexo B

Resultado del Valor P, que es la probabilidad, verificando un grado de confiabilidad en muy buena, para los valores obtenidos en las emisiones de CO.

P Value from Pearson (R) Calculator

This should be self-explanatory, but just in case it's not: your r score goes in the R Score box, the number of pairs in your sample goes in the N box (you must have at least 3 pairs), then you select your significance level and press the button.

If you need to derive a r score from raw data, [you can find a Pearson \(r\) calculator here.](#)

R Score:

N :

Significance Level:

- 0.01
- 0.05
- 0.10

The P-Value is < 0.00001 . The result is significant at $p < 0.05$.

Anexo C

Resultado del Valor P, que es la probabilidad, verificando un grado de confiabilidad en muy buena, para los valores obtenidos en las emisiones de HC.

P Value from Pearson (R) Calculator

This should be self-explanatory, but just in case it's not: your r score goes in the R Score box, the number of pairs in your sample goes in the N box (you must have at least 3 pairs), then you select your significance level and press the button.

If you need to derive a r score from raw data, [you can find a Pearson \(\$r\$ \) calculator here.](#)

R Score:

N :

Significance Level:

- 0.01
- 0.05
- 0.10

The P-Value is < 0.00001 . The result is significant at $p < 0.05$.

Anexo D

Límites de emisiones de gases en vehículos del año 1989 y anteriores.

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

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

^a Volumen
^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Anexo E

Límites de emisiones de gases en vehículos del año 1990 a 2000.

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

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

^a Volumen
^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Anexo F

Límites de emisiones de gases en vehículos del año 2000 y posteriores.


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

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

^a Volumen
^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Anexo G



Reporte de tarjetas de parqueadero emitido por el departamento Financiero de la Universidad Técnica de Ambato.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
DIRECCIÓN FINANCIERA



REPORTE DE RECAUDACIÓN POR TARJETA DE PAQUEADERO 2015 AL 2018

PERIODO	NOMBRE ARANCEL	CANTIDAD	VALOR
2015	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	1.690,00	33.800,00
2015	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	1.530,00	30.604,80
2016FE	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	670,00	15.890,00
2016FE	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	2.082,00	45.991,82
2017FE	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	506,00	15.180,00
2017FE	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	2.019,00	50.475,00
2017FE	VENTA DE TARJETA PLASTICA DE PARQUEADERO POR DETERIORO	21,00	108,15
2018FE	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	598,00	18.447,78
2018FE	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	1.997,00	51.296,67
2018FE	VENTA DE TARJETA PLASTICA DE PARQUEADERO POR DETERIORO	82,00	332,11
	TOTAL	11.175,00	261.926,31

Anexo H

Certificado de calibración.

	Werkskalibrierzertifikat Certificado de Calibración D1 4600ZE1--D01	
USO EXCLUSIVO DEL AUTOR DE ESTE DOCUMENTO		
Gegenstand / Equipo: 5-Gas-Tester / Analizador de Gases		
Hersteller: MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. Fabricante: Hoyen 20, D - 87490 Haldenwang		
Typ / Tipo: MGT5		
Seriennummer / N° de Serie: <u>5550</u>		
Temperaturbereich - 10 °C → + 40 °C Rango de temperatura		
GAS 1	<u>Soll-Wert / Valor nominal</u>	<u>Ist-Wert / Valor real</u>
	<u>CO 2,50 %</u>	<u>CO 2,50 %</u>
GAS 2	<u>Soll-Wert / Valor nominal</u>	<u>Ist-Wert / Valor real</u>
	<u>CO2 10,5%</u>	<u>CO2 10,5%</u>
GAS 3	<u>Soll-Wert / Valor nominal</u>	<u>Ist-Wert / Valor real</u>
	<u>HC 550 ppm</u>	<u>HC 553 ppm</u>
USO EXCLUSIVO DEL AUTOR DE ESTE DOCUMENTO		
GAS 4	<u>Soll-Wert / Valor nominal</u>	<u>Ist-Wert / Valor real</u>
	<u>N2 Balance</u>	<u>N2 Balance</u>
Genauigkeit / Exactitud: <input checked="" type="checkbox"/> ok. ± 3 % absoluter Fehler bezogen auf den Skalenendwert ± 3 % error absoluto referido al rango máximo de escala		
Ungenauigkeit der Kalibrierung ± 1 % bezogen auf den Skalenendwert Incertidumbre de calibración referido al rango máximo de escala		
Umgebungsbedingungen Temperatur / Temperatura: <u>18 °C</u> Condiciones ambientales		
Prüfintervall: 12 Monate / meses Intervalo de calibración recomendado:		
Verwendete Prüfmittel: Prüfgas; Gas Elementos utilizados: Gas		
USO EXCLUSIVO DEL AUTOR DE ESTE DOCUMENTO		
Stempel / Sello	11 Octubre 2018 Datum / Fecha	 DARIO FERNANDEZ Unterschrift / Firma
<small>Es wird gegen ein Bezugsnormal kalibriert, dessen Genauigkeit auf nationale Normale rückführbar ist. Verwendete Prüfmittel unterliegen der Prüfmittelüberwachung gemäß DIN EN ISO 9001. Dieser Werkskalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge und Änderungen bedürfen der Genehmigung durch QM der Firma MAHA. Werkskalibrierscheine ohne Stempel und Unterschrift haben keine Gültigkeit. La calibración cumple con los estándares establecidos por organismos legales. Todos los equipos de medición están sujetos a un control de calidad basado en la norma DIN EN ISO 9001. Este certificado de calibración solo será válido si no presenta emendas.</small>		

D1 4600ZE1 - 001

MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. • Hoyen 20 • 87490 Haldenwang • Germany
 Tel. (0 83 74) 585-0 • Fax (0 83 74) 585-499 • <http://www.maha.de> • e-mail: maha@maha.de

Anexo I

Mediciones realizadas





