

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) E
HIDROCARBUROS (HC) QUE GENERAN MOTOCICLETAS DE 4 TIEMPOS
CON DISTINTAS CILINDRADAS Y AÑOS DE ANTIGÜEDAD DEL
VEHÍCULO, EN LA CIUDAD DE COBIJA EN LA GESTIÓN 2018.**

Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Postulante: Grace Odaly Humerez Salazar


Asesores: Ing. Naja Ericka Vargas Noriega

Ing. MSc. Jose Farid Maia Lima

Cobija – Pando – Bolivia

2018

HOJA DE APROBACIÓN

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Dr. Benjamín Oliveira Carrillo
Tribunal 1	Ing. Benicia Becerra Baptista
Tribunal 2	Ing. Armando Alcázar Vivado
Asesor 1	Ing. Naja Ericka Vargas Noriega	
Asesor 2	Ing. MSc. José Farid Maia Lima

Cobija.....de.....del 2018

DEDICATORIA

A mis queridos padres Hilarión y Zulema, por brindarme toda su confianza, su apoyo incondicional, su ternura, su amor y motivarme a ser una mejor persona cada día. A toda mi familia por su apoyo incondicional.

Grace Odaly

AGRADECIMIENTOS

A Jehová nuestro Dios por estar a mi lado en todo momento.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A los docentes del Área de Ciencias Biológicas y Naturales, por todos los conocimientos brindados en mi formación profesional.

A mi asesora de tesis: Ing. Naja Ericka Vargas Noriega, por sus conocimientos impartidos, paciencia, consejos, sugerencias y apoyo constante durante el proceso de la investigación.

A mi asesor de tesis: Ing. MSc. José Farid Maia Lima, por su paciencia, apoyo constante y colaboración con datos estadísticos del trabajo de investigación.

A los miembros del tribunal: Ing. Benicia Becerra Baptista e Ing. Armando Alcázar Vivado; por las observaciones, correcciones y sugerencias en el trabajo de investigación.

A Ingresos Municipales del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija por facilitarme los datos estadísticos del parque automotor.

AI COMANDO DEPARTAMENTAL DE POLICÍA DE PANDO, por la cooperación en el trabajo de campo con la toma de datos.

A José Pedro Maguayo, Dersi Yarari y Jesus Gilson Lanchi, por su apoyo permanente durante el trabajo de campo.

A David Mayta Aruquipa, técnico del Centro de diagnóstico de emisión de gases automotores gasolina, diésel y GNV “MEGA-AUTO AMBIENTAL”, por servicio brindado para la investigación.

RESUMEN

En este documento se presenta los resultados obtenidos de la investigación denominada “Determinación de la emisión de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) que generan motocicletas de 4 tiempos con distintas cilindradas y años de antigüedad del vehículo, en la Ciudad de Cobija en la gestión 2018”. Para su realización se procedió a la toma de muestras de emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos de las motocicletas de seis diferentes cilindradas (110cc, 125cc, 135cc, 150cc, 200cc, 250cc); tomando en cuenta el año de antigüedad ((2007 al 2011) y (2012 al 2017)) con el equipo analizador de gases. Los resultados obtenidos indican que las cilindradas de las motocicletas no varían estadísticamente en cuanto a la emisión de monóxido de carbono; pero si la antigüedad mayor a 5 años de las motocicletas que generan mayor emisión siendo superior a las motocicletas con antigüedad menor a 5 años. Por otro lado la emisión de hidrocarburos no es afectada por las cilindradas de las motocicletas y la antigüedad de las mismas. De acuerdo a la Norma boliviana NB 62002 “Calidad del aire – Emisiones de fuentes móviles Generalidades, clasificación y límites máximos permisibles”, con respecto a los resultados de la emisión de monóxido de carbono el 68,33% de las motocicletas de 4 tiempos no cumplen los límites permisibles y el 71,67%, superan los límites permisibles con respecto a la emisión de hidrocarburos. El 40% de las motocicletas de la ciudad de Cobija pertenece a la marca Kingo de origen Chino que presenta una gran variedad de modelos.

Palabras claves: contaminación, monóxido de carbono, hidrocarburos, motocicletas, cilindradas y emisiones.

SUMMARY

This document presents the results obtained from the research entitled "Determination of the emission of carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC) that generate 4-stroke motorcycles with different displacements and years of age of the vehicle, in the City of Cobija in the 2018 management ". For its realization, samples of carbon monoxide and hydrocarbon emissions were taken from motorcycles of six different displacements (110cc, 125cc, 135cc, 150cc, 200cc, 250cc); taking into account the year of seniority ((2007 to 2011) and (2012 to 2017)) with the gas analyzer equipment. The results obtained indicate that the displacements of the motorcycles do not vary statistically in terms of the emission of carbon monoxide; but if the age greater than 5 years of the motorcycles that generate more emission is higher than motorcycles with less than 5 years old. On the other hand, the emission of hydrocarbons is not affected by the displacements of the motorcycles and the age of the same. According to Bolivian Standard NB 62002 "Air quality - Emissions from mobile sources General, classification and maximum permissible limits", with respect to the results of carbon monoxide emission 68.33% of 4-stroke motorcycles do not they comply with the permissible limits and 71.67% exceed the permissible limits with respect to the emission of hydrocarbons. 40% of the motorcycles of the city of Cobija belong to the Kingo brand of Chinese origin that presents a great variety of models.

Keywords: pollution, carbon monoxide, hydrocarbons, motorcycles, displacements, displacements and emissions.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. HIPÓTESIS	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Contaminación atmosférica	4
2.2. Fuentes contaminantes del aire.....	4
2.3. Parque vehicular	6
2.4. Motocicletas.....	7
2.5. Motocicletas de 4 tiempos.....	7
2.6. Clasificación de las motocicletas.....	8
2.7. Gases emitidos	8
2.7.1. Gases no contaminantes.....	8
2.7.2. Gases contaminantes.....	10
2.8. Tubo de escape	12
2.9. Contaminación producida por motocicletas.....	12
2.9.1. Emisiones de vehículos con motor de explosión.....	13
2.10. Norma boliviana NB 62002 “Calidad del aire – Emisiones de fuentes móviles Generalidades, clasificación y límites máximos permisibles”	16
2.11. Parque automotor en Bolivia	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Enfoque de investigación.....	19
3.2. Materiales	19
3.3. Descripción de métodos.....	20
3.3.1. Procedimiento de medición.....	20

3.3.2. Tiempo de trabajo de campo.....	21
3.4. Determinación de muestras.....	21
3.5. Diseño experimental a emplearse en la investigación.	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Monóxido de carbono en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.	24
4.2. Hidrocarburos en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.	26
4.3. Porcentaje de motocicletas según cilindradas y antigüedad de uso, que se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma boliviana NB 62002.	27
4.4. Marcas de motocicletas.....	28
5. DISCUSIÓN	29
5.1. Monóxido de carbono en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.	29
5.2. Hidrocarburos en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.	30
5.3. Porcentaje de motocicletas según cilindradas y antigüedad de uso, que se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma boliviana NB 62002.	30
5.4. Marcas de motocicletas	30
6. CONCLUSIONES.....	31
7. RECOMENDACIONES	32
8. BIBLIOGRAFÍA	33

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. FOCOS DE EMISIÓN	5
TABLA 2. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS A GASOLINA CON MOTOR DE 4 TIEMPOS.....	16
TABLA 3. LISTA DE MATERIALES	19
TABLA 4. NUMERO DE MUESTRAS	22
TABLA 5. FACTORES EN ESTUDIO	23
TABLA 6. NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR MONÓXIDO DE CARBONO EN PPM DE MOTOCICLETAS CON DIFERENTES CILINDRADAS Y AÑOS DE ANTIGÜEDAD DE USO.....	25
TABLA 7. NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS (HC) QUE EMITEN LAS MOTOCICLETAS DE DIFERENTES CILINDRADAS Y AÑOS DE ANTIGÜEDAD DE USO.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1. RELACIÓN ENTRE POTENCIA, CONSUMO Y EL COEFICIENTE LAMBDA.....	14
GRAFICO 2. COMBUSTIÓN IDEAL CON MEZCLA ESTEQUIOMETRIA.....	15
GRAFICO 3. COMBUSTIÓN REAL	15
GRAFICO 4. PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN LA CLASE DE VEHÍCULO 2015 – 2016.....	17
GRAFICO 5. PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN DEPARTAMENTO 2015 – 2016	18
GRAFICO 6. RELACIÓN PORCENTUAL DE MOTOCICLETAS SEGÚN CILINDRADAS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO Y FUERA DE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO. .	27
GRAFICO 7. RELACIÓN PORCENTUAL DE MOTOCICLETAS SEGÚN CILINDRADAS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO Y FUERA DE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE EMISIÓN DE HIDROCARBUROS.....	28
GRÁFICO 8. MARCAS DE MOTOCICLETAS.....	29

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se presentó un incremento en la utilización de motocicletas como medio de transporte que son aprovechadas, incluso, como transporte de servicio público. Este aumento se debe a la facilidad de adquisición, bajo interés y amplios plazos de pago, bajo costo de mantenimiento, bajo consumo de combustible y a la agilidad en el desplazamiento de un lugar a otro.

En la Ciudad de Cobija, el parque vehicular se incrementa cada vez más pero a diferencia de otros departamentos del Estado Plurinacional de Bolivia, existe mayor predominancia de motocicletas. Actualmente Ingresos Municipales del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija tiene registrado 32630 vehículos de los cuales 28672 son motocicletas y 3958 son automóviles de cuatro ruedas entre otros. De este modo se puede observar la gran diferencia en la adquisición de vehículo, sin embargo, se debe tener en cuenta que existen vehículos que no se encuentran registrados.

La motocicleta es considerada una fuente móvil generadora de gases contaminantes, dentro de los cuales se encuentran, los hidrocarburos y el monóxido de carbono que son liberados a la atmósfera. (Giraldo Aristizabal & Toro Gomez, 2008), además de emitir altos niveles de ruido.

Las emisiones de vehículos automotores están integradas por diversos contaminantes que son generados por diferentes procesos. Los más comúnmente considerados son las emisiones del escape, que resultan del uso de combustible y que son emitidos a través del escape del vehículo y una variedad de procesos evaporativos (SEMARNAT, INE, Western, & Association, 2005).

En el Estado Plurinacional de Bolivia, existen normas y leyes que regulan las emisiones, una de ellas es la NB 62002 “Calidad del aire – Emisiones de fuentes móviles – Generalidades, clasificación y límites máximos permisibles”,

sin embargo, en la ciudad de Cobija no se aplica dicha norma, por lo tanto los usuarios tampoco tienen la costumbre de realizar un control de emisiones de los contaminantes y el mantenimiento regular de sus motocicletas.

El trabajo de investigación consistió en medir la emisión de contaminantes (monóxido de carbono e hidrocarburos) de los escapes de las motocicletas de 4 tiempos con el equipo analizador de gases de combustión marca Bear, fueron 120 motocicletas de seis diferentes cilindradas (110cc, 125cc, 135cc, 150cc, 200cc, 250cc) y años de antigüedad (2007-2011/2012-2017); datos importantes por el incremento desmesurado de motocicletas en la ciudad de Cobija.

En la presente investigación se determinó que las cilindradas de las motocicletas no varían estadísticamente en cuanto a la emisión de monóxido de carbono; pero si la antigüedad mayor a 5 años de la motocicleta que generan mayor emisión siendo superior a las motocicletas con antigüedad menor a 5 años. Por otro lado la emisión de hidrocarburos no es afectada por las cilindradas de las motocicletas y la antigüedad de las mismas. La marca de motocicleta con mayor predominancia en la ciudad de Cobija es Kingo con el 40%.

Por otra parte el trabajo de investigación logro obtener resultados confiables, que servirán a las autoridades competentes para la toma de decisiones y de esta manera poder actuar para controlar y concientizar a la población, para disminuir el nivel de emisión de contaminantes de las motocicletas de 4 tiempos con ayuda continua del mantenimiento y conservación de la motocicleta.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Determinar la emisión de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) que generan motocicletas de 4 tiempos con distintas cilindradas y años de antigüedad del vehículo, en la Ciudad de Cobija en la gestión 2018.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la interacción entre las cilindradas y la antigüedad de las motocicletas en relación a la emisión de monóxido de carbono (CO)
- Determinar la interacción entre las cilindradas y la antigüedad de las motocicletas en relación a la emisión de hidrocarburos (HC)
- Cuantificar el porcentaje de motocicletas según cilindradas y antigüedad de uso, que se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma boliviana NB 62002.
- Identificar la marca de motocicleta que predomina en la ciudad de Cobija.

1.2. HIPÓTESIS

La cantidad de monóxido de carbono e hidrocarburos que emiten motocicletas de 4 tiempos en la ciudad de Cobija, varían significativamente según el año y la cilindrada.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Contaminación atmosférica

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza. (Martinez & Diaz de Mera, 2004); así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas.

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa. (Martinez & Diaz de Mera, 2004)

2.2. Fuentes contaminantes del aire

Los contaminantes presentes en la atmósfera, proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: la naturaleza y las antropogénicas.

Los contaminantes emitidos por las fuentes del primer tipo tienen su origen en procesos naturales, mientras que los emitidos por el segundo tipo de fuentes provienen de las actividades humanas.

Los principales focos naturales son: los volcanes que emiten grandes cantidades de partículas y gases, los incendios forestales y la descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos. (Carnicer, 2008)

Tabla 1. Focos de emisión

FOCOS DE EMISIÓN		
Contaminante	Antropogénicos (%)	Naturales (%)
Aerosoles	11.3	88.7
SOx	42.9	57.1
CO	9.4	90.6
NO	11.3	88.7
HC	15.5	84.5

Fuente: National Geographic, 2000.

De acuerdo al gráfico anterior se observa que los focos de emisión natural causan mayor porcentaje de contaminación a diferencia de la fuente de emisión de tipo antropogénica.

Por su parte los principales focos de emisión antropogénicos se pueden clasificar de la siguiente forma:

Fuentes fijas

Las fuentes fijas o estacionarias provienen en su mayoría de actividades industriales o agrícolas. (Carnicer, 2008)

Algunos ejemplos son:

- Plantas de producción de energía eléctrica
- Industrias en general
- Calentadores, incineradores y calderas
- Quema de desperdicios a campo abierto

- Actividades de construcción de edificios y carreteras
- Actividades agrícolas

Fuentes móviles

En las últimas décadas, las fuentes móviles han aparecido de forma masiva en las ciudades, contribuyendo a incrementar los problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape.

No todos los vehículos emiten los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstas emisiones dependerán del tipo de vehículo, combustible usado, de la tecnología del motor de combustión y del equipo de control de emisiones entre otros.

Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. (CORPAIRE, 2007)

2.3. Parque vehicular

La gran cantidad de vehículos automotores, se ha generado como consecuencia lógica de las políticas nacionales de importación de los autos usados y subvención de los combustibles. Además de la ausencia de políticas claras sobre planificación y ordenamiento vial. (AireLimpio, 2011)

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OPS), a nivel mundial cada año mueren alrededor de 1.2 millones de personas en las autopistas y carreteras y 50 millones más se lesionan o quedan discapacitadas.

La Revisión Técnica Vehicular tiene por objeto prevenir y evitar los accidentes de tránsito causados por defectos del vehículo, además de disminuir la contaminación ambiental. Cuando esta herramienta funcione a plenitud, las

estadísticas a nivel nacional disminuirán ostensiblemente, como las experiencias internacionales lo han demostrado claramente. (AireLimpio, 2011)

2.4. Motocicletas

El parque de motocicletas en el mundo ha venido creciendo de manera acelerada. Actualmente se estima que hay más de 300 millones de motocicletas en el mundo. Este crecimiento vertiginoso es también una realidad en América Latina. La motocicleta provee un amplio rango de movilidad para sus usuarios; especialmente para la población de menores recursos, la motocicleta representa una oportunidad económica. (Rodríguez, Santana, & Pardo, 2015)

Pese a sus beneficios, las principales consecuencias negativas del uso de la motocicleta incluyen contaminación del aire y auditiva, así como una alta tasa de siniestros. Las motocicletas con motores de dos tiempos, que son más económicas y de construcción más simple, emiten mucho más monóxido de carbono e hidrocarburos que las motocicletas de motor de cuatro tiempos.

A pesar del rápido crecimiento y el reconocimiento de las consecuencias del uso de la motocicleta en América Latina, poco se ha hecho para entender los factores motivantes de este acelerado aumento en la región. Los gobiernos nacionales no tienen la competencia sobre el ámbito urbano y de tránsito, y los gobiernos locales no suelen tener la capacidad institucional ni de fiscalización y control necesaria. (Rodríguez, Santana, & Pardo, 2015).

2.5. Motocicletas de 4 tiempos

De manera análoga R. Mourelo, 2012; establece que se denominan motores de 4 tiempos a aquellos motores térmicos cuyo ciclo de trabajo se compone de cuatro etapas: admisión, compresión, explosión y escape.

Por lo tanto un ciclo completo de trabajo abarca dos vueltas del cigüeñal (cada 180° de giro de este comprenderá una de las fases de trabajo). (Mourelo, 2012)

2.6. Clasificación de las motocicletas

Existe una gran variedad de características en las motocicletas por lo que lo más adecuado es elegir una motocicleta y clasificarla mediante el cubicaje, ya que este define su potencia, torque y consumo. (Toledo, 2016)

- Motor 100cc. Estos motores se utilizan en mini motos, pueden tener un consumo de hasta 90 mph (38,2 km/l). Su velocidad y aceleración son relativamente bajas. Se utilizan en una variedad de modelos de motos para uso urbano y fuera de carretera por su gran ahorro de combustible. (Toledo, 2016)
- Motor 125cc. Este es el tamaño de motor más comúnmente usado. Tiene como ventaja, velocidad aceleración y economía de combustible. No es recomendado para su uso en autopistas a causa de su lecho limitado de velocidad y de aceleración. Este motor es comúnmente utilizado en motocicletas enduro y para carretera y campo traviesa. (Toledo, 2016)
- Motor 250cc. El rango de cubicaje de esta categoría va desde los 200 hasta aproximadamente 300cc. El motor de este tamaño es utilizado en casi todos los tipos de motocicleta, incluyendo las enduro, servicio urbano, de todo terreno, de "trail", y de las carreteras. (Toledo, 2016)

2.7. Gases emitidos

2.7.1. Gases no contaminantes

Estos gases no producen efectos dañinos al medio ambiente, (Vintimilla, 2015):

Nitrógeno (N₂).

El nitrógeno es gas no combustible, incoloro e inodoro, forma el 78% del aire que respiramos y alimenta el proceso de la combustión conjuntamente con el aire de admisión. La mayor parte del nitrógeno aspirado vuelve a salir puro en los gases de escape; solo una pequeña parte se combina con el oxígeno O₂ (óxidos nítricos NO_x).

Oxígeno (O₂)

Es un gas incoloro, inodoro e insípido, forma el 21% del aire que respiramos. Además es imprescindible para el proceso de combustión, con una mezcla ideal el consumo de combustible debería ser total, pero en el caso de la combustión incompleta, el oxígeno restante es expulsado por el sistema de escape.

Agua (H₂O)

Es un subproducto de la combustión y es expulsado por el sistema de escape del vehículo producto de la fase de calentamiento del motor, se lo puede visualizar sobre todo en los días más fríos, como un humo blanco que sale por el escape, o en el caso de condensarse a lo largo del tubo, se produce un goteo. Es un componente inofensivo de los gases de escape.

Dióxido de carbono (CO₂)

Se produce al ser quemado el combustible que contiene carbono como la gasolina. El carbono se combina durante esa operación con el oxígeno aspirado. Es un gas incoloro, no combustible. El dióxido de carbono CO₂ reduce el estrato de la atmosfera terrestre que suele servir de protección contra la penetración de los rayos UV (la tierra se calienta). Las discusiones generales en torno a las alteraciones climatológicas (efecto invernadero), por las emisiones de CO₂ se han hecho constantes en la opinión pública.

2.7.2. Gases contaminantes

Estos tipos de gases ocasionan problemas en la salud y efectos dañinos en el medio ambiente. Según como lo establece el ingeniero (Vintimilla, 2015) estos son:

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico, es uno de los principales contaminantes expulsados por los motores de combustión interna.

El CO es un gas tóxico, la exposición del hombre a elevadas concentraciones de CO puede conducirle a la muerte, pero los efectos de la exposición a niveles reducidos sólo ahora empiezan a conocerse.

Los efectos producidos sobre la salud dependen de las concentraciones de CO en el aire. En orden creciente de concentraciones se aprecian efectos sobre el sistema nervioso, agudeza visual, cambios funcionales cardiacos y pulmonares, dolor de cabeza, fatiga, fallos respiratorios y muerte.

Hidrocarburos (HC)

Son denominados hidrocarburos a los combustibles no quemados, o quemados parcialmente, emitidos por el tubo de escape de un vehículo, están formados por la unión entre hidrogeno y carbono.

Entre los hidrocarburos, el benceno es cancerígeno. Las principales fuentes de benceno en el aire son las emisiones provenientes de los vehículos motorizados y las perdidas por evaporación durante la manipulación, distribución y almacenamiento de la gasolina.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Tienen un aspecto amarillento, se forma durante la combustión en los automóviles motorizados y las plantas eléctricas. Es un tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato, que conlleva la producción de ácidos en el ambiente.

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

Dióxido de azufre (SO₂)

Se produce durante la quema de combustibles y el procesamiento de los minerales. Es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo.

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

Material Particulado

El material particulado se origina en la quema incompleta del combustible y está compuesto por partículas sólidas y líquidas minúsculas.

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

2.8. Tubo de escape

El proceso de escape es de gran importancia, considerando que gran parte de la energía liberada durante el proceso de combustión, revierte directamente en los gases expulsados durante el último tiempo del ciclo.

El tubo de escape sirve para reducir el ruido generado por el motor mediante el silenciador, además de reducir las emisiones contaminantes, por catálisis y por filtración, gracias al filtro de partículas y al catalizador. Esta constituido generalmente por un colector de escape que recoge los gases de escape en salida de los cilindros prolongado por un dispositivo de evacuación. Un mismo motor puede disponer de varios tubos de escape.

También el tubo de escape participa en el funcionamiento del motor:

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

En los motores de dos tiempos, el tubo de distensión permite mejorar a la vez el vaciado del cilindro y la compresión. Según lo establece (Arias, 2008)

2.9. Contaminación producida por motocicletas

Según establece Crouse y Anglin en su libro “Mecánica de la Motocicleta”, la motocicleta puede emitir contaminantes desde cuatro sitios. Los contaminantes pueden escapar del depósito de gasolina, del carburador, del cárter y del sistema de escape. El depósito de gasolina y el carburador emiten vapor de gasolina. El cárter de un motor de 4 tiempos expide mezcla de aire-gasolina parcialmente quemada que es expulsada por los aros del pistón. Los

contaminantes que provienen del sistema de escape son gasolina quemada (HC), (CO), (NO_x) y si hay azufre en la gasolina (SO_x). (Crouse & Anglin, 1992)

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

2.9.1. Emisiones de vehículos con motor de explosión

Si se pudiera fabricar el motor de gasolina ideal no produciría contaminación atmosférica ya que todo el combustible se quemaría con el Oxígeno del aire de la mezcla de gases. (Santaella, 2010)

Para medir la relación entre la cantidad de aire de la mezcla y la de combustible se utiliza el concepto de COEFICIENTE LAMBDA (γ). La fórmula que define este parámetro es la siguiente:

$$\gamma = \frac{\text{Cantidad de aire real que entra en el motor}}{\text{Cantidad de aire teorica ideal para la combustion}}$$

Si Lambda > 1 = mezcla pobre, exceso de aire.

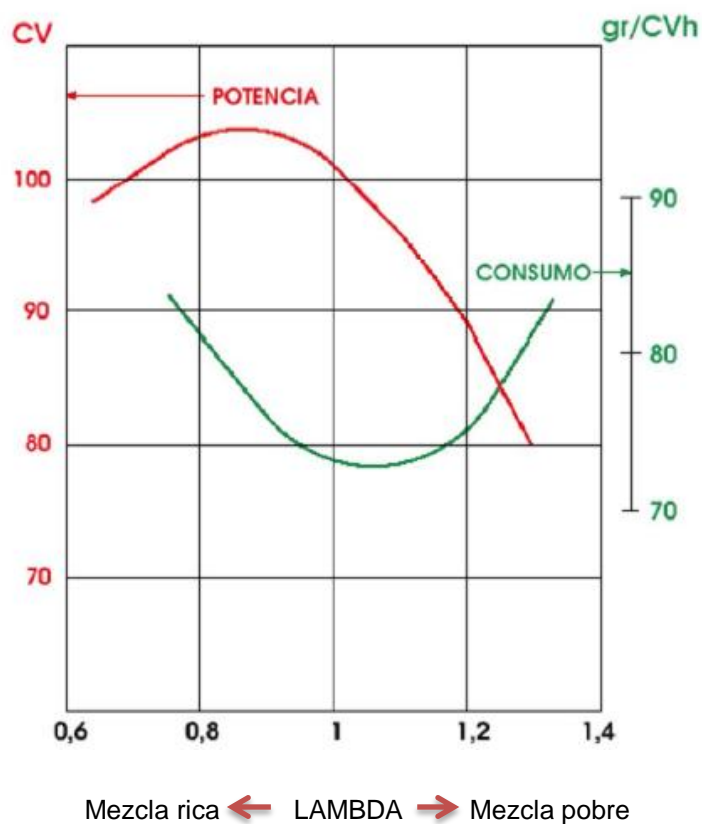
Si Lambda < 1 = mezcla rica, exceso de gasolina.

Una mezcla pobre generará un gran contenido de Oxígeno en los gases de escape y por lo tanto de Óxidos de Nitrógeno.

Una mezcla rica generará una escasez de oxígeno en el escape por lo que abundarán las emisiones de Monóxido de Carbono e Hidrocarburos.

Se denomina mezcla estequiometria a una mezcla aire/gasolina de 14,7:1 con la que, en teoría, se quemaría toda la gasolina, para esta proporción el valor de $\lambda=1$. (Santaella, 2010)

Gráfico 1. Relación entre potencia, consumo y el Coeficiente Lambda

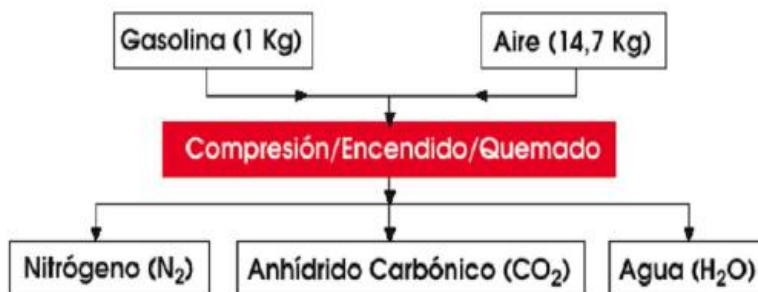


Fuente: Santaella, 2010.

En el gráfico anterior se puede observar gráficamente que el punto óptimo de funcionamiento del motor está en torno al valor Lambda = 1 ya que se consigue un compromiso entre la entrega de potencia del motor y el consumo de

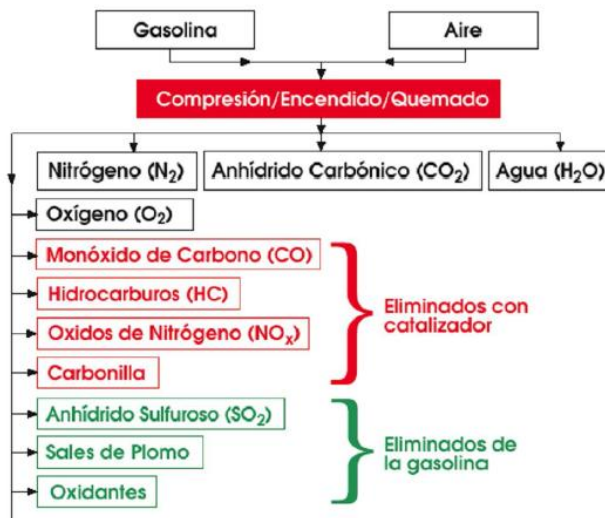
combustible. Esto hace que el nivel de emisiones también sea mínimo alrededor de este valor.

Gráfico 2. Combustión ideal con mezcla estequiometria



Fuente: Santaella, 2010.

Gráfico 3. Combustión real



Fuente: Santaella, 2010.

Lo gases emitidos por un motor de combustión interna de gasolina son, principalmente de dos tipos: inofensivos (Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, vapor de agua e Hidrogeno) y contaminantes (Monóxido de Carbono, Hidrocarburos y Plomo). (Santaella, 2010).

2.10. Norma boliviana NB 62002 “Calidad del aire – Emisiones de fuentes móviles Generalidades, clasificación y límites máximos permisibles”

La presente norma establece la clasificación y los límites permisibles para las emisiones generadas por fuentes móviles. Es aplicable para actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de la población.

Se aplica para todas las emisiones de fuentes móviles, excepto para los motores de 2 tiempos.

Motores de encendido por chispa, vehículos a gasolina y a fines.

Tabla 2. Límites máximos permisibles para vehículos a gasolina con motor de 4 tiempos.

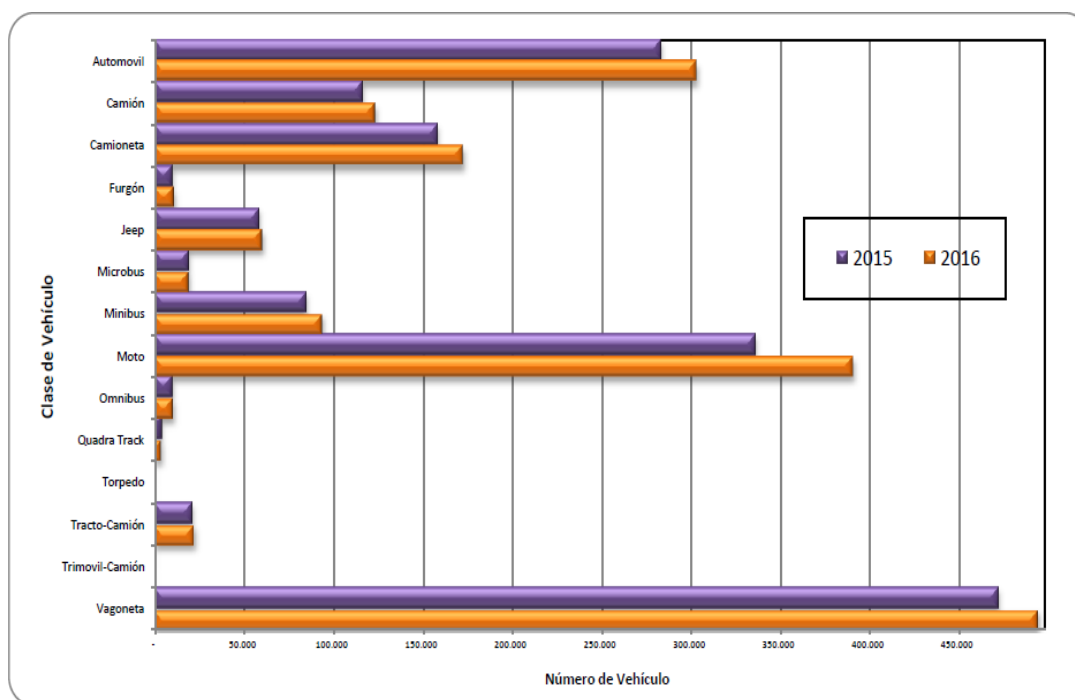
Vehículos a Gasolina			
Años de fabricación	CO % de volumen	HC (ppm)	
		Altura sobre el nivel del mar	
		Hasta 1800 msnm	Mayor a 1800 msnm
Hasta 1997	6	600	650
1998 a 2004	2,5	400	450
2005 en adelante	0,5	125	125

Fuente: Norma Boliviana 62002

2.11. Parque automotor en Bolivia

Con base en el Registro Único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT), el Instituto Nacional de Estadística (INE) reportó, que al año 2016, el parque automotor en Bolivia alcanzó a 1.711.005 vehículos, cantidad superior en 8,7% a la registrada el año 2015, cuando llegó a 1.574.552 unidades.

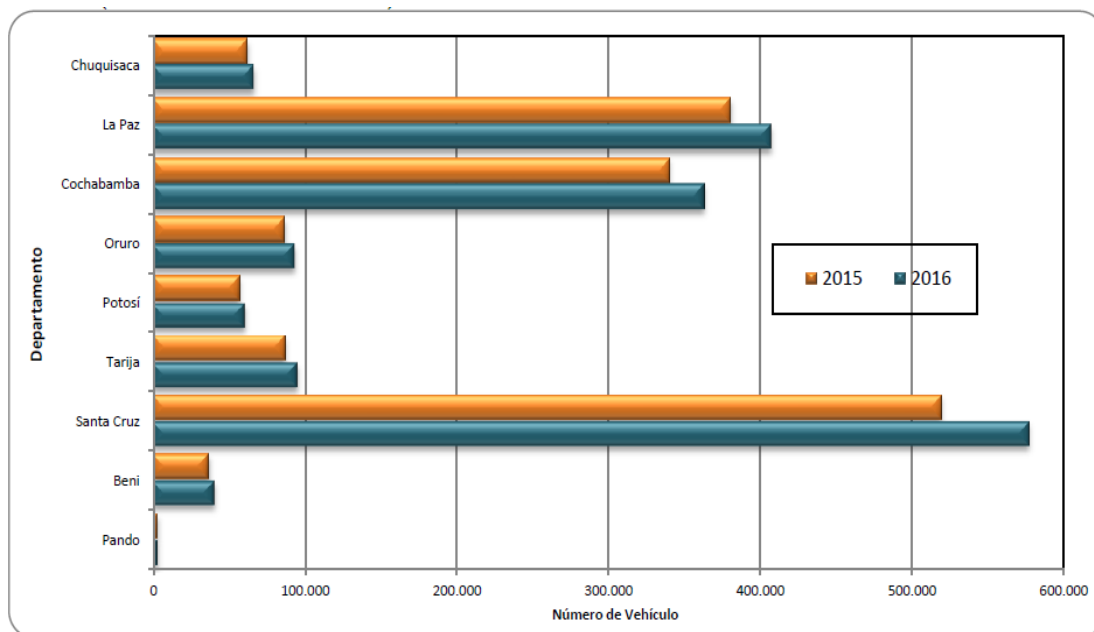
Grafico 4. Parque automotor, según la clase de vehículo 2015 – 2016



Fuente: Registro Único Para la administración tributaria municipal (RUAT) Instituto Nacional de Estadística.

De acuerdo al gráfico anterior el 2015 se registraron 336.221 motocicletas y para el 2016 se registró 391.219 motocicletas a nivel nacional.

Grafico 5. Parque automotor, según departamento 2015 – 2016



Fuente: Registro Único Para la administración tributaria municipal (RUAT) Instituto Nacional de Estadística.

La participación porcentual de vehículos en el Departamento de Pando es mínima en relación al parque automotor de Bolivia, debido a la baja cantidad de vehículos registrados, toda vez que el RUAT realiza el registro para la otorgación del PTA sólo para aquellos vehículos que cuentan con importación definitiva y dado que la ciudad de Cobija fue declarada zona franca comercial e industrial mediante Ley N° 571 de 12/10/1983, muchos vehículos no cuentan con esta documentación. (INE, 2012)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Enfoque de investigación.

La presente investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, debido a que se desea estimar la cantidad de emisiones de gases (monóxido de carbono e hidrocarburos) provenientes de los escapes de motocicletas de 4 tiempos de acuerdo a su cilindrada y año que circulan en la ciudad de Cobija.

Para la recolección de datos, se aplicó el muestreo por conveniencia que es una técnica de muestreo no probabilístico, que permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos.

Para el desarrollo de la presente investigación se consideraron puntos de muestreo específicos en lugares determinados con sujetos de estudio definidos que se encuentren dispuestos a colaborar con la investigación.

3.2. Materiales

Tabla 3. Lista de materiales

N°	MATERIALES
1	Computadora portátil
2	Impresora
3	Cámara fotográfica
4	Analizador de gases de combustión (equipo)
5	Chalecos y gorras
6	Tableros y pisa papel
7	Conos
8	Bolígrafos
9	Toma corriente de 10 metros
10	Planillas para la toma de datos

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.3. Descripción de métodos

Sujeto de estudio: motocicletas de 4 tiempos.

Objeto de estudio: monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC).

Para la ejecución de la investigación se tomaron datos de 120 motocicletas de acuerdo a la toma de muestras por conveniencia. Los datos se obtuvieron con el equipo analizador de gases debidamente calibrado. Para determinar los lugares de toma de datos se eligieron lugares con mayor afluencia vehicular. Como herramientas de recolección de información, se utilizaron planillas para cada motocicleta (Anexo 1) donde se anotaron algunos aspectos importantes relacionados al funcionamiento de la motocicleta. Posteriormente se introdujeron los datos al programa Assistat 7.7, del cual se obtuvieron los resultados.

3.3.1. Procedimiento de medición

El día lunes 18 y martes 19 de julio, durante todo el día se realizó la toma de muestras con el equipo analizador de gases de combustión, el primer día se procedió a medir las motocicletas de 4 tiempos en: la Av. Pando y en las paradas de moto taxis. El día martes en el Campus Universitario (U.A.P.) y durante el plan DEC (Dispositivo de Control Estadístico) en coordinación con el Comando Departamental de Policía de Pando.

El equipo analizador de gases de combustión, se instaló en una camioneta donde se utilizó un inversor de energía de 220 voltios para el uso del equipo. La instalación del equipo tuvo un tiempo de 20 minutos y así estar listo para la medición.

Para la toma de muestras de cada motocicleta se requirió la participación de cinco personas, donde cada uno realizaba distintas funciones (Personal de

registro de datos (2), personal encargado de la manipulación del equipo (2), Organizador de ingreso y salida de las motocicletas (1))

El procedimiento de toma de datos se realizó de la siguiente manera:

- Estacionamiento de la motocicleta en ralentí, motor encendido sin acelerar conocida también como prueba estática.
- Preguntas al dueño de la motocicleta de acuerdo a la planilla “Anexo 1” sobre las características físicas y técnicas de la motocicleta (placa, marca, modelo, año, cilindrada, entre otros.)
- Se introdujo la sonda del equipo analizador de gases de combustión al tubo de escape de la motocicleta. (Los gases (CO y HC) recepcionados por la sonda ingresan directamente a los tubos de muestreo donde se ven moléculas de monóxido de carbono e hidrocarburos independientemente, a través de rayos infra rojos, en función a esto, el software interpreta la cantidad de cada uno para mostrar en la pantalla directamente los valores. El Monóxido de Carbono e Hidrocarburos se interpreta en porcentaje (%) y partes por millón (ppm) respectivamente).
- Encendido de la motocicleta para luego acelerar el motor de 2250 a 2750 rpm durante un tiempo de 30 s (en ralentí).
- Lectura y registro del resultado de CO y HC.
- Retiro de la sonda de la motocicleta.
- Despacho de la motocicleta.

3.3.2. Tiempo de trabajo de campo

- La toma de muestras de las 120 motocicletas, se realizó en 2 días y se realizó en 4 minutos por motocicleta aproximadamente.

3.4. Determinación de muestras

Para determinar el tamaño de la muestra del trabajo de investigación, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra de poblaciones finitas.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times Q \times P}$$

Dónde:

P = Probabilidad de éxito (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso (0.5)

E = Margen de error (10%)

Z = Nivel de confianza (90%)

N = Número de población

n = Tamaño de la muestra

De acuerdo a la información de la base de datos registrados en Ingresos Municipales de la ciudad de Cobija, existen 22.855 motocicletas de 4 tiempos entre los años 2007 al 2017. De los cuales se procedió a filtrar para determinar la cantidad por cilindrada como se muestra en la tabla 4, para luego aplicar la fórmula anterior y así obtener el número de muestras.

Tabla 4. Numero de muestras

Nº	Cilindrada (cc)	Motocicletas	Muestras
1	110	1415	20
2	125	5504	20
3	135	7965	20
4	150	4976	20
5	200	1509	20
6	250	1294	20

Fuente: Elaboración propia

3.5. Diseño experimental a emplearse en la investigación.

Para desarrollar la presente investigación se aplicó el diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial 2x6, siendo dos factores en estudio la antigüedad de la motocicleta y las cilindradas; se consideró una unidad experimental (motocicleta), dos variables de estudio que son el monóxido de carbono e hidrocarburos, mismos que se midieron considerando el año y la cilindrada de la motocicleta (factores). Se obtuvo 12 tratamientos y 10 repeticiones haciendo un total de 120 unidades experimentales.

- Unidad experimental: Motocicleta
- Variables de estudio:
 1. Monóxido de carbono
 2. Hidrocarburos

Tabla 5. Factores en estudio

FACTOR I (AÑO)	FACTOR II (CILINDRADA)
2007 al 2011	110
2012 al 2017	135
	125
	150
	200
	250

Fuente: Elaboración propia, 2017.

4. RESULTADOS

4.1. Monóxido de carbono en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.

Realizado el análisis de los datos de campo levantados sobre el experimento con dos factores en estudio (cilindradas y años de antigüedad), se pudo establecer que no existe diferencias entre cilindradas estudiadas, a través de la prueba F de Fisher al 5% de probabilidad de error; al igual que la interacción entre cilindradas y antigüedad de motocicletas; pero si existe diferencia altamente significativa entre la antigüedad de las motocicletas, para lo cual se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, observándose que las motocicletas con más de 5 años de uso presentan la mayor media de monóxido de carbono (2.84417 %), la misma que estadísticamente es superior a la presentada por motocicletas con menos de 5 años de uso (1.94067%). (Tabla 6).

Tabla 6. Niveles de contaminación por monóxido de carbono (CO) en %, de motocicletas con diferentes cilindradas y años de antigüedad de uso.

Cilindrada (cc)	Antigüedad de uso		Media Cilindrada (+)
	>5 años	<5 años	
110	2,6210	1,6490	2,1350 a
125	3,3080	1,7820	2,5450 a
135	2,6520	1,9480	2,3000 a
150	3,3860	1,6660	2,5260 a
200	3,3020	1,9720	2,6370 a
250	1,7960	2,6270	2,2115 a
Media Antigüedad	2,84417 A	1,94067 B	
Significancia	Factor cilindrada ns		
	Factor Antigüedad de uso **		
	Factor interacción ns		

+ Medias de tratamientos con letras minúsculas iguales entre sí en la columna, y letras mayúsculas iguales en la línea, estadísticamente no difieren entre sí mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

4.2. Hidrocarburos en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.

Analizados los datos de campo levantados sobre el experimento con dos factores en estudio (cilindradas y años de antigüedad), para hidrocarburos, se pudo establecer que no existe diferencia entre cilindradas estudiadas, al igual que años de antigüedad través de la prueba F de Fisher al 5% de probabilidad de error; no existiendo interacción entre cilindradas y antigüedad de motocicletas con relación a la emisión de hidrocarburos (Tabla 7).

Tabla 7. Niveles de contaminación por Hidrocarburos (HC) en ppm, que emiten las motocicletas de diferentes cilindradas y años de antigüedad de uso.

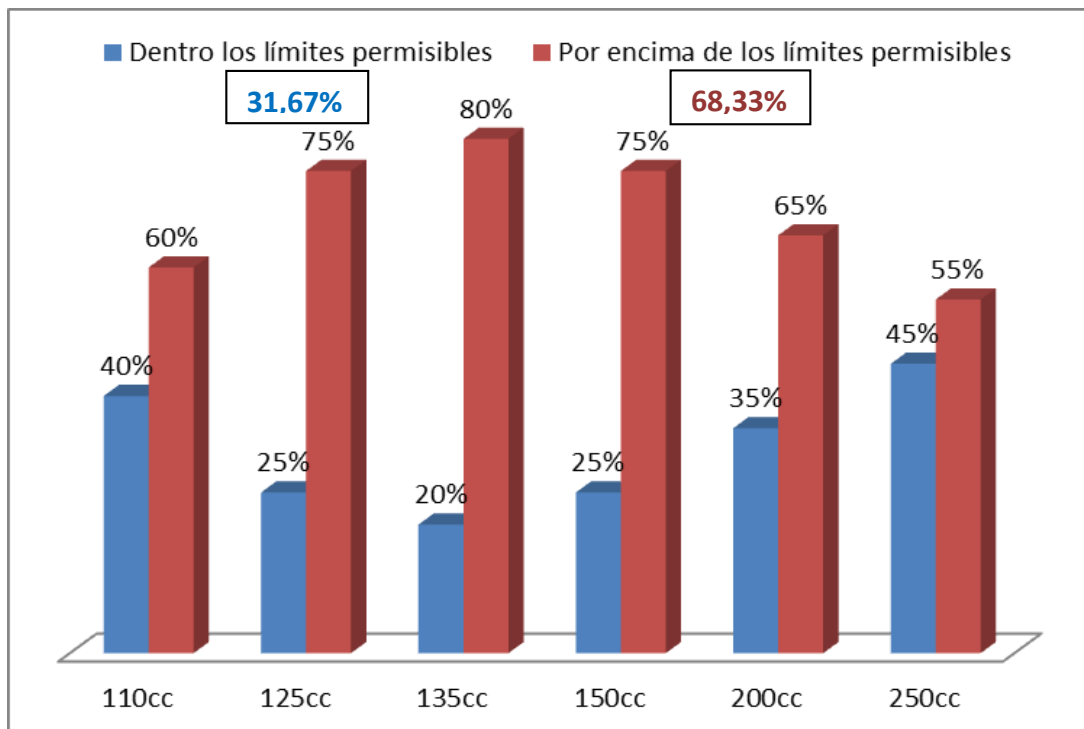
Cilindrada (cc)	Antigüedad de uso		Media
	>5 años	<5 años	Cilindrada (+)
110	863,3000	793,8000	828,55000 a
125	781,8000	1057,0000	919,40000 a
135	783,0000	598,8000	690,90000 a
150	895,8000	285,3000	590,55000 a
200	394,2000	294,0000	344,10000 a
250	976,5000	565,0000	770,75000 a
Media Antigüedad	782,43330 a	598,98330 a	
Significancia	Factor cilindrada ns Factor Antigüedad de uso ns Factor interacción ns		

+ Medias de tratamientos con letras minúsculas iguales entre sí en la columna, y letras mayúsculas iguales en la línea, estadísticamente no difieren entre sí mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

4.3. Porcentaje de motocicletas según cilindradas y antigüedad de uso, que se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma boliviana NB 62002.

En el gráfico 6 se observó que el 68,33% de las motocicletas no cumplen con los límites permisibles de acuerdo a la Norma boliviana NB 62002 “Calidad del aire – Emisiones de fuentes móviles Generalidades, clasificación y límites máximos permisibles”. Pero también se pudo percibir que las motocicletas de 135cc (80%), 125cc (75%), y 150cc (75%) son las que se encuentran en mayor proporción fuera de los límites permisibles para la emisión de monóxido de carbono; en contrapartida, las cilindradas que presentan menor proporción de incumplimiento a las Normativa Boliviana 62002 son las de 110cc (40%) y 250cc (45%).

Gráfico 6. Relación porcentual de motocicletas según cilindradas que se encuentran dentro y fuera de los límites permisibles de emisión de monóxido de carbono.

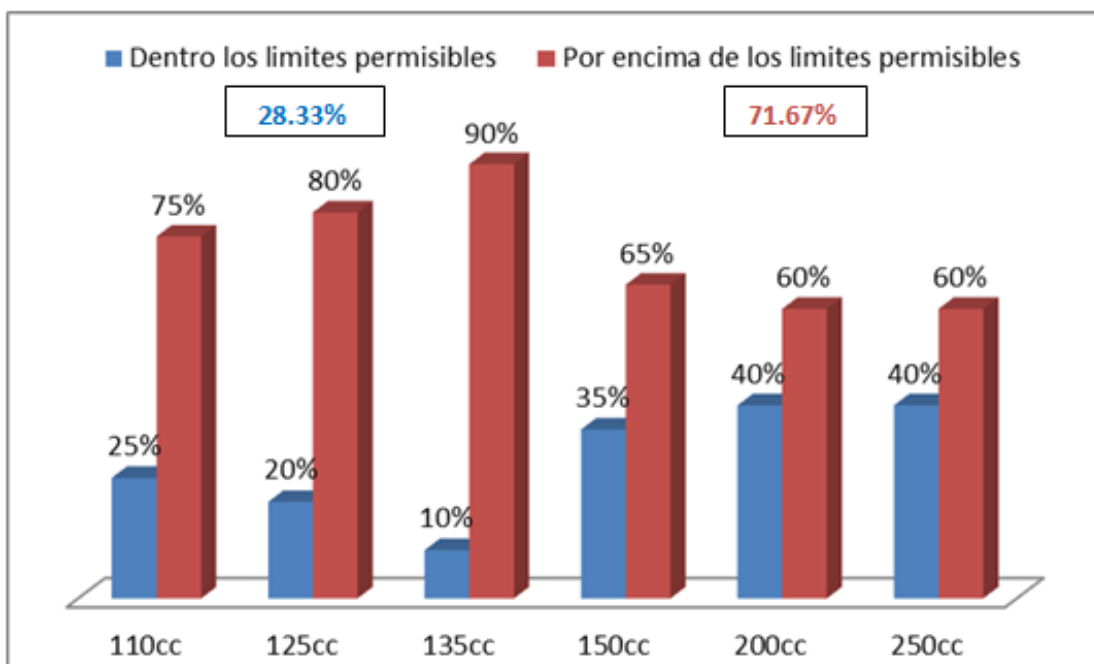


Fuente: Elaboración propia, 2018

El 71,67% de las motocicletas sobrepasan los límites permisibles respecto a la emisión de hidrocarburos como se muestra en el gráfico 7, a diferencia del 28,33% que su emisión está dentro los límites permisibles.

Las motocicletas de 135cc (90%), 125cc (80%) y 110cc (75%) en la emisión de hidrocarburos son las que dan menos cumplimiento a la Normativa Boliviana 62002.

Gráfico 7. Relación porcentual de motocicletas según cilindradas que se encuentran dentro y fuera de los límites permisibles de emisión de hidrocarburos.

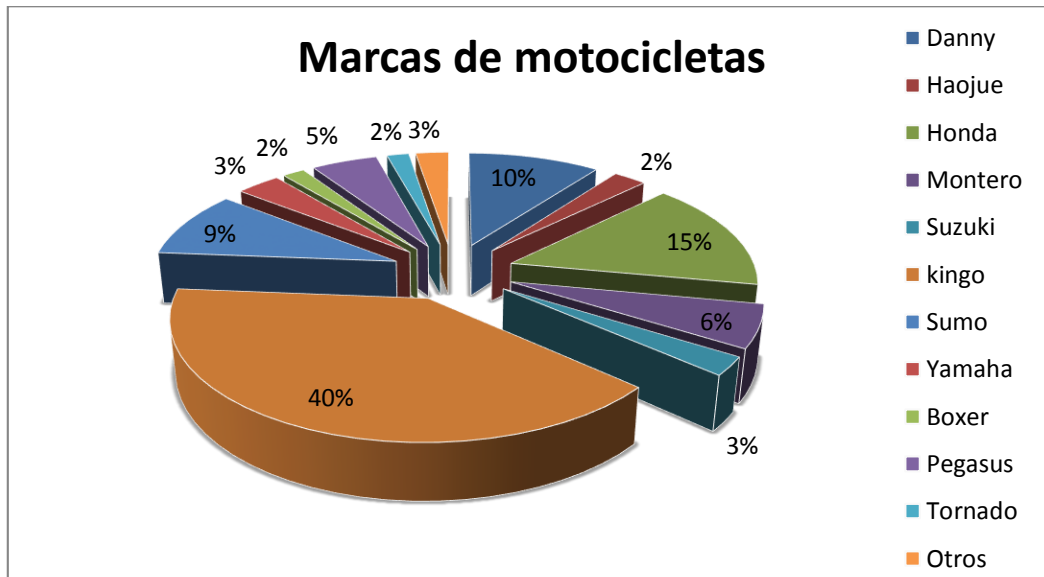


Fuente: Elaboración propia, 2018

4.4. Marcas de motocicletas

Las motocicletas de mayor predominancia en la ciudad de Cobija pertenecen a la marca Kingo con un 40%, seguida de la marca Honda con un 15% como se muestra en el gráfico 8. Por otro lado las marcas de motocicletas Bajap y Tornado corresponden a un 4%.

Gráfico 8. Marcas de motocicletas



Fuente: Elaboración propia, 2018.

5. DISCUSIÓN

5.1. Monóxido de carbono en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.

El paquete estadístico Assistat 7.7 nos permitió observar la relación y diferencia de emisión según la cilindrada y años de antigüedad de la motocicleta, estableciéndose que, las cilindradas no difieren estadísticamente en cuanto a la emisión de monóxido de carbono; pero si la antigüedad mayor a 5 años de la motocicleta genera mayor emisión, siendo superior a las motocicletas con antigüedad menor a 5 años. Resultados que son concordantes con los factores que generan la emisión de monóxido de carbono (mantenimiento, conservación y reposición de piezas del motor), poniendo de manifiesto la falta de mantenimiento y conservación de vehículos de dos ruedas en la ciudad de Cobija.

5.2. Hidrocarburos en motocicletas con diferentes cilindradas y años de uso.

Con base en los resultados obtenidos, se aprecia que la emisión de hidrocarburos no es afectada por las cilindradas de las motocicletas y la antigüedad de las mismas. Los factores que generan la alta emisión de hidrocarburos son la falta de mantenimiento, específicamente en la limpieza y regulación de los carburadores.

5.3. Porcentaje de motocicletas según cilindradas y antigüedad de uso, que se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma boliviana NB 62002.

En relación al cumplimiento de la Norma Boliviana 62002 sobre emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos, se puede observar una variación muy amplia entre cilindradas, con mayor vulneración a las normas en las cilindradas (135cc, 125cc y 150cc), y las que se enmarcan dentro de las normas fueron las cilindradas (110cc y 250cc). Resultados que reflejan el origen de las motocicletas ya que, las cilindradas 125cc y 135cc son en su gran proporción de origen Chino, diferente a las cilindradas 110cc y 250cc que en su mayor proporción son de origen Japonés. Existiendo por lo tanto, un factor de calidad en la emisión de contaminantes de las motocicletas de la ciudad de Cobija.

5.4. Marcas de motocicletas

Las marca de mayor predominancia en la ciudad de Cobija es la marca Kingo (40%), por su amplia variedad de modelos (KG-135, KG-150, KG-200), el modelo KG-150 es muy requerido mayormente para uso público (motos de trabajo - taxi), pero sin embargo, otro factor, más importante, es el bajo costo u

adquisición a comparación de motocicletas de marcas reconocidas como la marca Honda.

Las motocicletas de menor predominancia son la Bajap y Tornado (4%). La marca Bajap es de designación Indu en su mayoría motores a cadenilla, modelos tipo ninja que son para uso particular y la motocicletas Tornado son de cilindradas a partir de la 200 cc (deportivas).

6. CONCLUSIONES

La investigación se desarrolló de acuerdo a la norma boliviana 62002, que establece la clasificación y los límites permisibles para las emisiones generadas por fuentes móviles; producto del trabajo de campo y aplicación del paquete estadístico Assistat se identificó que las motocicletas con diferentes cilindradas no afectan la emisión de monóxido de carbono más si los años de antigüedad; siendo mayor en las motocicletas con más de 5 años de uso. La emisión de monóxido de carbono incrementa según va aumentando los años de uso de la motocicleta.

Por otra parte las motocicletas de diferentes cilindradas no afectan la emisión de hidrocarburos al igual que la antigüedad de uso de los vehículos. Entonces la emisión de hidrocarburos depende de la revisión constante de un mecánico para su buen funcionamiento.

Las motocicletas en la ciudad de Cobija en su mayor proporción vulneran las normas sobre la emisión de contaminantes (Monóxido de carbono 68,33% e hidrocarburos 71,67%), a causa de no existir controles correspondientes que regulen y sancionen el incumplimiento de la normativa vigente.

La marca de mayor predominancia en la ciudad de Cobija es la marca Kingo con el 40% y las de menor predominancia son las marcas Bajap y Tornado con el 4%.

7. RECOMENDACIONES

Según las conclusiones realizadas se mencionan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda a las autoridades competentes que a través de los resultados obtenidos apliquen la Norma Boliviana 62002 (Calidad del aire – Emisiones de fuentes móviles Generalidades, clasificación y límites máximos permisibles), se realice un impulso obligatorio para saber si las motocicletas poseen las condiciones mecánicas óptimas para circular por las vías públicas de la ciudad realizando una revisión técnico-mecánico.

Se recomienda a las autoridades competentes que puedan incentivar a la población desarrollando actividades con respecto al mantenimiento y buen uso de las motocicletas para que los propietarios de las mismas conozcan el daño que puede causar a la población y al medio ambiente y así de esta forma cada persona podrá tomar conciencia y ayudar a controlar nuestro medio ambiente.

La Unidad de Medio Ambiente conjuntamente con la Alcaldía y Transito, deberían implementar, en la inspección vehicular, la medición de emisiones de CO y HC con ayuda del equipo analizador de gases, para que de esta manera los propietarios, tomen conciencia del daño que generan al medio ambiente y realicen de forma adecuada el mantenimiento correspondiente y reposición de piezas en los tiempos correctos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AireLimpio. (2011). *El auto nuestro de cada dia, El parque vehicular en Bolivia*. La Paz.
- Carnicer, J. (2008). *Contaminacion Atmosferica*.
- CORPAIRE. (2007). *Programa Retrofit - Quito estado actual*. Quito, Ecuador.
- Crouse, W., & Anglin, D. (1992). *Mecanica de Motocicleta*. Barcelona.
- Giraldo Aristizabal, W. A., & Toro Gomez, M. V. (2008). ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR MOTOCICLETAS EN EL VALLE DE.
- INE. (2012).
- Martinez, A. E., & Diaz de Mera, M. Y. (2004). *Contaminacion Atmosferica*.
- Mourelo. (2012). *Reparacion de Motocicletas* . España .
- Rodriguez, D., Santana, M., & Pardo, C. (2015). *LA MOTOCICLETA EN AMÉRICA LATINA: CARACTERIZACIÓN DE SU USO E IMPACTOS EN LA MOVILIDAD EN CINCO CIUDADES DE LA REGIÓN*. Bogota.
- Santaella, O. J. (2010). *Analizador de gases para vehiculos a gasolina*.
- SEMARNAT, INE, Western, & Association, G. (2005). *Guia de Elaboracion y Usos de Inventarios de emisiones*. Mexico.
- Toledo, D. (2016). *Estudio de Contaminacion de Motocicletas de 4 tiempos en la ciudad de Cuenca*. Cuenca.
- Vintimilla. (2015). *Analisis de resultados de la medicion de emisiones de gases contaminantes de fuentes moviles a partir de la implementacion de la revision tecnica vehicular en el canton Cuenca* . Cuenca .

ANEXOS

Anexo 1. Planilla de datos para cada motocicleta

Fecha		Año		Muestra	
Cilindrada					
110	135	125	150	200	250
Placa			Modelo		
Tiempo promedio de uso diario (hrs)		Uso	Particular	Trabajo	Otros
Cambio de aceite	Cada mes	Cada 3 meses		Cada 6 meses	
Tipo de aceite	A granel		Botes Sellados		
Ultimo mantenimiento	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses
Lee manual	Si	No			
CO			HC		

Fuente: Elaboración propia, 2017

Anexo 2. Estimación de emisión de Monóxido de Carbono e Hidrocarburos respectivamente mediante el analizador de gases en motocicletas de 4 tiempos realizado el mes de julio de 2018 en la ciudad de Cobija.

Tratamiento		Repeticiones										Resultados	
Año	Cilindrada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Promedio
2007 – 2011	110												
2012 – 2017	110												
2007 – 2011	135												
2012 – 2017	135												
2007 – 2011	125												
2012 – 2017	125												
2007 – 2011	150												
2012 – 2017	150												
2007 – 2011	200												
2012 – 2017	200												
2007 – 2011	250												
2012 – 2017	250												

Fuente: Elaboración propia, 2017

Anexo 3. Fotografías de la investigación.

Fotografía 1. Toma de datos de la emisión de motocicletas en la calle Nicolás Suarez.



Fotografía 2. Toma de datos de las emisiones de contaminantes de las motocicletas de 4 tiempos con el equipo analizador de gases en la av. 9 de febrero al frente de la plaza Humberth Terrazas.



Fotografía 3. Toma de datos de emisión, motocicletas de 4 tiempos en la av. José Manuel Pando.



Foto 4. Medición de los contaminantes de las motocicletas de 4 tiempos en la Av. 9 de febrero con el equipo analizador de gases con ayuda de la Policía Boliviana.



Fotografía 5. Toma de datos de las motocicletas con el analizador de gases.



Fotografía 6. Sonda, Analizador de gases.



Fotografía 7. Flujo vehicular en la ciudad de Cobija



Fotografía 8. Equipo estático analizador de gases de combustión



Anexo 4. Resultados de la emisión de Monóxido de Carbono de las motocicletas.

Tratamientos	Repeticiones										Total	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
110 cc (2007 al 2011)	4,19	0,41	3,5	2,06	1,63	2,5	1,25	1,11	3,77	5,79	26,21	2,621
110 cc (2012 al 2017)	0,06	4,48	2,74	3,42	1,38	1,18	1,34	0,86	0,57	0,46	16,49	1,649
125 cc (2007 al 2011)	2,8	5,14	2,04	0,11	2,8	3,71	4,28	2,59	5,26	4,35	33,08	3,308
125 cc (2012 al 2017)	3,46	2,34	2,3	3,35	1,86	0,89	0,47	1,16	0,13	1,86	17,82	1,782
135 cc (2007 al 2011)	0,2	1,33	1,48	6,16	1,41	1,32	3,02	3,08	4,01	4,51	26,52	2,652
135 cc (2012 al 2017)	1,22	0,8	0,94	2,58	3,58	1,53	2,81	2,6	1,8	1,62	19,48	1,948
150 cc (2007 al 2011)	0,66	4,61	2,82	4,78	1,59	0,67	3,67	6,31	6,39	2,36	33,86	3,386
150 cc (2012 al 2017)	0,28	0,94	3,38	0,81	1,62	2,55	2,93	0,91	0,94	2,3	16,66	1,666
200 cc (2007 al 2011)	0,03	4,83	7,69	2,15	4,74	2,08	2,06	2,52	0,21	6,71	33,02	3,302
200 cc (2012 al 2017)	0,45	6,87	0,55	0,2	2,64	0,68	1,98	1,8	2,37	2,18	19,72	1,972
250 cc (2007 al 2011)	1,65	2,12	1,41	4	1,76	0,33	2,5	3,99	0,19	0,01	17,96	1,796
250 cc (2012 al 2017)	1,8	0,12	4,64	0,59	0,56	0,67	5,27	8,19	1,53	3,7	27,07	2,707

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 5. Resultados de la emisión de Hidrocarburos de las motocicletas.

Tratamiento	Repeticiones										Total	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
110 cc (2007 al 2011)	1054	442	2433	252	198	530	367	630	559	2168	8633	863,3
110 cc (2012 al 2017)	360	5690	380	600	168	205	124	155	100	156	7938	793,8
125 cc (2007 al 2011)	600	1250	301	870	280	863	378	156	1400	1720	7818	781,8
125 cc (2012 al 2017)	375	1004	2467	1258	284	950	2589	202	191	1250	10570	1057
135 cc (2007 al 2011)	338	444	160	1366	1631	127	1696	440	978	650	7830	783
135 cc (2012 al 2017)	466	201	152	643	1634	372	588	477	1247	208	5988	598,8
150 cc (2007 al 2011)	348	716	235	436	184	492	960	3127	2110	350	8958	895,8
150 cc (2012 al 2017)	220	130	378	146	320	146	555	332	109	517	2853	285,3
200 cc (2007 al 2011)	23	318	767	188	643	386	300	438	260	619	3942	394,2
200 cc (2012 al 2017)	41	722	211	70	164	164	327	463	358	420	2940	294
250 cc (2007 al 2011)	248	163	489	709	198	126	1241	6486	23	82	9765	976,5
250 cc (2012 al 2017)	160	196	444	599	70	591	573	1835	145	1033	5646	564,6

Fuente: Elaboración propia, 2018.