

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos
Naturales.

**"BASES PARA INVENTARIO DE EMISIONES DEL PARQUE
AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL"**

Trabajo de titulación

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN CAMBIO CLIMÁTICO

Presentado por:

ING. JOSÉ AGUSTO SAGÑAY

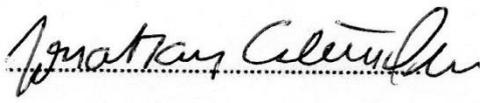
Guayaquil – Ecuador

Año 2016

Agradecimiento y dedicatoria

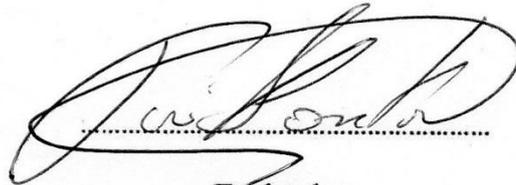
Mi agradecimiento expreso al Creador por ser parte influyente en mi vida, a mi madre ser maravilloso inspiradora de mis éxitos y a una persona muy especial que Dios puso en mi camino, que sin su apoyo sería una utopía llegar a culminar mis objetivos, gracias esposa mía.

Tribunal de Graduación

 , 

Presidente:
M.Sc. JONATHAN CEDEÑO

Director:
Dra. GLADYS RINCÓN.



Evaluador:
Ph.D JOSÉ LUIS SANTOS.

Declaración Expresa

"La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



ING. JOSÉ AGUSTO SAGÑAY

RESUMEN.

El transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de gases contaminantes provenientes de la combustión de los motores, los mismos que provocan un doble efecto dañino, mientras algunos de los componentes gaseosos afectan la salud humana (CO, NO_x y HC), otros conllevan al incremento de los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), incidentes en el cambio climático que afecta el planeta Tierra.

El aumento constante de la población urbana y sus necesidades de movilidad, traen consigo el crecimiento de las unidades de transporte, esto conlleva a que las emisiones de las fuentes móviles sean consideradas como parte de la problemática ambiental, y por tanto, requieren ser incluidas dentro de las estrategias para el mejoramiento de la calidad del aire urbano. Sin embargo, las políticas implementadas no siempre son suficientes, ya que la actividad vehicular se incrementa aceleradamente, y sigue siendo la principal fuente de contaminación del aire.

El objetivo de este documento es contribuir al estimado de las emisiones vehiculares directas de gases efecto invernadero en la ciudad de Guayaquil, por medio de un método de estimación propuesto por las directrices del IPCC-2006, la misma propone tres niveles de cálculo en la sección de combustibles, se hizo uso del primer nivel por considerarlo el más práctico a la hora de cuantificar emisiones. Las barreras existentes en nuestro medio dificultan el análisis con los otros dos niveles por requerir datos más específicos, que por la estructura tecnológica de Ecuador no se recopilan.

Luego de aplicar el método IPCC-2006, tenemos que el total de emisiones por consumo de combustible para el año base 2014 en la ciudad de Guayaquil, es de 3'749.500 tCO_{2e} (Toneladas de CO₂ Equivalente), este volumen representa el 34 % más que del Distrito Metropolitano de Quito según el inventario de emisiones 2011(2'469.000 tCO_{2e})

La conclusión luego de los resultados obtenidos, nos demuestra que la contaminación ambiental vehicular genera costo social y económico para la ciudad de Guayaquil. Por lo tanto es necesario minimizar este impacto aprovechando los programas y herramientas ya existentes en otras ciudades, como pico y placa, chatarrización, sistemas de transportes masivos, ciclo vías, etc. Estamos seguros que la implementación de la re visión técnica vehicular en la ciudad de Guayaquil desde el año 2015, va a contribuir con este fin, como demuestran los resultados de la aplicación de esta herramienta en otras ciudades.

Palabras Claves: Inventario de Gases Efecto Invernadero, Combustible Móvil, Huella de Carbono, Directrices IPCC.

ABSTRACT.

The automotive transport is one of the main originating polluting gas radiant bodies of the combustion of the motors, such that cause a double harmful effect, while some of the gaseous components affect the human health (CO, NO_x and HC), others entail to the increase of effect gases conservatory (CO₂, CH₄ and N₂ Or), incidents in the climatic change that affects the planet Earth.

The constant increase of the urban population and its necessities of mobility, bring with himself the growth of the transport units, this entails to that the emissions of the movable sources are considered like problematic part of the environmental one, and therefore, they require to be including within the strategies for the improvement of the quality of the urban air. Nevertheless, the implemented policies not always are sufficient, since the activity to vehicular is increased rapidly, and continues being the main source of contamination of the air.

The objective of this document is to contribute to considered of the emissions vehicular of gases direct effect conservatory in the city of Guayaquil, by means of a method of estimation proposed by the directives of the Ipcc-2006, the same one proposes three levels of calculation in the fuel section, was made use of the first level consider it more the practitioner at the time of quantifying emissions. The existing barriers in our means make difficult the analysis with the other two levels to require more specific data, than by the technological structure of Ecuador they are not compiled.

After applying the Ipcc-2006 method, we have the total of emissions by fuel consumption for the year bases 2014 on the city of Guayaquil, is of 3 749.500 tCO₂e (Tons of Equivalent CO₂), this volume represents 34 % more than of the Metropolitan District of Quito according to the inventory of emissions 2011(2'469.000 tCO₂e).

The conclusion after the obtained results, demonstrates to us that the environmental contamination to vehicular generates social and economic cost for the city of Guayaquil. Therefore it is necessary to diminish this impact using already existing programs and tools in other cities, like tip and plate, chatarrización, systems of massive transports, cycle routes, etc. We are sure that the implementation of re technical vision to vehicular in the city of Guayaquil from year 2015, is going to contribute with this aim, as they demonstrate the results of the application of this tool in other cities.

Key words: Gas inventory Effect Conservatory, Movable Fuel, Carbon Track, Directives IPCC.

ÍNDICE GENERAL.

1.- Agradecimiento.....	II
2.- Tribunal de graduación.....	III
3.- Declaración expresa.....	IV
4.- Resumen.....	V
5.- Introducción.....	1
6.- Objetivos.....	3
7.- Marco teórico.....	4
7.1.- Identificación de la normativa ambiental vigente referente a la calidad del recurso aire.....	4
7.2.- Determinación del tipo de contaminante ambiental proveniente del parque automotor de la ciudad de Guayaquil.....	6
7.3.- Área de estudio.....	10
8.- Metodología.....	12
8.1.- Identificación de los contaminantes atmosféricos.....	14
8.2.- Recopilación de información sobre el parque vehicular.....	15
8.3.- Procesamiento de datos de la actividad vehicular.....	16
8.4.- Selección del factor de emisión.....	18
8.5.- Aplicación de metodología para el inventario de emisiones.....	20
8.6.- Cálculo de emisiones.....	21
9.- Resultados.....	24
10.- Conclusiones.....	27
11.- Recomendaciones.....	28

12.- Referencias bibliográficas.....	29
13.- Anexos.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura N° 1. Puntos de emisión de contaminantes del vehículo.....	17
Figura N° 2. Distribución en porcentaje de emisión de un vehículo.....	18
Figura N° 3. Composición de los gases de escape.....	18
Figura N° 4. Imagen satelital de Guayaquil con área de estudio.....	20
Figura N° 5. Promedio diario de número de galones de junio 2014 a junio 2015...	24
Figura N° 6. Comparativo de vehículos matriculados en varias provincias, año 2013.....	26
Figura N° 7. Comparativo de vehículos matriculados entre 2013 y 2014 en principales provincias del país.....	27
Figura N° 8. Periodo matriculación anual 2010-2014.....	28
Figura N° 9. Fracción del Carbono.....	29
Figura N° 10. Distribución porcentual del parque vehicular.....	34
Figura N° 11. Porcentaje de emisiones vehicular según tipo de combustible.....	34
Figura N° 12. Porcentaje de emisiones indirectas por gasolina.....	35
Figura N° 13. Porcentaje de emisiones indirectas por diésel.....	36

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N° I. Los Gases de Efecto Invernadero y algunas de sus características.....	11
Tabla N° II. Composición de los gases de escape.....	19
Tabla N° III. Vehículos matriculados por periodo.....	27
Tabla N° IV. Factores de conversión y emisión para los combustibles seleccionados.....	29
Tabla N° V. Consumo por tipo de combustible.....	30
Tabla N° VI. Hoja de cálculo de emisiones del IPCC-2006.....	31
Tabla N° VII. Emisiones directas por tipo de combustible.....	32
Tabla N° VIII. Distribución porcentual de emisiones de gases directos e indirectos por tipo de combustible.....	33

ACRÓNIMOS Y SIGLAS.

OMS	Organización Mundial para la Salud.
US EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.
MAE	Ministerio de Ambiente del Ecuador.
CO ₂	Dióxido de carbono.
CO	Monóxido de carbono.
NO ₂	Dióxido de nitrógeno.
O ₃	Ozono.
SO ₂	Dióxido de azufre.
CH ₄	Metano.
PM _{2.5}	Material particulado de 2.5 micrómetros.
PM ₁₀	Material particulado de 10 micrómetros.
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
GCA	Guías de Calidad de Aire.
COV	Compuestos orgánicos volátiles.
NO _x	Óxidos de nitrato.
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático.
GADMG	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil.
COPADE	Asociación Espey, Huston & Associates.
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
GOT	Gases Orgánicos Totales.
PS	Partículas Sedimentables.
CE	Comisión Europea.
ANT	Agencia Nacional de Tránsito.
CGE-IPCC	Grupo Consultativo de Expertos del IPCC.
CTE	Comisión de Tránsito del Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN.

La actividad humana, ha generado y genera desde la era de la industrialización gran parte de los gases responsables del calentamiento global, (denominados Gases de Efecto Invernadero - GEI), gases como el dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, y algunos halocarbonos (CFCs, HCFCs, HFCs y los PFCs), así como el ozono troposférico (que se forma a partir del monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y otros compuestos orgánicos volátiles), los mismos que se clasifican según su componente radiativo.

El forzamiento radiativo es una medida de influencia de los gases que se generan por actividades antropogénicas y se concentran en la troposfera, alterando el balance entre la radiación solar incidente y la radiación infrarroja saliente en el sistema atmósfera – Tierra, denotado por un cambio en la irradiancia neta en la tropopausa y es expresado en vatios por metro cuadrado (W/m²).

De los GEI, el dióxido de carbono es el gas que más se genera, asociado a las actividades humanas. Su concentración se incrementó desde la era preindustrial de un valor de 280 ppm (partes por millón) hasta 379 ppm en el 2005. El CO₂ es el que más ha contribuido al forzamiento radiativo positivo con 1,46 W/m². El forzamiento radiativo del CO₂ se ha incrementado en un 20% durante los últimos 10 años (1995-2005), siendo el cambio más grande observado o inferido para una década en los últimos 200 años. [1]

En la tabla 1 se muestra las características de los GEI, su componente radiativo y el tiempo de permanencia en la atmósfera, en años.

Tabla N° 1. Características de los Gases de Efecto Invernadero.

Variable	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC-23	CF ₄	SF ₆
Concentración periodo previo a la industrialización (1750)	280 ppm	700 Ppmm	270	0 ppb	40	0
Concentración en 1998	365 ppm	1745 Ppmm	314 ppmm	14 ppb	80 ppb	42 ppb
Tasa de cambio en concentración	1.5 ppm/año	7.0 ppmm/año	0.8 ppmm/año	0.55 ppb/año	1 ppb/año	0.24 ppb/año
Tiempo de vida en la atmósfera (años)	5-200	12	114	260	>50.000	3.600
Forzamiento radiativo (W/m ²)	1.46	0.48	0.15	0.002	0.003	0.002
Potencial de Calentamiento Global	1	23	296	12,000	5,700	22,200

Fuente: IPCC 2001.

El dióxido de carbono se elimina de la atmósfera mediante varios procesos que operan en diversos periodos. Tiene un tiempo de permanencia en el sistema climático relativamente largo, del orden de un siglo y más [2]. Las moléculas individuales de dióxido de carbono tienen una residencia corta en la atmósfera, de unos 5 años. Sin embargo, cuando dejan la atmósfera, simplemente son reemplazadas por dióxido de carbono procedente de otras fuentes. La cantidad final de CO₂ concentrado que permanece en la troposfera incrementa el calentamiento global.

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) directos que producen las fuentes móviles, entre ellos el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), así como otros compuestos contaminantes indirectos como el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de azufre (SO₂), material particulado (PM) y óxidos de nitrato (NO_x), contribuyen a la contaminación del aire a nivel local o regional [3].

Cabe mencionar que en el material particulado (PM) se encuentra la mayor concentración de carbono negro, éste se define como la especie de carbono que se caracteriza en base a la medida de adsorción de luz y reactividad química y/o estabilidad térmica. Se produce por la combustión incompleta de los combustibles fósiles y la biomasa, en algunos casos se lo denomina con el término de hollín y/o materia orgánica, la misma que puede ser refractaria [4]. Su periodo de permanencia es relativamente corto en la atmósfera, puede ser de semanas, y contribuye con un elevado potencial en el calentamiento global.

Tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados, la población urbana actualmente experimenta efectos adversos para la salud debido a la contaminación ambiental, en parte por el creciente flujo poblacional que soportan las ciudades, produciendo un incremento del parque automotor (exceso de circulación de automóviles). Fuente, que generan gases contaminantes por la combustión de los combustibles fósiles, principalmente gasolina y diésel. [5]

La OMS en la actualización mundial de la GCA (2005) para material particulado, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, reconoce entre las fuentes principales de contaminación, al transporte por carretera (vehículos) debido a la generación de gases de efecto invernadero CO_{2e} que se producen por la combustión (quema) de la gasolina y el diésel; además porque conduce a la producción de otros tipos de gases de escape que contienen una serie de contaminantes altamente dañinos para la salud y también contribuyen a la problemática de contaminación ambiental, por lo que la OMS recomienda incluir a estos contaminantes dentro de cualquier inventario de emisiones generadas por este sector. [5]

2. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo general.

Establecer las bases preliminares para realizar inventario básico de emisiones del parque automotor en la ciudad de Guayaquil, para estimar el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes de criterio.

2.2. Objetivos específicos.

- Identificar la normativa ambiental vigente referente a la calidad del recurso aire.
- Determinar que contaminantes ambientales provienen del parque automotor de la ciudad de Guayaquil.
- Establecer una propuesta metodológica para definir una base de inventario de emisiones del parque automotor de la ciudad de Guayaquil.

3. MARCO TEÓRICO.

Se entiende como “aire ambiente”, a cualquier porción no confinada de la atmósfera, definida como mezcla gaseosa, cuya composición normal, es de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) de nitrógeno y uno por ciento (1%) de dióxido de carbono, además de las proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica (TULSMA: Anexo 3, 2015).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), define a la “contaminación” como la presencia de alguna sustancia en el ambiente, que debido a su cantidad o composición química, impide el funcionamiento de algún proceso natural o produce efectos indeseables para la salud y el medio ambiente [6].

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), considera que las fuentes móviles producen emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) procedentes de la quema de diversos tipos de combustibles, así como de otros contaminantes, los cuales contribuyen a la contaminación del aire local o regional. Además categoriza a las fuentes móviles según la actividad principal de transporte, siendo estas terrestre, todo terreno, aéreo, ferrocarril y navegación marítima y fluvial. Dentro de la categoría de fuentes móviles terrestres incluye a todo tipo de vehículos para servicio ligero (automóviles y camiones de servicio ligero), para servicio pesado (tractores de remolques y autobuses) y las motocicletas. [3]

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE REFERENTE A LA CALIDAD DEL RECURSO AIRE.

Ecuador, para enfrentar esta problemática de contaminación ambiental, desde el año 1976 como parte del programa Red Panamericana de muestreo normalizado de contaminación del aire (Red Panaire), instaló infraestructura básica para conformar la red de estaciones de muestreo de calidad de aire, cuya primera fase se dio en las ciudades de Quito, Guayaquil y Esmeraldas, y posteriormente en los años 1985 – 1986 se amplió a las ciudades de Cuenca y Ambato. [7]

Otras de las medidas adoptadas por el Estado ecuatoriano, fue la promulgación de las Políticas Ambientales Nacionales, donde establece en el artículo 4, la política, en el numeral 4 de “Prevenir y controlar la contaminación ambiental para mejorar la calidad de vida” y donde su principal estrategia es la “Prevención de la contaminación y mitigación de sus efectos, así como reparación del ambiente”. [8]

El Ministerio del Ambiente, amparado en la política ambiental nacional numeral 4, ha desarrollado iniciativas, entre las más importantes destaca: Para el año 2009, se inició la ejecución de la tercera fase del proyecto calidad del aire, con el propósito de fortalecer, consolidar y sistematizar el control de la contaminación del aire en las zonas urbanas a nivel nacional; para el año 2010 elaboró y ejecutó el “Plan Nacional

de Calidad del Aire” que determina los procesos de prevención e implementación de instrumentos de control de la contaminación del aire, con énfasis en las fuentes de origen vehicular e industrial; y en el año 2011 reformó la norma de la calidad del aire ambiente o inmisión, restringiendo los límites permisibles de concentración para los contaminantes convencionales y los contaminantes criterios.

Las consecuencias del crecimiento poblacional y el desarrollo urbano, ocasionan algunos problemas ambientales, entre los principales la contaminación de la calidad del aire causado por distintas fuentes de contaminación, es el que mayor interés demanda por los daños a la salud y ambiente. Lo que ha motivado el desarrollo de varios estudios sobre la calidad de aire que incluyen problemas puntuales de contaminación sobre este recurso; sin embargo, la mayoría de estos estudios no fueron producto de una política pública estructurada, por lo que son muy dispersos y no reflejan resultados reales. [7]

En el año 1996, el GADM (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal) del Cantón Guayaquil, preocupado por los problemas de contaminación que afecta a la ciudad, contrató a la Asociación Espey Houston & Associates, para la ejecución del Plan de Prevención y Control de la Contaminación Industrial y por otras fuentes. El estudio determina que la contaminación de la atmósfera urbana, provienen de tres fuentes contaminantes: a) *Fuentes estacionarias* (centrales termoeléctricas, grupos electrógenos e industria); b) *fuentes móviles* (tráfico vehicular, movimiento de maquinaria y construcción); y, c) *fuentes biogénicas* (ciertas especies arbóreas). Concluyendo que las fuentes móviles, a través del proceso de combustión emiten la mayoría de los contaminantes atmosféricos de criterio, debido a que el sector automotriz es el mayor consumidor de combustible fósil en la ciudad (gasolina y diésel). [9]

Consciente sobre la afectación a la calidad de aire urbano, por distintas fuentes de contaminación, la Municipalidad de Guayaquil consideró necesario establecer una herramienta que permita la gestión ambiental de este recurso para proteger la salud humana y mejorar la calidad ambiental del recurso aire en la ciudad. Para ello suscribió un convenio interinstitucional con Fundación Natura para la elaboración del “Plan de Gestión de la Calidad del Aire en la ciudad de Guayaquil”. [10]

El Plan de Gestión de la Calidad del Aire en la ciudad de Guayaquil, lejos de ser una herramienta de control ambiental, se convirtió en un diagnóstico más sobre la problemática ambiental de la ciudad, con propuestas de estrategias dirigidas a vigilar el cumplimiento de los límites permisibles de emisión en las fuentes fijas y móviles; lo que no tuvo mayor trascendencia, debido a que no definió los instrumentos técnicos y legales que permitieran a la autoridad municipal tomar acciones de control directo sobre este sector, ya que éste estaba controlado totalmente por la Comisión de Tránsito del Guayas – CTG.

En el año 2011 el Ministerio del Ambiente de Ecuador actualizó la normativa ambiental para el control de la calidad del aire ambiente, donde se incorporó dentro del grupo de los contaminantes los denominados “contaminantes criterios”, considerando de esta manera a cualquier contaminante del aire; los mismos que cuentan con un valor máximo de concentración permitida a nivel del suelo en el aire ambiente, y por lo tanto afecta a los receptores, ya sean personas, animales, vegetación o materiales, para diferentes periodos de tiempo. [11]

Los límites máximos de concentración permitidos para los contaminantes criterios del aire ambiente se encuentran establecidos en el Acuerdo Ministerial N° 050 del 4 de abril del 2011, y lo conforman los siguientes elementos:

- Partículas sedimentables (PS)
- Material particulado (PM10)
- Material particulado (PM2.5)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Dióxido de azufre (SO₂)
- Monóxido de carbono (CO)
- Ozono (O₃)

3.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CONTAMINANTE AMBIENTAL PROVENIENTE DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

De acuerdo a Mackenzie & Masten, los tipos de contaminantes que producen los vehículos, dependen de factores tales como: la tecnología del motor del vehículo, combustible utilizado y equipo de control de emisiones. El motor al ser el principal elemento que permite el movimiento del vehículo mediante la transformación de energía química (eléctrica, combustible fósil, entre otras) en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. Existen diversos tipos de motores, siendo los más comunes los de combustión interna, externa y eléctrica. El funcionamiento de los motores de combustión interna varía según el tipo de combustible que utilice, a continuación se detalla brevemente el funcionamiento de un vehículo con motor a gasolina y diésel [12].

- **Motor a gasolina.**- Alimenta al interior de un cilindro una mezcla de aire y combustible en una proporción de 14.7 a 1 estequiométricamente balanceada denominada proporción lambda. Esta mezcla es comprimida en el cilindro, que se enciende por medio de la chispa de una bujía. La energía de combustión de esta mezcla, impulsa los pistones, los cuales transmiten un movimiento longitudinal al cigüeñal, el mismo que cambia esa condición en movimiento circular, que a su vez impulsa al vehículo para su movilidad.

- **Motor a diésel.-** El suministro de aire pasa directamente al motor, no cuenta con un sistema de ignición por chispa. El aire se calienta mediante compresión, elevando la temperatura hasta unos 540°C que le permite encender el combustible cuando es inyectado en el cilindro, produciendo movimiento mecánico el mismo que se transfiere en movilidad.

Se considera que los vehículos en las zonas urbanas contribuyen en gran parte a las emisiones de Gases Orgánicos Totales (GOT), CO₂, NO_x, SO₂, partículas, compuestos tóxicos del aire y especies que reducen la visibilidad. Los gases orgánicos son emitidos por fuentes de combustión o de evaporación; los compuestos comprendidos en las emisiones de hidrocarburos son conocidos como Gases Orgánicos Totales (GOT) e incluyen todos los compuestos carbonáceos, (exceptuando carbonatos, carburos metánicos, monóxido de carbono, dióxido de carbono y ácido carbónico). [13].

Dentro del proceso de movilidad de un vehículo se generan dos tipos de emisiones: la emisión evaporativa y emisión del sistema de escape. La emisión evaporativa es aquella que proviene de varios procesos intrínsecos del vehículo.

La emisión del sistema de escape resulta de la combustión interna del motor. La figura N°1 ilustra con mayor detalle la ubicación de los puntos en el vehículo por donde los contaminantes salen a la atmósfera, siendo éstos: cárter, tanque de combustible, carburador y tubo de escape del motor. Las emisiones consideradas para esta propuesta son las que se generan en el sistema de escape mediante el proceso de combustión.

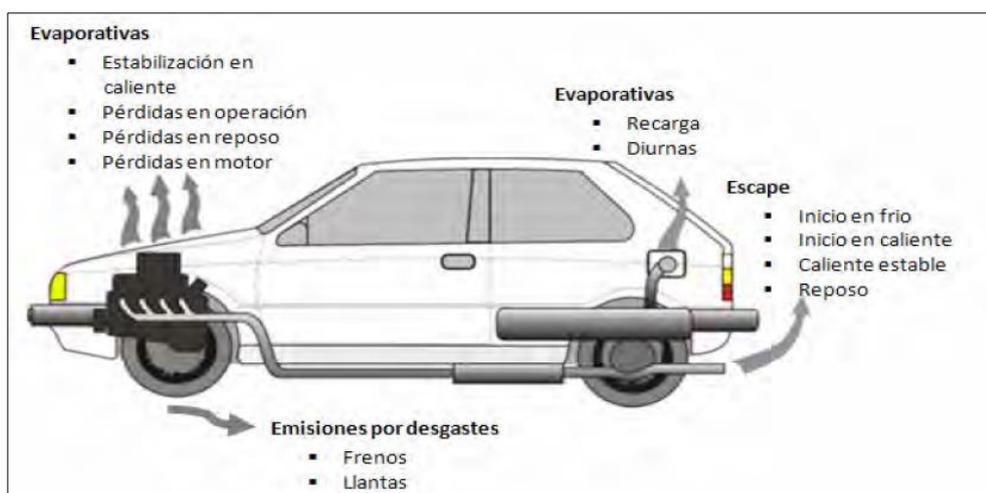


Figura N° 1. Puntos de emisión de contaminantes del vehículo.

Fuente: Propuesta metodológica para estimación de emisiones vehiculares (México).

De los puntos de emisión, el 60% son gases contaminantes liberados por el escape del motor, y está compuesto por (figura N°2):

HC = hidrocarburos
 CO = monóxido de carbono
 NO_x = óxidos nítricos

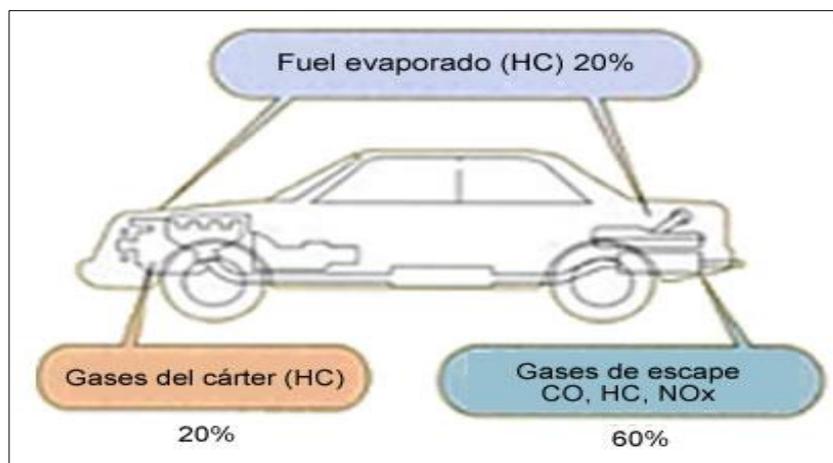


Figura N° 2. Distribución en porcentaje de emisión de un vehículo.
 Fuente: CCCAV-AC Puebla (México).

La distribución porcentual de los gases emitidos por el escape del automóvil, según la norma europea (Figura N°3), muestra en detalle la composición de gases del automotor por tipo de combustible. Ver anexo 4.

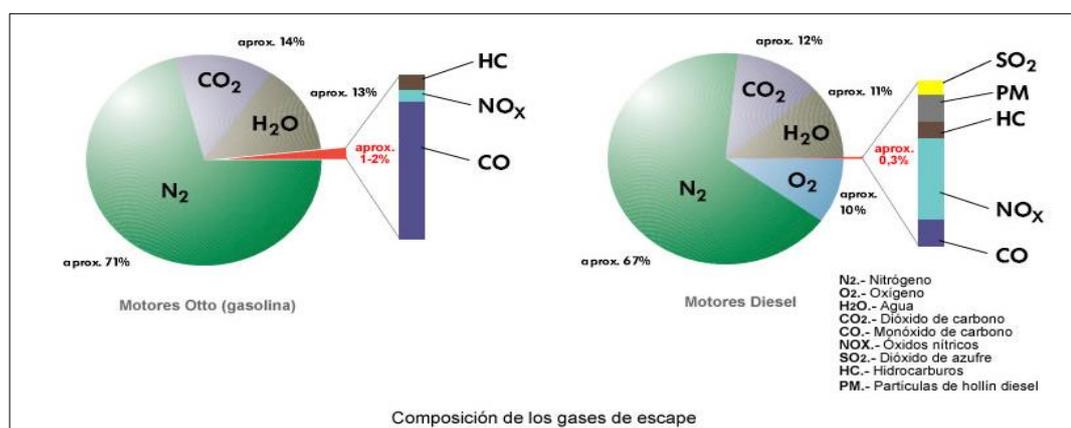


Figura N°3. Composición de los gases de escape.
 Fuente: Norma Europea.

Las sustancias nocivas para la salud representan sólo una parte mínima de todas las emisiones de un motor moderno de gasolina (generalmente entre 1 y 2% en motores a gasolina). También en los motores a diésel, las sustancias nocivas representan una parte muy pequeña de la totalidad de las emisiones sólo el 0,3% (hasta un 3% en otros

casos). La mayor parte de los gases de escape están compuestos de nitrógeno, agua y dióxido de carbono.

En la tabla N° 2 se muestra tabulada la composición porcentual de gases que despiden los motores de gasolina y diésel al ambiente.

Tabla N°2. Composición de los gases de escape.

TIPO DE CONTAMINANTE	VEHÍCULOS	
	GASOLINA	DIÉSEL
Nitrógeno (N ₂)	71%	67%
Dióxido de Carbono (CO ₂)	14%	12%
Vapor de agua (H ₂ O)	13%	11%
Oxígeno (O ₂)	-	9,7%
Monóxido de carbono (CO)	1%	0,04%
Hidrocarburos (HC)	0,5%	0,025%
Óxido de nitrógeno (NO _x)	0,5%	0,15%
Dióxido de Azufre (SO ₂)	-	0,025%
Material Particulado (hollín)	-	0,06%
Total	100%	100%

Fuente: Normativa de la Comisión Europea (CE).

La problemática de la emisión de estos contaminantes se centra en que la mayoría son considerados tóxicos y afectan directamente la salud y el medio ambiente; mientras que el dióxido de carbono a pesar de no ser tóxico, también tiene su regulación debido a que su presencia contribuye al calentamiento global.

La OMS (2005) considera que dentro de cualquier inventario de emisiones se debe considerar los contaminantes generados por el transporte de carretera que aportan con una gama de contaminantes dañinos. La US.EPA define como inventarios de emisiones a una lista, por fuente, de la cantidad de contaminantes de aire descargados en la atmósfera de una comunidad; usado para establecer estándares de emisión [6]. La OMS señala que los inventarios de emisiones son herramientas importantes y provienen de la suma de emisiones de diferentes fuentes a través de un área geográfica. [14].

Además permiten conocer las fuentes emisoras de contaminantes, así como el tipo y cantidad de contaminantes que emite cada una de ellas [15]. De acuerdo a la US.EPA, el factor de emisión, es el valor representativo que trata de relacionar la cantidad de un contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada con la liberación de dicho contaminante.

3.3. ÁREA DE ESTUDIO.

La ciudad de Guayaquil cuenta con 2'291.158 habitantes [16], siendo la ciudad más poblada del país y de mayor desarrollo de actividad económica e industrial. En relación a su flota vehicular se estima que en la ciudad circula aproximadamente 320.400 vehículos [17].

El área de estudio ha sido desagregada, para seleccionar las zonas potenciales de contaminación, para luego realizar el análisis de emisiones según el estudio base de Viteri S. y Roosevelt [18], que identificó y analizó el tráfico vehicular en siete puntos de la ciudad considerados como zonas críticas del flujo vehicular, según muestra la imagen a continuación.

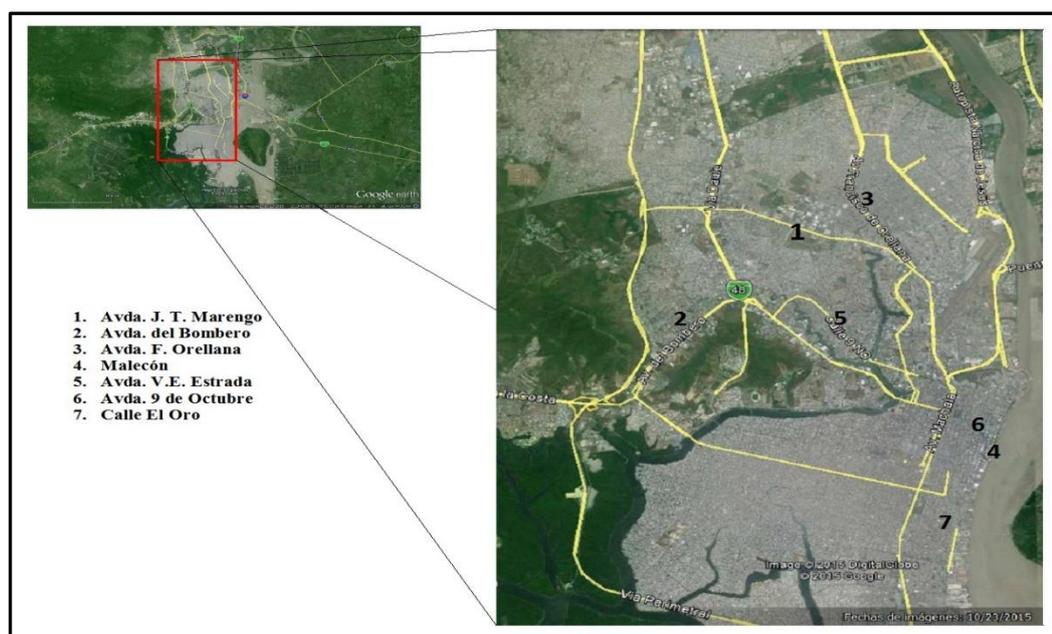


Figura N°4. Imagen satelital de Guayaquil con área de estudio.

Fuente Google Earth.

Elaboración: Autor.

En relación a su topografía, Guayaquil está asentada en el delta del río Guayas, la cual está constituida por una planicie que genera una topografía plana con pocas colinas como cerro Azul, cerro Blanco, cerro Colorado, cerro del Carmen y Santa Ana; los mismos que en promedio no superan los 200 m.s.n.m.

La ciudad presenta una característica climatológica típica de la región Litoral del Ecuador, que se encuentra bajo la influencia de las corrientes y vientos marinos que influyen sobre el clima del lugar. La variabilidad estacional muestra claramente dos periodos diferenciados, la época lluviosa que se extiende desde finales de diciembre hasta el mes de mayo con un máximo de lluvias que principalmente se genera en

marzo; el otro periodo o época seca transcurre desde junio hasta finales de diciembre que se caracteriza por la escasez de precipitaciones, siendo el mes de agosto el más seco.

La temperatura media del aire responde a la influencia estacional siendo los meses de época lluviosa los que presentan temperaturas promedio más elevadas que van de los 27 a 28 °C, mientras que durante los meses de época seca se tienen temperaturas más bajas que oscilan entre los 24 a 26 °C.

Los vientos son muy variables durante la estación de lluvias, con direcciones predominantes tanto del noreste como del suroeste, con velocidad media del viento de 2 m/s y periodos de calma del 30%, durante la estación seca la dirección predominante del viento es de suroeste con velocidad media de 4 m/s, seguidos también por la dirección de vientos muy frecuentes del sur.

Los factores abióticos como la topografía del territorio en estudio, es mayormente plana con pocas elevaciones, su cercanía al mar y su clima cálido con inviernos suaves [19], incide en la selección de la metodología de inventario de emisiones debido a la variabilidad que presentan en su potencia y rendimiento los motores de combustión interna en relación a la altitud, humedad, oxígeno etc. que afecta paralelamente en la cantidad y tipo de emisiones. [20].

4. METODOLOGÍA.

El dióxido de carbono (CO_2) es el gas de efecto invernadero más común producido por actividades antropogénicas; representa alrededor del 60 por ciento del aumento del forzamiento radiativo (capacidad de la atmósfera de filtrar la radiación térmica) producido desde la época pre-industrial. La principal fuente de emisión de CO_2 es la quema de combustibles fósiles con fines energéticos. [4]

Ante la importancia del sector energía con respecto a la quema de combustibles, es importante manifestar que las directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en el capítulo 3 combustión móvil, resalta que del resultado de la combustión interna en los automotores se generan emisiones directas, es decir elementos como el dióxido de carbono CO_2 , Metano CH_4 , Óxido nitroso N_2O , los mismos que incrementan el proceso del efecto invernadero. Como también en este proceso termodinámico se generan emisiones indirectas, cuyos elementos considerados de criterios se tiene que desagregar de las emisiones directas consideradas, y son monóxido de carbono CO , compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano COVDM, dióxido de azufre SO_2 , material particulado y óxidos de nitrato NO_2 que afectan directamente al medio ambiente y en especial a la salud de los habitantes expuestos a estos gases.

Para efecto de cuantificación de emisiones directas e indirectas es necesario tratar ambas con una sola metodología para luego separarlas porcentualmente utilizando normativas ya establecidas.

Dentro del proceso para cuantificar emisiones existen muchas metodologías, pero la aplicación de la misma va a depender de la tecnología con que cuente cada país en el momento de aplicarla, motivo por el cual, para nuestra propuesta hemos procedido a utilizar el método sugerido por las directrices del IPCC-2006 aplicable a países en vías de desarrollo (Método utilizado por el estado ecuatoriano para generar la Segunda Comunicación Nacional 2011).

En nuestra propuesta seguimos los mismos lineamientos, pero aplicada en una sola fuente (transporte), y establecer las bases para cuantificación de emisiones del transporte en la ciudad de Guayaquil. Las directrices IPCC-2006 fuente móvil volumen-2 es la metodología más apegada a nuestra realidad tecnológica en cuanto a transporte se refiere, la misma que propone tres niveles para efecto de cuantificación.

El Método de Referencia (Nivel 1) calcula solamente las emisiones de CO_{2e} provenientes de la quema de combustibles fósiles. Este método se puede utilizar en forma rápida siempre que se disponga de los balances energéticos básicos para el país en cuestión. También las emisiones de CO_{2e} se pueden calcular a un nivel más detallado (Método Sectorial). [3].

El Método de Referencia constituye una forma potencialmente útil de verificar las estimaciones de CO_{2e}, con relación al Método Sectorial, contribuyendo a identificar imperfecciones y errores. El Método Sectorial proporciona mayor nivel de detalle respecto de las actividades de combustión, responsables de las emisiones, y la mayoría de los países miembro del UNFCCC lo usan para la presentación de sus informes.

El método de nivel 1 calcula las emisiones de CO_{2e} multiplicando el combustible estimado que se vende por un factor de emisión establecido, y nos presenta la siguiente fórmula para la cuantificación de emisiones en fuente móvil.

CO₂ DEL TRANSPORTE TERRESTRE

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Dónde:

Emisión	Emisiones de CO _{2e} (Kg).
Combustible _a	Combustible vendido (TJ).
EF _a	Factor de emisión (Kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12.
a	Tipo de combustibles (gasolina, diésel, GLP, etc.).

Fuente: Directrices IPCC.2006.

La ciudad de Guayaquil presenta con mayor frecuencia congestión vehicular, especialmente en las principales vías de la ciudad, las mismas que se incrementan en horas picos como lo demuestra el estudio realizado por Viteri S. y Roosevelt [18], lo que trae como consecuencia el deterioro de la calidad del aire urbano debido a las emanaciones directas e indirectas de gases de combustión interna generada por el parque vehicular, que según la fuente de la ANT va en aumento y en forma acelerada en la ciudad de Guayaquil.

Para la elaboración de la propuesta “Bases para inventario de emisiones del parque automotor de la ciudad de Guayaquil”, se revisaron las siguientes fuentes bibliográficas sobre metodologías de cálculos de emisiones en fuentes móviles; entre las más destacadas fueron:

“Directrices para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero para fuentes móviles” del IPCC (2006) [4];

“Manual del programa de inventarios de emisiones de vehículos automotores de la Asociación de Gobernadores del Oeste de Denver, Colorado (1997)” [21];

“Unidad de Planeación Minera Energética” (UPME) del Ministerio de Ambiente de Colombia; [22].

“Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos” (US EPA) referente a factores de emisión en fuentes móviles. [6]

La información disponible referente al parque vehicular de la ciudad de Guayaquil fue obtenida de la Agencia Nacional de Tránsito mediante las publicaciones de sus anuarios, y la otra variable importante que se requiere para introducirla en la metodología es el consumo de combustible o combustible vendido en la ciudad, dato que fue obtenido de los reportes anuales de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP-Petroecuador. [23].

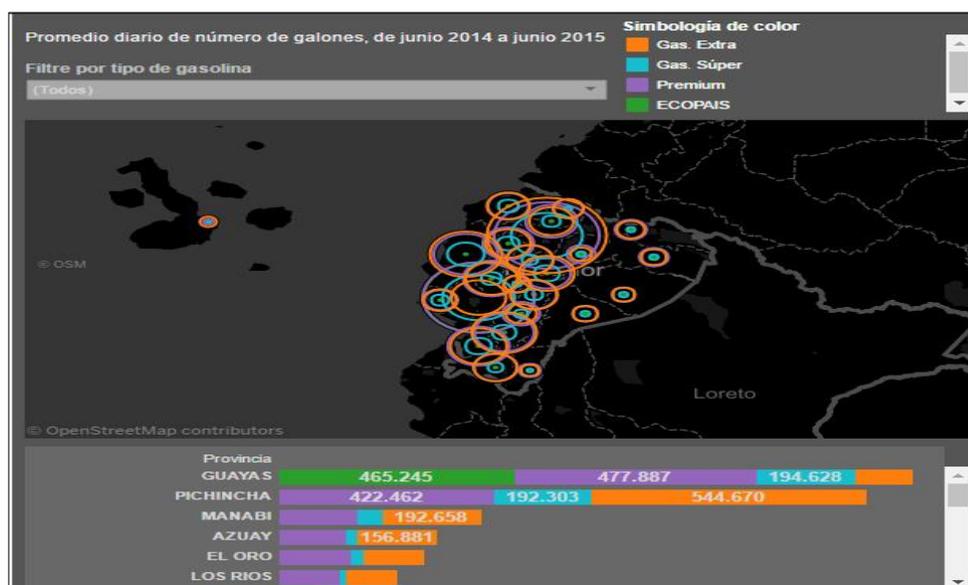


Figura N°5. Promedio diario de combustibles vendidos en galones, junio 2014 a junio 2015.

Fuente: EP-Petroecuador. Tableau-Public.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.

Es importante indicar que en el volumen 2 de las Directrices del IPCC-2006 manifiesta en su capítulo 3 Combustión Móvil, que dentro del proceso de combustión interna de los motores se generan dos diferentes tipos de emisiones llamadas emisiones directas e indirectas [4].

Entre los contaminantes que emiten las fuentes móviles de origen vehicular mediante la quema de combustible fósil (gasolina o diésel), consta el dióxido de carbono como emisión directa (CO_2), que a pesar de no estar considerado como un contaminante tóxico ni peligroso, contribuye al cambio climático. Por esta razón, se ha considerado dentro del análisis del inventario de emisiones para las fuentes móviles del transporte al dióxido de carbono, como también los gases de criterio regulados por la normativa ecuatoriana [11], y considerados como emisiones indirectas.

4.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL PARQUE VEHICULAR.

El sistema de transporte de la ciudad de Guayaquil es competencia desde el año 2014 de la Municipalidad de Guayaquil a través de la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM), sin embargo, aún no existen datos oficiales referente a la cantidad real del parque vehicular existente en la ciudad; para el efecto la ATM implementó en el año 2015 la revisión técnica vehicular (RTV) componente importante para actualizar datos oficiales, los mismos que servirán en lo posterior para utilizar metodologías que requieren información más detallada y obtener resultados de emisiones con un alto grado de certidumbre.

Es importante indicar que la ATM por el momento no cuenta con datos estratificados con respecto al consumo de combustible, es decir, la cantidad de vehículos que atomiza combustible por sistema de carburador, por sistema mono punto o multipunto con respecto a la gasolina; el tipo de catalizador con que cuenta con respecto a las emisiones de gases, etc. Información relevante a la hora de hacer estimaciones, las mismas que servirán para asignar responsabilidades de emisiones vehiculares más exactas. La norma ecuatoriana para establecer responsabilidades de contaminación por fuentes móviles, indica que el vehículo automotor con mayor periodo de vida útil es el que más contamina, por consiguiente se incrementa el valor al momento de pagar el impuesto por contaminación (Impuesto verde).

Por estas circunstancias expuestas anteriormente, los datos referente a la composición del parque vehicular, corresponden a la base de datos proporcionada por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT, 2014), cuyos resultados establecen que a nivel de país existen aproximadamente 1'717.886 vehículos motorizados; de los cuales aproximadamente 320.400 se encuentran en la provincia del Guayas.

La Figura N°6, muestra una comparación periódica del año 2013, respecto al incremento del parque vehicular a nivel de provincias en todo el país, igualmente se ha considerado las provincias donde se han registrado el mayor número de vehículos matriculados (ANT. 2013), estas provincias corresponden a Guayas (437.240), Pichincha (389.003), Manabí (148.297), Azuay (100.225) y Los Ríos (83.350).

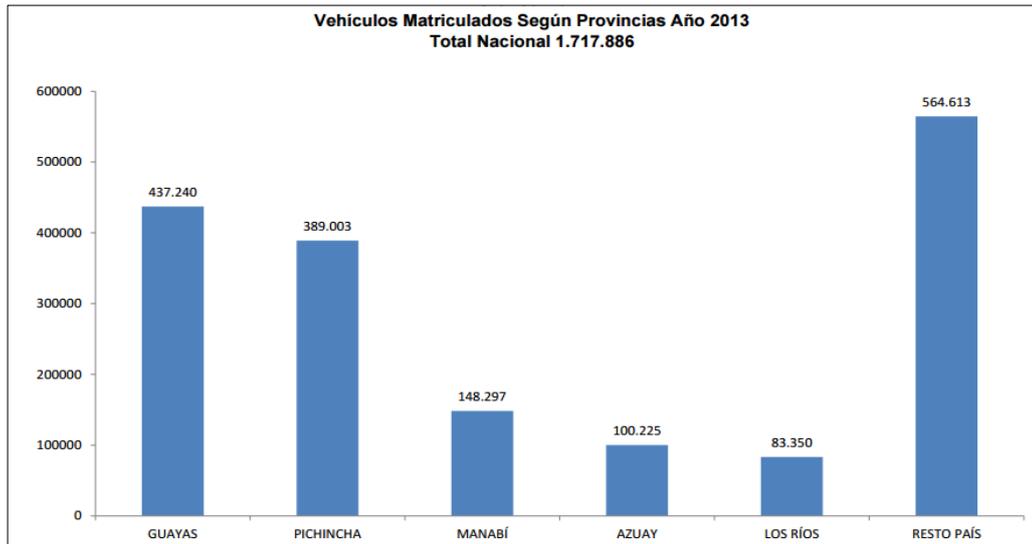


Figura N° 6 Comparativo de vehículos matriculados por provincias año 2013.

Fuente: ANT-INEC, 2014.

Elaboración: Autor.

Entre las cinco provincias comparadas corresponde al 67,42% del total de vehículos registrados en el país para el año 2013, donde Guayas posee el 25,45%, Pichincha 22,64%, Manabí 8,63%, Azuay 5,83% y Los Ríos el 4,85%; el 32,58% restante de vehículos registrados están distribuidos en las 19 provincias no consideradas en este análisis.

De acuerdo a los datos que se refleja en las barras de la figura N°6, Guayas es la provincia que presenta mayor número de vehículos registrados en los periodos de análisis; haciendo una comparación hasta el año 2013, donde el total de vehículos registrados fue de 437.240 unidades, para ese periodo se estimó una tasa de crecimiento de aproximadamente el 13%.

4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD VEHICULAR.

Para el procesamiento de información relacionada con la actividad vehicular y el tipo de combustible que consume el parque automotor, se consideró los datos publicados en los Anuarios Estadísticos de Transportes de los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Con los datos procesados, se pudo desagregar la flota vehicular con respecto al tipo de combustible que utilizan (gasolina y diésel) en la provincia del Guayas, donde los datos muestran que en el año 2014 el total de vehículos registrados arrojan la siguiente proporción: 285.443 vehículos que operan a gasolina y 34.957 vehículos que funcionan con combustible diésel.

En la Tabla N° 4 se aprecia un registro histórico de la flota vehicular por tipo de combustible durante el período del año 2010 al 2014; el registro muestra un proceso creciente de la flota hasta el año 2013, lo que no se observa en el año 2014, donde la cantidad tiende a disminuir en cuanto a la matriculación vehicular, infiriendo que se debe a la transición de la competencia del transporte, que por decreto ejecutivo la Comisión de Tránsito del Guayas (CTG) cedió al M. I. Municipio de Guayaquil el 15 de septiembre del 2014; este proceso creó un ambiente de incertidumbre en el sistema, motivo por el cual un gran porcentaje de propietarios fueron a matricular sus vehículos a otras provincias. Para el año 2015 se creó la ATM (Agencia de Transporte Municipal), y este mismo año se inició la revisión técnica vehicular para efecto de matriculación e inspección del parque automotor en la ciudad de Guayaquil, lo que permitirá obtener datos de primera mano para posteriores análisis.

Tabla N° 4. Vehículos matriculados por periodos.

Año	Vehículos Gasolina	Vehículos Diésel	Total Vehículos
2010	269.488	32.435	301.923
2011	321.303	37.313	358.616
2012	355.607	42.536	398.143
2013	386.887	48.853	435.740
2014	285.443	34.957	320.400

Fuente: INEC-ANT (2010, 2011, 2012, 2103 & 2014)

Elaboración: Autor.

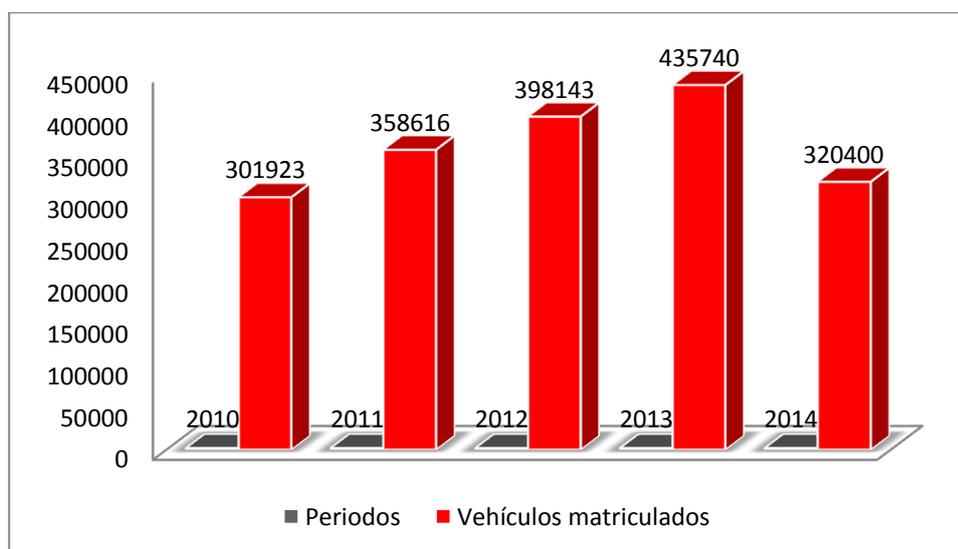


Figura N° 7. Comparativo de vehículos matriculados entre los periodos 2010- 2014 en la provincia del Guayas.

Fuente: ANT-INEC, 2014.

Elaboración: Autor.

La Figura N°8 muestra la tendencia de crecimiento de la flota vehicular dentro del período 2010 a 2014.

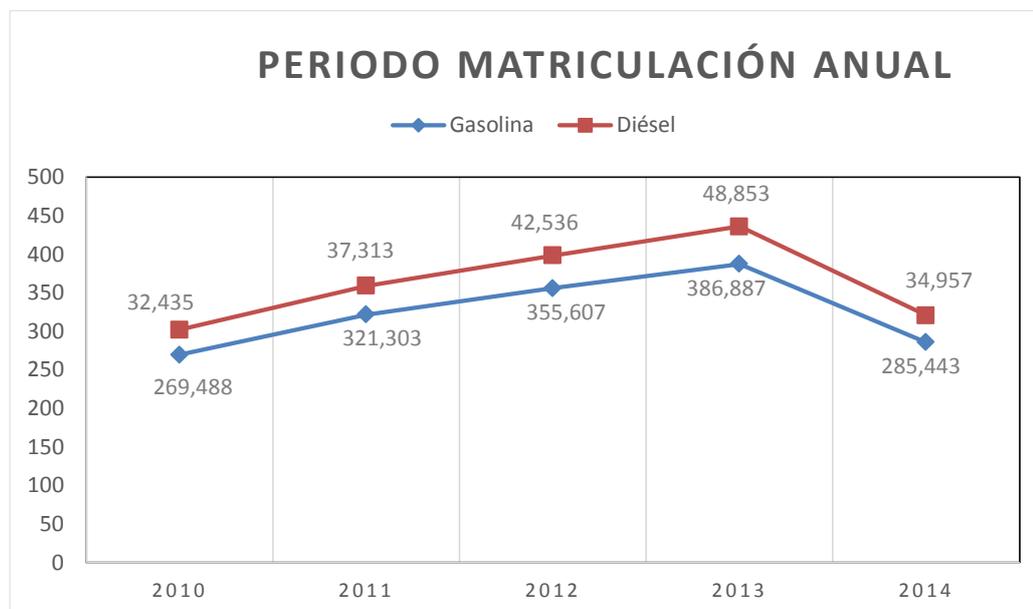


Figura N° 8. Periodo matriculación anual 2010-2014.

Elaboración: Autor.

4.4. SELECCIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN.

Las “directrices del IPCC-2006 volumen 2 para cuantificar emisiones en su capítulo 3 fuentes móviles”, establece que las emisiones se pueden clasificar según se trate de emisiones directas o indirectas. Y como emisiones directas consideradas, las procedentes de fuentes que controla o posee el sujeto que genera la actividad (Catalizadores), dentro de las que se incluye las emisiones derivadas de la combustión de combustibles y transporte de flota propia [24].

Para el cálculo de las emisiones por la quema de combustibles fósiles (consumo de combustible), las directrices del IPCC-2006 volumen 2 indica que se las puede realizar utilizando unidades energéticas (kWh o J) o unidades físicas (m^3 , kg, entre otros).

A continuación la Tabla N° 5, presenta los factores de conversión en función del poder calorífico por tipo de combustible a combustionar en unidades de energía (TJ) y el factor de emisión (tC/TJ), expresado en función del consumo, en unidades estandarizadas y registradas en las directrices IPCC-2006 fuentes móviles.

Tabla N°5. Factores de conversión y emisión para los combustibles seleccionados.

SECTOR: ENERGÍA		
Ejercicio para la evaluación de uno mismo 1: Grada Del Acercamiento De la Referencia del C _o 2 1 (ii)		
OTROS DATOS LIGADOS A LA CONSUMICIÓN DE COMBUSTIBLES		
TIPOS DEL COMBUSTIBLE	FACTOR DE LA CONVERSIÓN Tonelada TJ/1000	CARBON EMISSION FACTOR t C/TJ
CRUDE OIL	38.95	20
GASOLINE	44.95	18.9
JET KEROSENE	44.15	19.5
OTHER KEROSENE	43.87	19.6
GAS/DIESEL OIL	43.16	20.2
RESIDUAL FUEL OIL	40.57	21.1
LPG	47.65	17.2
ANTHRACITE	33.01	26.8
SOLID BIOMASS	16.23	29.9



Fuente: Directrices IPCC-2006 sector energía-fuentes móviles.

La tabla N° 6 presenta la fracción de carbono existente en los diferentes tipos de combustibles de acuerdo a su naturaleza, dato importante para ser aplicado en la hoja de cálculo de emisiones del IPCC 2016.

Tabla N°6. Fracción de Carbono.

Fracción de carbono oxidado (Recomendado por defecto)	
Carbón ^(a)	0,98
Petróleos y derivados.	0,99
Gas.	0,995
Turba para la generación de electricidad ^(b)	0,99
<p>(a) Esta cifra es un promedio global pero varia para los diferentes tipos de carbón, y pueden llegar a ser tan bajo hasta 0,91.</p> <p>(b) La fracción de carbono de la turba utilizada en los hogares, puede ser mucho menor.</p>	

Fuente: Directrices IPCC-2006 sector energía-fuentes móviles.

4.5. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO DE EMISIONES.

De la información disponible respecto al tipo de combustible que utiliza el parque automotor del país, se obtuvo datos (EP-Petroecuador) del volumen de consumo diario promedio de los siguientes combustibles fósiles: “Gasolina súper” con un nivel de consumo de 194.628 gal/día, del “diésel Premium” con un nivel de consumo de 447.887 gal/día, así como del biocombustible denominado “Ecopaís” con un 10% de etanol anhidro que registra un nivel de consumo de 465.245 gal/día.

Para determinar la cantidad del consumo anual se realizaron las siguientes operaciones: multiplicando el consumo diario del combustible promedio por 30 días del mes y por 12 meses del año, obteniendo las cantidades expuestas en la Tabla N° 7. Las cantidades resultantes en galones las convertimos en toneladas métricas, según el requerimiento de la metodología (directrices del IPCC-2006), la misma que clasifica las emisiones en directas e indirectas, incluyendo dentro de éstas las derivadas de la combustión de combustibles, estableciendo un factor de emisión para cada tipo de carburante utilizado por los distintos vehículos de transporte.

En la tabla N° 7, se detalla los vehículos matriculados en el período 2014, y el consumo anual de combustible (expresado en gl/año) utilizado por la flota vehicular en nuestra área de estudio.

Tabla N° 7. Consumo por tipo de combustible (gal/año)

Tipo de vehículos	Vehículos matriculados (2014)	Consumo (gal/año)		
		Gasolina “Súper”	Bio-etanol “Ecopaís”(10%)	Diésel Premium
Motor a gasolina	285.443	70'066.080	167'488.200	-
Motor a diésel	34.957	-	-	161'239.320

Elaboración: Autor.

4.6. CÁLCULO DE EMISIONES.

La metodología para el cálculo del factor de emisión de los combustibles fósiles, específicamente para la aplicación en la gasolina y diésel, se ha considerado la propuesta del IPCC que se encuentra en sus “directrices-IPCC-2006 volumen 2 para cuantificar emisiones en su capítulo 3 fuentes móviles”.

La hoja de trabajo proporcionada por el IPCC (ver Tabla N° 9) establece como medida de consumo la expresión de toneladas métricas/año (Tm/año), para el efecto convertimos la cantidad de combustible consumido (galones/año) expresadas en el cuadro anterior a Tm/año según requerimiento de la metodología.

Por lo tanto el resultante de la conversión luego de dividir la cantidad total del combustible gasolina consumida (237'554.280 gal/año) para 347,59 que es la cantidad de galones que contiene una tonelada métrica de dicho combustible, con una densidad de 0,76 gr/cm³, dando como resultado 683.426,5 Tm/año.

Para el diésel, tenemos el consumo de la sustancia (161'239.320 gal/año) para 310,79; con una densidad 0,85 gr/cm³, dando como resultado 518.804,7 Tm/año, como lo demuestra la tabla N° 8.

Tabla N° 8. Consumo por tipo de combustible (Tm/año).

Tipo de vehículos	Vehículos matriculados (2014)	Consumo (Tm/año)		
		Gasolina “Súper”	Bio-etanol “Ecopaís”(10%)	Diésel Premium
Motor a gasolina	285.443	201.575	481.851,5	-
Motor a diésel	34.957	-	-	518.804,7

Elaboración: Autor.

El factor de conversión en poder calorífico correspondiente para el combustible gasolina es 0,04495 TJ y 0,04316 TJ para el diésel como se pueden observar en la tabla N° 5; multiplicando este factor por la cantidad de combustible consumido anualmente en toneladas métricas, obtenemos el consumo de combustible total en Tera Joule (energía calorífica del combustible).

La misma tabla nos proporciona el factor de emisión de carbono siendo 18,9 tC/TJ (toneladas de carbón por Tera Joule) para la gasolina, mientras que para diésel el valor es 20,2 tC/TJ. Los datos anteriormente obtenidos los multiplicamos por su

factor de emisión, obteniendo los siguientes contenidos de carbono, 580.608,43 tC por concepto de gasolina y 452.310,56 tC por concepto del diésel.

Tabla N° 9. Hoja de cálculo de emisiones del IPCC-2006.

DIRECTRICES DEL IPCC PARA LOS INVENTARIOS NACIONALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (VERSION REVISADA EN 1996) LIBRO DE TRABAJO.												
MÓDULO	ENERGÍA											
SUB MÓDULO	CO ₂ PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍA DE FUENTE (NIVEL 1)											
HOJA DE TRABAJO	CÁLCULOS PASO A PASO											
HOJA	TRANSPORTE											
	PASO 1		PASO 2		PASO 3		PASO 4		PASO 5		PASO 6	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
TRANSPORTE	CONSUMO ustonsdsz métricas	FACTOR DE CONVERSI N (T)/(unidades)	CONSUMO (T) C=(AxB)	Factor de Emisión de Carbono (t C/T) E=(C/D)	Contenido de Carbono (t C) E=(C/D)	Contenido de Carbono (Gg C) F=E x 10 ⁹	Factor del Carbono Almacenado	Carbono Almacenado (Gg C) H=(F x G)	Emisiones Netas de Carbono (Gg C) I=H	Fracción del Carbono	Emisiones Reales de Carbono (Gg C) K=I x J	Emisiones Reales de CO ₂ (Gg CO ₂) L=(K x (44/12))
Emisión Nacional ²												
Gasolina			0		0	0		0	0	0	0	0
Diésel para motores de reacción			0		0	0		0	0	0	0	0
			Sub Total		0						Sub Total	0
Transporte por Carretera												
Gas Natural			0		0	0		0	0	0	0	0
GLP			0		0	0		0	0	0	0	0
Gasolina	683426,54	0,04495	30720,02	18,90	580608,43	580,61	0,00	0,00	580,61	0,99	574,80	2107,61
Gasóleo/ fuelóleo	518804,72	0,04316	22391,61	20,20	452310,56	452,31	0,00	0,00	452,31	0,99	447,79	1641,89
			Sub Total		53111,63						Sub Total	3749,50
Transporte Ferroviario												
Gasóleo/fuelóleo			0		0	0		0	0	0	0	0
Fuelóleo Residual			0		0	0		0	0	0	0	0
Antracita			0		0	0		0	0	0	0	0
Otro carbón bituminoso			0		0	0		0	0	0	0	0
Coque de horno de coque			0		0	0		0	0	0	0	0
			Sub Total		0						Sub Total	0
Navegación Nacional ²												
Gasolina			0		0	0		0	0	0	0	0
Gasóleo/fuelóleo			0		0	0		0	0	0	0	0
Fuelóleo Residual			0		0	0		0	0	0	0	0
Lubricantes			0		0	0		0	0	0	0	0
Carbón sub bituminoso			0		0	0		0	0	0	0	0
			Sub Total		0						Sub Total	0
Transporte por tubería												
Gas natural			0		0	0		0	0	0	0	0
			Sub Total		0						Sub Total	0
			Total del transporte ²		53111,63						Total del transporte	3749,50

Fuente: Directrices IPCC-2006.
Elaboración: Autor.

Una vez obtenido el contenido de carbono de los combustibles analizados, multiplicamos estos valores por la fracción de carbono por defecto (IPCC) que contiene tanto el combustible gasolina como el diésel. El valor es del 0,99 para ambos como lo demuestra la Tabla N° 6, para petróleos y derivados.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología propuesta contiene un margen de error del 2,5 %, es decir los datos proporcionados (factores) son por defecto, como lo demuestra el documento: directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en el capítulo 3 combustión móvil cuando trata sobre la incertidumbre.

Luego de introducir todos los datos en la hoja de trabajo (IPCC) obtenemos los siguientes resultados sobre las emisiones reales de CO_{2e}, que se generaron en la ciudad de Guayaquil, por la combustión de combustible fósil en la fuente transporte: Por combustible gasolina se obtuvo 2'107.610 tCO_{2e}, mientras que para el diésel 1'641.890 tCO_{2e}, arrojando un total de 3'749.500 tCO_{2e} de emisiones al medio ambiente.

Tabla N° 10. Emisiones directas por tipo de combustible.

Combustibles	Emisión de gases (tCO _{2e} /año)		Emisiones Totales (tCO _{2e})
	Gasolina	Diésel	
Gasolina	2'107.610		2'107.610
Diésel		1'641.890	1'641.890
			3'749.500

Fuente: Hoja de trabajo de las Directrices IPCC-2006.

Elaboración: Autor.

La metodología empleada establece para el cálculo de emisiones directas valores expresados en CO_{2e}, sin embargo los resultados finales obtenidos en nuestra propuesta lo desagregamos utilizando los porcentajes establecidos por la Normativa Europea expuesta en la figura N° 3, para los diferentes tipos de vehículos según el combustible que combustionen. Obteniendo los valores porcentuales de las emisiones indirectas.

La tabla N° 11 registra porcentualmente los resultados finales de las emisiones generadas por el parque automotor en la ciudad de Guayaquil.

Tabla N° 11. Distribución Porcentual de Emisiones de gases directos e indirectos.

TIPOS DE CONTAMINANTES	VEHÍCULOS		Emisión de gases directos e indirectos (t/año)	
	GASOLINA	DIÉSEL	GASOLINA	DIÉSEL
Nitrógeno (N ₂)	71%	67%	1'496.403,1	1'100.066,3
Dióxido de Carbono (CO ₂)	14%	12%	295.065,4	197.026,8
Vapor de agua (H ₂ O)	13%	11%	273.989,3	180.607,9
Oxígeno (O ₂)	-	9,7%	0	159.263,33
Monóxido de carbono (CO)	1%	0,04%	21.076,1	656,76
Hidrocarburos (HC)	0,50%	0,025%	10.538,05	410,47
Óxido de nitrógeno (NO _x)	0,50%	0,15%	10.538,05	2.462,83
Dióxido de Azufre (SO ₂)	-	0,025%	0	410,47
Material Particulado (hollín)	-	0,06%	0	985,13
Total	100%	100%	2'107.610	1'641.890

Fuente: Norma Europea.

Elaboración: Autor.

5. RESULTADOS.

De la recopilación de datos respecto a la selección de vehículos que funcionan a base de gasolina y diésel realizada anteriormente, en la Figura N° 9 se demuestra que aproximadamente el 89% (285.443) del parque vehicular existente en la ciudad de Guayaquil opera a base de gasolina (súper y ecopaís), y el 11% (34.958) funciona a base de combustible diésel.

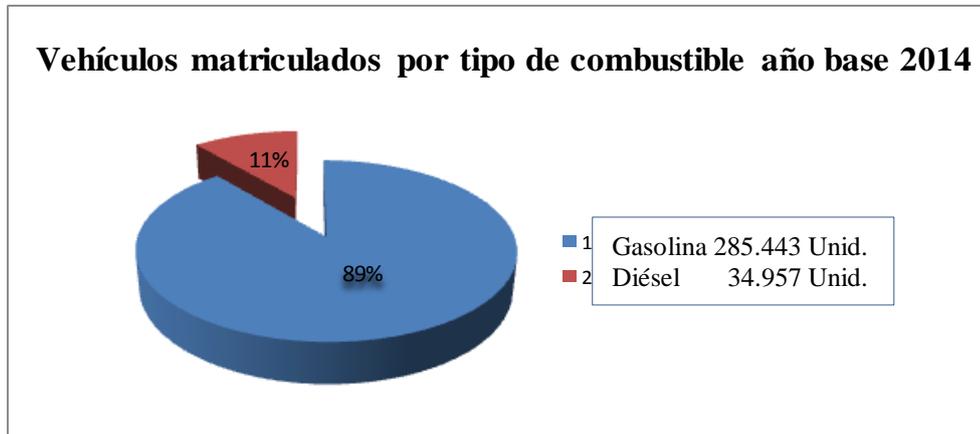


Figura N° 9. Distribución porcentual del parque vehicular.
Elaboración: Autor.

Del cálculo realizado para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero, para vehículos a gasolina y diésel, en la Figura N° 10 demostramos que los vehículos que operan con gasolina aportan al medio ambiente el 57% del total, mientras que los automotores que combustionan diésel para su funcionamiento generan un 43%.

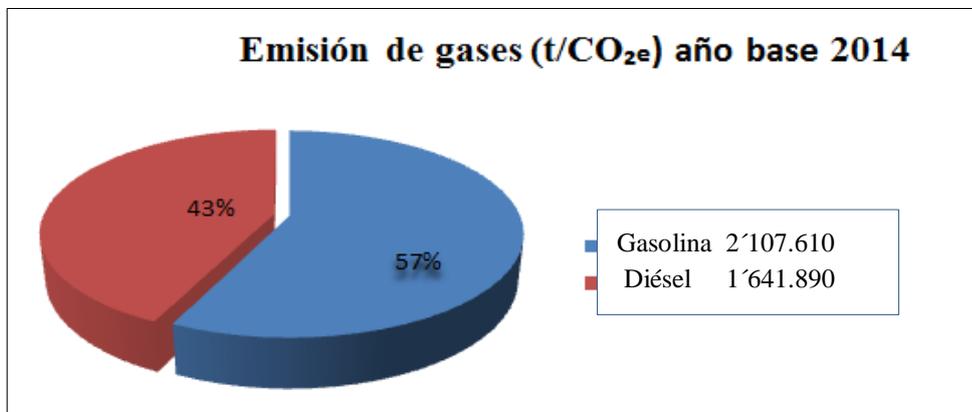


Figura N° 10. Porcentaje de emisiones vehicular según tipo de combustible
Elaboración: Autor.

La “Base para Inventario de Emisiones del Parque Automotor en la ciudad de Guayaquil”, ha considerado como datos de emisión los gases directos, encerrados en una sola expresión y denominados CO₂ equivalentes (CO_{2e}), según la normativa vigente del IPCC 2006, los datos obtenidos con respecto a las emisiones totales directas (CO_{2e}) en nuestra propuesta los desagregamos aplicando Normativa Europea (figura N^o 3), que establece la composición de los gases de escapes por tipo de combustible en los vehículos automotores, como lo demuestra figura N^o 11 y 12 respectivamente.

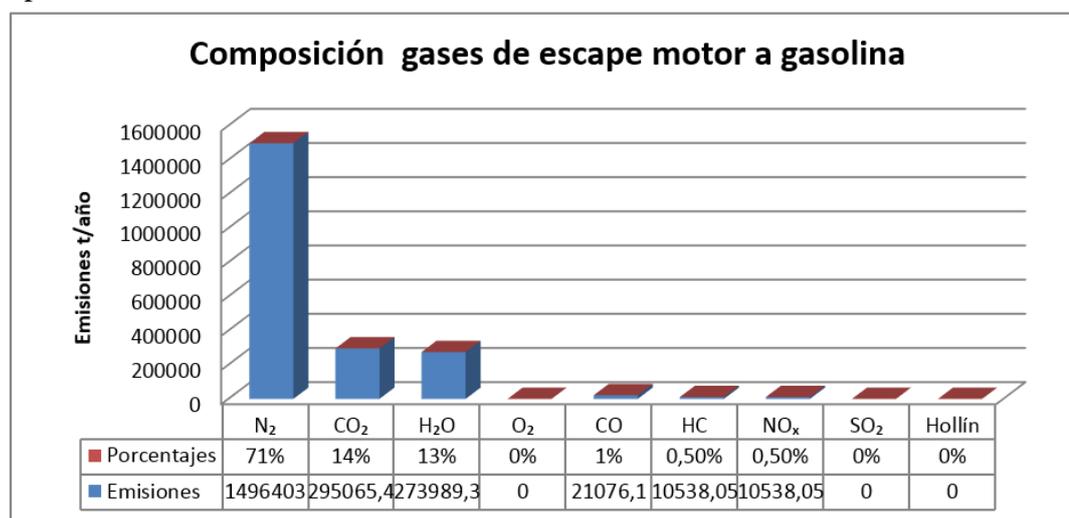


Figura N^o 11. Porcentaje de emisiones en combustible gasolina.
Elaboración: Autor.

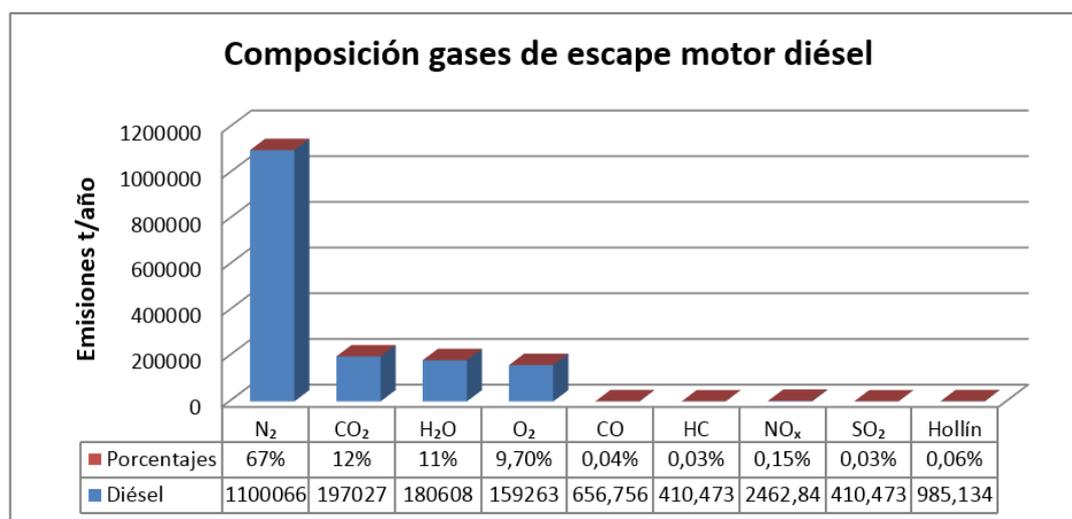


Figura N^o 12. Porcentaje de emisiones en combustible diésel.
Elaboración: Autor.

Para la aplicación de la metodología en nuestra propuesta, que permitió estimar emisiones provenientes de la operación vehicular, fue necesario investigar acerca de las herramientas y los antecedentes históricos de algunos modelos de cuantificación de emisiones que se utilizan en Estados Unidos y México, tales como el MOBILE 6 y MOVES. Mientras que en Europa se utiliza el modelo COPERT, EURO5 el cual fue desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, y es aplicado ampliamente para la estimación de emisiones y la integración de inventarios.

Las emisiones que resultan de la operación de un vehículo se deben a un conjunto de procesos conformados internamente en el motor y en su descarga, siendo algunos: el combustible, tipo de tecnología, el modo de uso etc. Es decir, que las emisiones emitidas a la atmósfera se deben a la interacción de muchos factores y no de alguno en particular. Por lo que para evaluar los impactos ambientales y sugerir alternativas efectivas de mejora ambiental, se requiere considerar muchos aspectos, por lo que no podemos pensar en un cambio de combustibles únicamente, sino también en la tecnología del motor que se está usando, o se va usar en el país y algunos otros factores determinantes para la elaboración de un inventario minucioso.

Para comparar los resultados obtenidos con la aplicación del método (IPCC-2006), se utilizó un programa (calculadora) de emisiones propuesto por el Gobierno colombiano (FECOC) [22], cuyos resultados fueron prácticamente iguales a los obtenidos por el nivel 1 del método IPCC-2006 en nuestra propuesta, con una diferencia de 0,001%.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se usa de forma satisfactoria el nivel 1 del método Referencial del IPCC-2006 para estimar las emisiones vehiculares de la ciudad de Guayaquil. No se puede usar los niveles 2 y 3 por falta de información técnica sobre el parque automotor.

De la información existente consultada y analizada se concluye que el principal aporte de contaminación se produce por el consumo de combustible fósil (gasolina y diésel), siendo el principal demandante el sector de transportación terrestre. El consumo de combustible en la ciudad para el año 2014 fue: para gasolina 240'853.645 mientras que para el diésel fue de 163'478.755 galones aproximadamente. La combustión de estos volúmenes de combustible generó 3'749.500 tCO_{2e} a la atmósfera.

El resultado de este inventario, servirá como base para el control y seguimiento de la calidad de aire en cada jurisdicción de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, a fin de que puedan establecer políticas locales para el mejoramiento de la calidad del recurso aire y calidad de vida de sus habitantes.

Las emisiones vehiculares de CO_{2e} para el 2014 estimadas en este estudio, representan el 55% de las emisiones de la ciudad de Guayaquil, en base al documento de la Huella de Carbono generada en la ciudad para el año 2015 considerando diferentes fuentes de contaminación (6'878.374 tCO_{2e}). [25]. Indicando que las emisiones per cápita en Ecuador para el año 2010 fueron de 2.4 tCO_{2e}.

Los resultados de la estimación de emisiones vehiculares obtenidas en esta investigación aplicando el nivel 1 del Método Referencial del IPCC-2006, se comparó haciendo uso del programa FECOC [22] (Factores de Emisión de los combustibles Colombianos) del Gobierno de Colombia, obteniéndose resultados muy similares.

Los diferentes documentos analizados para establecer nuestra propuesta en distintos períodos de tiempo, han determinado que el parque automotor es la mayor fuente de contaminación ambiental, por lo tanto es necesario que todo intento por minimizar el impacto sea orientado para mejorar las condiciones de la calidad del aire, y debe enfocarse hacia los sistemas de transportación.

El Estado ecuatoriano ha establecido normativas técnicas (Normas INEN) y ambientales (Normas de la Calidad del Recurso Aire) orientadas para la prevención y control de la contaminación del recurso aire. Bajo este criterio se recomienda que el GAD municipal por intermedio de la Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil replique las iniciativas de otras provincias como Quito y Cuenca las mismas que cuentan con información técnica, científica y análisis de monitoreos en las principales zonas críticas de contaminación de las ciudades.

Adicionalmente, se recomienda incentivar la adquisición de vehículos con nueva tecnología que se ajusten a normas establecidas con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero, Así como, promover a las distribuidoras de combustibles mejorar la calidad de sus productos, adicionado aditivos, o mejorando el diésel por sistema de ultra filtrado.

Extender el plan Renova (chatarrización), no solamente a la transportación pública sino también a los vehículos particulares de más de 15 años de antigüedad. Incrementar el transporte masivo, para poder retirar gran parte de la flota automotor publica que haya cumplido su vida útil de trabajo. Regular la circulación vehicular en horas pico (pico y placa) además, implementar sistema de ciclo vías y promover el uso de bicicletas, especialmente en áreas de mayor flujo vehicular.

Socializar las ventajas de la Revisión Técnica Vehicular implementada para el año 2015 en la ciudad, la incertidumbre de este proceso permite que los propietarios de vehículos más antiguos realicen la inspección en otras ciudades cuya revisión es más flexible, para luego retornar a la ciudad a seguir contaminando.

Para futuros inventarios de emisiones directas e indirectas del parque vehicular de la ciudad, se deberá considerar además de los gases de efecto invernadero, otros gases que no constan en la desagregación porcentual de la norma Europea tales como: material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y los compuestos orgánicos volátiles (COV), para mejorar los estudios realizados en cuanto a estimaciones de gases se refiere.

También es necesario que la información pública en cuanto a transportación vehicular y estadísticas de consumo de combustibles se refiere, sea más accesible para la investigación, y poder realizar análisis previos respecto a la cantidad real de las unidades vehiculares que operan en la ciudad, el tipo de tecnología con que cuentan, su tiempo de vida útil, etc. el que esta información sea pública y abierta se podría mejorar las estimaciones de emisiones que requieran variables más complejas.

7. REFERENCIAS.

- [1] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) “Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y Cambio Climático”. Dic. 2007. Cap 2.2, págs. 26,27.
- [2] IPCC-1995 Grupo 1 segunda evaluación. Cap. 4.6, pág 9 - <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-sp.pdf>.
- [3] GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO - IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2: Energía, capítulo 3 “Combustión móvil”.
- [4] GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO - IPCC. (1995). Tercer Informe de Evaluación. Anexo B. Glosario de términos 1995.
- [5] World Health Organization Regional Office for Europe. (2006). Air Quality Guidelines, Global Update 2005 “Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide”; Parte 1: Application of air quality guidelines for policy development and risk reduction. Pg. 15-16.
- [6] EPA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS (2015). <https://espanol.epa.gov/espanol/terminos-c>
- [7] G.A.D. MUNICIPAL DE GUAYAQUIL (2001). Diagnóstico de las condiciones locales y situación actual de la Dirección de Medio Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil para implementar el sistema de monitoreo y vigilancia de la calidad del recurso aire en la ciudad.
- [8] MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR (2009). Política Ambiental Nacional. Acuerdo Ministerial 086 del 2 de octubre del 2009.
- [9] ESPEY, HUSTON Y ASOCIATES – COPADE & GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN GUAYAQUIL (1996). Estudio “Plan de Prevención y Control de la Contaminación Industrial y otras Fuentes en Guayaquil”. Informe Final. El estudio del Plan de Prevención y Control de la Contaminación, inició su ejecución el 29 de octubre del año 1996.

[10] FUNDACIÓN NATURA & GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN GUAYAQUIL. (2005). Plan de Gestión de la Calidad del aire en la ciudad de Guayaquil.

[11] MINISTERIO DEL AMBIENTE (2011). Acuerdo N° 050 Reforma de calidad del aire ambiente o inmisión. Libro VI, Anexo 4 del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Registro Oficial N° 464 del 7 de junio del 2011.

[12] Mackenzie, D & Masten, S. (2005) Ingeniería Ambiental y Ciencias Ambientales. McGraw Hill. Contaminación del aire.

[13] Asociación de Gobernadores del Oeste Denver, Colorado & Comité Asesor Binacional (1997). Manual del programa de inventarios de emisiones México. Vol. II: Fundamentos de inventarios de emisiones finales Pg. 53.

[14] World Health Organization Regional Office for Europe. (2006). Air Quality Guidelines, Global Update 2005 “Part Seiculate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide”; Parte 1: Application of air quality guidelines for policy development and risk reduction. Pg. 18.

[15] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2013). Gestión Ambiental “Inventario de emisiones”. México.

[16] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS – INEC. (2014).

[17] AGENCIA NACIONAL DE TRANSITO 2014. Anuario Estadístico de Transportes 2014.

[18] SÁENZ DE VITERI & ROOSEVELT (2014). Tesis. “Gestión Ambiental y el uso de medio de transporte ecológico en la ciudad de Guayaquil”. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

[19] Comunidad de Trabajo de los Pirineos. (2016). Catalunya. Recuperado de: <https://ctp.org/modulos.php?idmodulos=10&id=es>

[20] LAPUERTA MAGÍN, O., ARMAS, J. R., AGUDELO Y A., AGUDELO. (2005). Estudio del efecto de la altitud sobre el proceso de combustión de motores a diésel. Estudio del Efecto de la altitud sobre el comportamiento de motores de combustión interna: Motores a Diésel. Article December 2005. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/28136859>

[21] Asociación de Gobernadores del Oeste de Denver & Comité Asesor Binacional. (1997). Manual del programa de inventarios de emisiones de México. Volumen VI: Desarrollo de inventarios de emisiones de vehículos automotores. Denver, Colorado.

[22] “Unidad de Planeación Minera Energética” (UPME) del Ministerio de Ambiente de Colombia:
http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/Aplicacion/calculadora.html

[23] EMPRESA PÚBLICA DE HIDROCARBUROS DEL ECUADOR EP PETROECUADOR. <http://especiales.elcomercio.com/2015/10/gasolineras/#mercado>

[24] OFICINA CATALANA DEL CAMBIO CLIMÁTICO (2015). Guía Práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). España.

[25] HUELLA DE CIUDADES (2015). <http://www.huelladeciudades.com/>

8. ANEXOS

ANEXO N° 1. Límites permisibles de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres a Gasolina.

<i>Tabla 1. Límites de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).</i>				
Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1500 **	1500 – 3000**	0 – 1500 **	1500 – 3000**
2000 y posteriores	1	1	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

* Volumen
 **Altitud=metros sobre el nivel del mar (msnm)

NTE INEN 2204							2002-09
TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos)							
Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/k m	HC g/k m	Nox g/k m	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
Vehículos Livianos			2,1	0,25	0,62	FTP - 75	2
Vehículos Medianos	≤ 3860	≤ 1700	6,2	0,5	0,75		2
		1700 - 3860	6,2	0,5	1,1		2
Vehículos pesados**	> 3860 ≤ 6350		14,4	1,1	5	Transporte pesado	3
	> 6350		37,1	1,9	5		4

* Prueba realizada a nivel del mar
 ** en g/o HP-h (gramos/brake Horse Power-hora)

TABLA 3. Límites de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos)

<i>Categoría</i>	<i>Peso bruto del vehículo kg</i>	<i>Peso de Referencia kg</i>	<i>CO g/km</i>	<i>HC + Nox g/km</i>	<i>CICLOS DE PRUEBA</i>	<i>Evaporativas g/ensayo SHED</i>
<i>M1⁽¹⁾</i>	<i>≤ 3500</i>		<i>2,72</i>	<i>0,97</i>	<i>ECE 15 + EUDC</i>	<i>2</i>
<i>M1⁽²⁾, NI</i>		<i>< 1250</i>	<i>2,72</i>	<i>0,97</i>		<i>2</i>
		<i>> 1250 < 1700</i>	<i>5,17</i>	<i>1,4</i>		<i>2</i>
		<i>> 1700</i>	<i>6,9</i>	<i>1,7</i>		<i>2</i>
<i>* Prueba realizada a nivel del mar</i>						
<i>1) Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas</i>						
<i>2) Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas</i>						

ANEXO N° 2. Límites permisibles de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres a Diésel.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor diésel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos)							
Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	Nox g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
Vehículos Livianos	Todos	Todos	2,10	0,25	0,62	0,12	FTP - 75
Vehículos Medianos	≤ 3860	≤ 1700	6,2	0,5	0,75	0,16	
		>1700 ≤ 3860	6,2	0,5	1,1	0,28	
Vehículos pesados**	> 3860	Todos	15,5	1,3	5,0	0,10****	Transporte pesado
* prueba realizada a nivel del mar							

TABLA 2. Límites de emisiones para fuentes móviles con motor diésel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos)							
Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso de Referencia kg	CO g/km	HC g/km	Nox g/km	Partículas g/km	CICLO S DE PRUEBA
M1 ⁽¹⁾	≤ 3500	Todos	2,72	0,97		0,14	FTP - 15 - EUDC
M1 ⁽²⁾ , N1		< 1250	2,72	0,97		0,14	
		> 1250 ≤ 1700	5,17	1,4		0,19	
		> 1700	6,9	1,7		0,25	
N2, N3, M2, M3 ⁽³⁾	> 3500	Todos	4,0	1,1	7,0	0,15	ECE - 49
* Prueba realizada a nivel del mar							

ANEXO N^o 3. Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre)

Año modelo	% Opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

ANEXO N^o 4. Normas Euro (Comunidad Europea):

<https://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/sondas-lambda/aspectos-basicos-de-los-gases-de-escape/normas-euro/>

Home | Descargas | Contacto | Prensa
Español
Centro de búsqueda

» Buscador de productos » Productos y tecnologías
Tecnología en detalle
» Distribución » La empresa

Bujías de encendido

Calentadores

Cables de encendido

Bobinas de encendido

Sondas Lambda

▼ Aspectos básicos de los gases de escape

- > Gases de escape y gases contaminantes
- > Normas Euro
- > Catalizador
- > Lugar de montaje de la sonda Lambda
- > El circuito de regulación Lambda
- > La mezcla ideal
- > Factor de exceso de aire
- > Combustibles
- > Consejos para ahorrar combustible

> Conector para sondas Lambda

> Diagnóstico

Normas Euro

Las denominadas normas Euro (categorías de contaminantes) fijan los valores límite de las emisiones contaminantes de los vehículos nuevos. En la fiscalidad de un vehículo, las emisiones de gases contaminantes tienen un papel muy importante porque el tipo impositivo depende también de la clasificación que establecen las diferentes normas Euro. El código indicado en el permiso de circulación ofrece información sobre el nivel de emisión de contaminantes del vehículo.

Las disposiciones legislativas son cada vez más exigentes: el Parlamento Europeo ha decidido fijar otra vez nuevos valores límite para la emisión de contaminantes de los turismos. Euro 5 entró en vigor el 1 de septiembre de 2009. Al mismo tiempo, la UE ha fijado ya los valores de la norma Euro 6 (a partir de 2014) para la industria del automóvil.

Limitaciones a las emisiones para vehículos nuevos con motor de gasolina						
	válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+NOx (g/km)	PM
Euro I	12/92	2,72	-	-	0,97	-
Euro II	01/97	2,20	-	-	0,5	-
Euro III	01/00	2,30	0,20	0,15	-	-
Euro IV	01/05	1,00	0,10	0,08	-	-
Euro V	09/09	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
Euro VI	08/14	1,00	0,10	0,06	-	0,005*

* con inyección directa

Limitaciones a las emisiones para vehículos con motor de gasolina

ANEXO N^o 5. Cálculo de emisiones en el portal de la FECOC-UPME (Colombia).

http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html

<p> Escoja el tipo de combustible</p> <hr/> <p> Sólidos</p> <hr/> <p> Líquidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerosene • Combustóleo • Crudo de Castilla • Avigas • Jet A1 • Diesel B10 (Mezcla comercial) • Biodiesel palma • Etanol Anhidro • Fuel Oil # 4 - Ecopetrol • Gasolina Motor • Diesel Marino • Diesel B2 • Gasolina E10 (Comercial) • Mezcla gasolina-Etanol • Mezcla Diesel-Biodiesel <hr/> <p> Gaseosos</p> <hr/> <p> Electricidad</p> <hr/> <p> Combustible propio</p>	<p>Una vez haya escogido el combustible complete a continuación su consumo en unidades originales según se indica(ej. Toneladas) para calcular las emisiones correspondientes</p> <p>Consumo de combustible :</p> <p>Digite su consumo en galones sin separación de miles <input type="text" value="161239320"/></p> <p>Porcentaje de exceso de aire :</p> <p>Digite el valor de exceso de aire, ej: 20 para 20% de exceso de aire <input type="text"/></p> <h3>Cálculo para Diesel B10 (Mezcla comercial)</h3> <h4>Total de emisiones calculadas:</h4> <p>Total de emisiones</p> <table border="1"> <tr> <td>Total de emisiones CO2:</td> <td>1656976182.4568 KgCO2</td> </tr> </table> <p>Poderes caloríficos MJ/Kg</p> <table border="1"> <tr> <td>HHV:</td> <td>44.956 MJ/Kg</td> </tr> <tr> <td>LHV:</td> <td>42.1497 MJ/Kg</td> </tr> </table> <p>Volumen de gas quemado m³/Kg</p> <table border="1"> <tr> <td>Gas quemado estequiométrico:</td> <td>10.9579 m³/kg</td> </tr> <tr> <td>Volumen de aire requerido:</td> <td>11.0639 m³/kg</td> </tr> <tr> <td>Vol de gases real:</td> <td>10.9579 m³/Kg</td> </tr> </table> <p>Factores de emisión</p> <table border="1"> <tr> <td>Concentración de CO2 en gases quemados:</td> <td>0.2878 KgCO2/m³</td> </tr> <tr> <td>Factor de emisión CO2:</td> <td>74831.823 Kg CO2 / TJ</td> </tr> <tr> <td>Factor de emisión CO2(unidades físicas) :</td> <td>10.2765 KgCO2/gal</td> </tr> </table>	Total de emisiones CO2:	1656976182.4568 KgCO2	HHV:	44.956 MJ/Kg	LHV:	42.1497 MJ/Kg	Gas quemado estequiométrico:	10.9579 m ³ /kg	Volumen de aire requerido:	11.0639 m ³ /kg	Vol de gases real:	10.9579 m ³ /Kg	Concentración de CO2 en gases quemados:	0.2878 KgCO2/m ³	Factor de emisión CO2:	74831.823 Kg CO2 / TJ	Factor de emisión CO2(unidades físicas) :	10.2765 KgCO2/gal
Total de emisiones CO2:	1656976182.4568 KgCO2																		
HHV:	44.956 MJ/Kg																		
LHV:	42.1497 MJ/Kg																		
Gas quemado estequiométrico:	10.9579 m ³ /kg																		
Volumen de aire requerido:	11.0639 m ³ /kg																		
Vol de gases real:	10.9579 m ³ /Kg																		
Concentración de CO2 en gases quemados:	0.2878 KgCO2/m ³																		
Factor de emisión CO2:	74831.823 Kg CO2 / TJ																		
Factor de emisión CO2(unidades físicas) :	10.2765 KgCO2/gal																		

<p> Escoja el tipo de combustible</p> <hr/> <p> Sólidos</p> <hr/> <p> Líquidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerosene • Combustóleo • Crudo de Castilla • Avigas • Jet A1 • Diesel B10 (Mezcla comercial) • Biodiesel palma • Etanol Anhidro • Fuel Oil # 4 - Ecopetrol • Gasolina Motor • Diesel Marino • Diesel B2 • Gasolina E10 (Comercial) • Mezcla gasolina-Etanol • Mezcla Diesel-Biodiesel <hr/> <p> Gaseosos</p> <hr/> <p> Electricidad</p> <hr/> <p> Combustible propio</p>	<p>Una vez haya escogido el combustible complete a continuación su consumo en unidades originales según se indica(ej. Toneladas) para calcular las emisiones correspondientes</p> <p>Consumo de combustible :</p> <p>Digite su consumo en galones sin separación de miles <input type="text" value="237554280"/></p> <p>Porcentaje de exceso de aire :</p> <p>Digite el valor de exceso de aire, ej: 20 para 20% de exceso de aire <input type="text"/></p> <h3>Cálculo para Gasolina Motor</h3> <h4>Total de emisiones calculadas:</h4> <p>Total de emisiones</p> <table border="1"> <tr> <td>Total de emisiones CO2:</td> <td>2092492650.8023 KgCO2</td> </tr> </table> <p>Poderes caloríficos MJ/Kg</p> <table border="1"> <tr> <td>HHV:</td> <td>48.317 MJ/Kg</td> </tr> <tr> <td>LHV:</td> <td>45.3295 MJ/Kg</td> </tr> </table> <p>Volumen de gas quemado m³/Kg</p> <table border="1"> <tr> <td>Gas quemado estequiométrico:</td> <td>11.1074 m³/kg</td> </tr> <tr> <td>Volumen de aire requerido:</td> <td>11.2553 m³/kg</td> </tr> <tr> <td>Vol de gases real:</td> <td>11.1074 m³/Kg</td> </tr> </table> <p>Factores de emisión</p> <table border="1"> <tr> <td>Concentración de CO2 en gases quemados:</td> <td>0.2829 KgCO2/m³</td> </tr> <tr> <td>Factor de emisión CO2:</td> <td>69323.686 Kg CO2 / TJ</td> </tr> <tr> <td>Factor de emisión CO2(unidades físicas) :</td> <td>8.8085 KgCO2/gal</td> </tr> <tr> <td>Factor de emisión CH4 aplicación estacionaria por defecto IPCC:</td> <td>3 Kg/TJ</td> </tr> </table>	Total de emisiones CO2:	2092492650.8023 KgCO2	HHV:	48.317 MJ/Kg	LHV:	45.3295 MJ/Kg	Gas quemado estequiométrico:	11.1074 m ³ /kg	Volumen de aire requerido:	11.2553 m ³ /kg	Vol de gases real:	11.1074 m ³ /Kg	Concentración de CO2 en gases quemados:	0.2829 KgCO2/m ³	Factor de emisión CO2:	69323.686 Kg CO2 / TJ	Factor de emisión CO2(unidades físicas) :	8.8085 KgCO2/gal	Factor de emisión CH4 aplicación estacionaria por defecto IPCC:	3 Kg/TJ
Total de emisiones CO2:	2092492650.8023 KgCO2																				
HHV:	48.317 MJ/Kg																				
LHV:	45.3295 MJ/Kg																				
Gas quemado estequiométrico:	11.1074 m ³ /kg																				
Volumen de aire requerido:	11.2553 m ³ /kg																				
Vol de gases real:	11.1074 m ³ /Kg																				
Concentración de CO2 en gases quemados:	0.2829 KgCO2/m ³																				
Factor de emisión CO2:	69323.686 Kg CO2 / TJ																				
Factor de emisión CO2(unidades físicas) :	8.8085 KgCO2/gal																				
Factor de emisión CH4 aplicación estacionaria por defecto IPCC:	3 Kg/TJ																				