



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

TEMA:

**“EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO DE VEHÍCULOS
AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE LOJA”**

Tesis de Grado previa a la obtención
del Título de Ingeniero en Manejo y
Conservación del Medio Ambiente

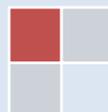
AUTOR: Santiago Manuel Vivanco Pinta

DIRECTOR: Ing. Marco Vinicio Rojas Moncayo Mg.

ASESOR: Dr. Orlando Álvarez

LOJA-ECUADOR

2015





CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de la tesis titulada: **“EMISION DE DIÓXIDO DE CARBONO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE LOJA”**, de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente Santiago Manuel Vivanco Pinta, certifico que la investigación ha culminado dentro del cronograma aprobado por lo que autorizo se continúe con los trámites para su presentación.

Loja, Julio del 2015

Ing. Marco Vinicio Rojas Moncayo,

DIRECTOR DE TESIS



CERTIFICACIÓN

Una vez cumplida la reunión del Tribunal de calificación de la tesis de grado denominada “EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE LOJA”, de autoría del señor SANTIAGO MANUEL VIVANCO PINTA, egresado de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, se propuso algunas correcciones de forma, las mismas que han sido incluidas en el documento final.

En tal virtud, nos permitimos certificar que la tesis de grado está acorde a los requerimientos del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto se autoriza continuar con los trámites correspondientes.

Loja, 14 de Octubre del 2015

Ing. Diana Ochoa, Mg. Sc

PRESIDENTA

Ing. Natalia Samaniego, Mg.

VOCAL

Ing. Aurita Gonzaga, Mg. Sc

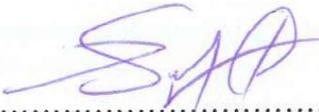
VOCAL



AUTORÍA

Yo, **Santiago Manuel Vivanco Pinta** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:.....

Autor: Santiago Manuel Vivanco Pinta

C.C. N°: 1105244022

Fecha: Loja, 19 de Octubre del 2015



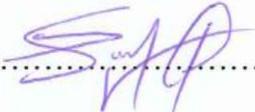
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo **SANTIAGO MANUEL VIVANCO PINTA**, declaro ser autor, de la tesis titulada **“EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE LOJA”**, como requisito para optar el grado de: **INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 19 días del mes de Octubre del dos mil quince, firma el autor.

Firma:.....

Autor: Santiago Manuel Vivanco Pinta

Número de cédula: 1105244022

Dirección: Nambacola (Barrio Central)

Correo electrónico: sandakaral@yahoo.com

Teléfono: 073103-333

Celular: 0990583665

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Marco Rojas Moncayo Mg.

Tribunal de Grado:

Ing. Diana Ochoa, Mg. Sc., **(Presidenta)**

Ing. Natalia Samaniego, Mg. Sc., **(Vocal)**

Ing. Aurita Gonzaga, Mg. Sc. **(Vocal)**



AGRADECIMIENTO

A Dios por otorgarme la vida, la sabiduría y el entendimiento

A mis padres por haberme apoyado y puesto en mí su confianza para continuar mis estudios

A mis asesores, ya que sin su ayuda no sería posible dicha realización de la investigación

A mis docentes, por compartirme sus conocimientos

A mis compañeros de clase, por ser parte de este escalón, y

A mis amigos por sus consejos y recomendaciones acertadas.

El Autor



DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres que me brindaron su apoyo incondicional, a mis hermanos que siempre estaban ahí presionándome para que termine lo más pronto posible el proyecto, a mis compañeros y amigos por sus recomendaciones.

Santiago Vivanco

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AUTORÍA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
TEMA.....	XIV
RESUMEN.....	XV
SUMMARY	XVI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Definición de fuente móvil.....	3
2.2 Particularidades del Dióxido de Carbono (CO ₂).....	3
2.3 Emisiones de CO ₂ por vehículos automotores.....	4
2.4 Importancia relativa del CO ₂ derivado del parque automotor.....	4
2.5 Impacto ambiental del CO ₂ generado por la operación vehicular.....	5
2.6 Estimación de emisiones de fuentes móviles	5
2.7 Clasificación de la flota vehicular	6
2.7.1 Según el servicio que prestan	6
2.7.2 Según la capacidad de carga.....	6
2.7.3 Según la edad del parque automotor	7
2.7.4 Según el combustible que utiliza.....	7
2.8 Caracterización de los vehículos al realizar una estimación de emisiones.....	7
2.8.1 Número de unidades.....	7
2.8.2 Tipo de vehículos	8
2.8.3 Datos de actividad	8
• Distribución por velocidad	9

•	Número de viajes por día	9
•	Uso del aire acondicionado	9
2.8.4	Factor de emisión	10
•	Técnicas directas	10
•	Técnicas Indirectas	10
2.9	Marco legal.....	11
2.9.1	Constitución de la República del Ecuador	12
2.9.2	Políticas Internacionales de Acción	12
2.9.3	Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)	13
2.9.4	Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial	13
2.9.5	Ley de Gestión Ambiental.....	15
2.9.6	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	15
2.9.7	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).....	16
2.9.8	Orgánico Funcional del Municipio de Loja	16
2.9.9	Reforma a la Ordenanza de creación del Sistema Municipal De Estacionamiento Rotativo Tarifado, SIMERT.....	16
2.9.10	Reforma a la Resolución No.80-DIR-2010- CNTTTSV de la Agencia Nacional de Transito.....	16
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1	Ubicación política y Geográfica del Área de Estudio	17
3.2	Descripción del lugar	18
3.3	Materiales.....	19
3.3.1	Materiales de Campo.....	19
3.3.2	Materiales de Oficina	19
3.4	Métodos.....	19
3.4.1	Caracterización del parque automotor de la ciudad de Loja	19
3.4.2	Estimación del nivel de emisión de CO ₂ derivado del funcionamiento de los vehículos automotores en la ciudad de Loja	21
4.	RESULTADOS.....	23
4.1	Caracterización del parque automotor de la ciudad de Loja	23
4.1.1	Crecimiento del parque automotor	24
4.1.2	Marca de vehículos de la ciudad de Loja	24
4.1.3	Año de los Vehículos de la ciudad de Loja	26

4.1.4	Cilindraje de los vehículos de la ciudad de Loja.....	27
4.1.5	Tecnología de los vehículos de la ciudad de Loja.....	28
4.1.6	Kilómetros recorridos por los vehículos automotores en la ciudad de Loja	28
4.1.7	Velocidad de circulación de los vehículos en la ciudad de Loja	30
4.1.8	Combustible consumido por el parque automotor en la ciudad de Loja	31
4.1.9	Presencia/ausencia de aire acondicionado en los vehículos	31
4.1.10	Caracterización del Transporte Público y Comercial en la ciudad de Loja.....	32
4.1.11	Composición porcentual del flujo vehicular en la ciudad de Loja	36
4.2	Emisión de CO ₂ derivado del funcionamiento de los vehículos automotores en la ciudad de Loja.....	37
5.	DISCUSIÓN	39
6.	CONCLUSIONES	44
7.	RECOMENDACIONES	46
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	48
9.	ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Límites de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares	14
Cuadro 2. Límites de velocidad para vehículos de transporte público de pasajeros	14
Cuadro 3. Límites de velocidad para vehículos de transporte de carga	15
Cuadro 4. Factores de emisión por tipo de combustible, modelo y categoría	22
Cuadro 5. Factores de emisión del transporte liviano (Taxi) por tipo de vía	22
Cuadro 6. Número de vehículos matriculados en el año 2014 en la ciudad de Loja	23
Cuadro 7. Marca de Bus Urbano de la ciudad de Loja	26
Cuadro 8. Cilindraje promedio por categoría vehicular en la ciudad de Loja	28
Cuadro 9. Tecnología de los vehículos de la ciudad de Loja	28
Cuadro 10. Kilómetros recorridos en los vehículos de la ciudad de Loja	28
Cuadro 11. Oferta de kilómetros recorridos por los buses en cada ruta	29
Cuadro 12. Velocidad promedio por categoría vehicular en la ciudad de Loja	30
Cuadro 13. Consumo de combustible promedio por categoría vehicular en Loja	31
Cuadro 14. Presencia de aire acondicionado en vehículos de la ciudad de Loja	31
Cuadro 15. Oferta de transporte público y comercial en la ciudad de Loja	32
Cuadro 16. Capacidad de los buses para movilizar pasajeros	34
Cuadro 17. Líneas de transporte público de la ciudad de Loja	35
Cuadro 18. Cantidad promedio de vehículos en una hora en 8 sectores de la ciudad	36
Cuadro 19. Aporte de Dióxido de Carbono por categoría vehicular en Loja	37
Cuadro 20. Emisión de Dióxido de Carbono por vehículo	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área Urbana de la ciudad de Loja	18
Figura. 2 Número de Vehículos en Loja	23
Figura. 3 Crecimiento del parque automotor en Loja en los últimos 7 años	24
Figura 4. Porcentaje de aceptación por Marca de vehículos en la ciudad de Loja	25
Figura 5. Marca de los vehículos utilizados para el servicio de taxis en la ciudad	26
Figura 6. Edad de la flota vehicular de la ciudad de Loja	27
Figura 7. Carreras de taxi promedio en la ciudad de Loja	30
Figura 8. Uso de aire acondicionado por los conductores de la ciudad de Loja	32
Figura 9. Oferta de transporte público y comercial en la ciudad de Loja	33
Figura 10. Unidades de transporte público por operadora en la ciudad de Loja	34
Figura 11. Distribución de la demanda en las líneas de transporte público	35
Figura 12. Porcentaje de emisión de Dióxido de Carbono por categoría vehicular	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Patrón de encuesta aplicada a los conductores de vehículos automotores en la ciudad de Loja	54
Anexo 2. Matriz de aforo vehicular	55

**“EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO DE VEHÍCULOS
AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE LOJA”**

RESUMEN

La presente investigación, “**EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LA CIUDAD DE LOJA**”, contribuye a mejorar la calidad del aire a través del análisis de las emisiones de dióxido de carbono de los vehículos automotores en la ciudad, como resultado de una caracterización del parque automotor urbano y la estimación del nivel de emisión de dióxido de carbono (CO₂) emanado por los vehículos automotores.

Para caracterizar al parque automotor se aplicó encuestas, enfocadas a recopilar información sobre el estado de los vehículos, año, marca, cantidad y tipo de combustible, kilómetros recorridos, velocidad de circulación, entre otros parámetros. De igual forma se realizó el aforo vehicular, en ocho puntos de mayor flujo en la zona urbana de la ciudad, y en base a seis categorías de vehículos (motos, autos, camionetas, taxis, camiones, buses). Cabe señalar que también se recopiló información primaria proveniente de instituciones como: la Unidad Municipal de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (UMTTTSV), Centro de Matriculación Vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, entre otras.

Obtenida la información base, se calculó la cantidad de emisión de CO₂ aplicando la fórmula general generada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); dando como resultado que en la ciudad de Loja el parque automotor emite 253 520 toneladas de CO₂ al año, siendo el transporte privado la categoría que contribuye mayor (73,77 %), a la emisión total del parque automotor en la ciudad de Loja

Los factores que determinan la cantidad de emisión de CO₂ a la atmósfera, provenientes del transporte automotor terrestre, son principalmente: el número de vehículos y las horas de operación.

Palabra clave: Caracterización vehicular, contaminación por CO₂, estimación de emisión de fuentes móviles.

SUMMARY

The present investigation "**EMISSION OF CARBON DIOXIDE FROM MOTOR VEHICLES IN THE CITY OF LOJA**" helps to improve air quality through the analysis of carbon dioxide emissions from motor vehicles in the city, as a result of a characterization of the urban vehicle fleet and the estimation of the level of emission of carbon dioxide (CO₂) derived from motor vehicles.

To characterize the fleet was applied the technique of the survey focused primarily at the year and brand of vehicles, quantity and type of fuel, mileage, speed of movement, among other parameters. In the same way the vehicular capacity, in eight points higher flow in the urban area of the city, and on the basis of six categories of vehicles (motorcycles, cars, trucks, taxis, trucks and buses). It should be noted that information was also gathered from primary institutions, such as: the Municipal Unit of Land Transport Transit and Road Safety (UMTTTSV), Registration Center of vehicular Decentralized Autonomous Municipal Government of Loja, among others.

Obtained the information basis, it is calculating the amount of CO₂ emission by applying the general formula generated by the Environmental Protection Agency of the United States (USEPA); resulting in the city of Loja the fleet emits 253.520 tonnes of CO₂ a year, being the private transport category that contributes most (68.43%) to the total emission of the fleet in the city of Loja

The factors that determine the amount of CO₂ emissions into the atmosphere, from the automotive transport land, are mainly: the number of vehicles and the hours of operation.

Keywords: Vehicular characterization, contamination by CO₂, estimate of emissions from mobile sources.

1. INTRODUCCIÓN

La emisión de gases hacia la atmosfera representa un impacto ambiental, provocando la acumulación de gases y el consecuente aumento de la temperatura media global, lo que representa una amenaza contra la calidad de vida (Herrera y Vales, 2013 y Aguirre *et al*, 2000). La emisión de CO₂ se origina por diversas actividades tanto antropogénicas como naturales; resultando las fuentes móviles las principales generadoras de contaminantes atmosféricos en centros urbanos, producto de un crecimiento acelerado del parque automotor (Romero *et al*, 2006; Echeverri, 2013 y GEO Ecuador, 2008).

A nivel planetario se están realizando inventarios de emisiones de vehículos automotores, en especial de CO₂ el más abundante, uno de los causantes del cambio climático (Medina, 2010); con la finalidad de conocer la cantidad de contaminantes que aporta cada categoría vehicular a la atmósfera; información que es indispensable para la modelación de la calidad del aire, permitiendo establecer límites geográficos y zonas de mayor impacto (Escobar, 2008); y en base a ello proponer alternativas eficientes tanto de control como de prevención (Pesántez, 2009).

En la ciudad de Loja en los últimos años es notorio el aumento del parque automotor (Centro de Matriculación Vehicular de Loja, 2015); y consiente de la problemática que origina, radica la importancia del presente estudio de emisión de CO₂ proveniente de los vehículos automotores; que además se dirige al cumplimiento de uno de los objetivos del proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Loja (UNL) **“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR FUENTES DE COMBUSTIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA Y SU MITIGACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES”**

El estudio de emisión de CO₂, se logró en base a la aplicación de la fórmula general desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), que multiplica esencialmente tres variables: número de vehículos, actividad vehicular y factor de emisión.

Los objetivos planteados para realización del presente proyecto son:

Objetivos General

- Contribuir a mejorar la calidad del aire a través del análisis de las emisiones de dióxido de carbono de los vehículos automotores en la ciudad de Loja

Objetivos Específicos

- Caracterizar el parque automotor urbano de la ciudad de Loja
- Estimar el nivel de emisión de CO₂ derivado del funcionamiento de los vehículos automotores en la ciudad de Loja.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Definición de fuente móvil

Según Vintimilla (2015), menciona que es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, emitiendo contaminantes en su trayectoria, como los automóviles, autobuses, aviones, trenes, barcos entre otros. Dentro de este grupo, los vehículos son los que producen la mayor contaminación debido a la gran cantidad existente en el mundo.

2.2 Particularidades del Dióxido de Carbono (CO₂)

El CO₂ es un compuesto inorgánico formado por la unión de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, este gas se agrega a la atmósfera tanto de modo natural como antropogénico (Echeverri, 2013); una alta concentración de este gas es perjudicial en un área cerrada, ya que desplaza al aire y provoca asfixia en un caso extremo (Medina, 2010).

La presencia de este gas es vital para la vida, ya que forma parte del proceso de fotosíntesis para producir clorofila y nutrientes (Medina, 2010). Siempre ha estado presente en la atmósfera, sin embargo a través del tiempo el nivel va aumentando, lo que trae problemas de tipo ambiental, como el calentamiento global de la tierra al formar parte de los gases de efecto invernadero (GEI) (Cardona *et al*, 2010 y Camacho, 2010).

Sin duda alguna son las actividades antropogénicas las causantes del aumento del nivel de CO₂, las estadísticas publicadas por Estados Unidos indican que por cada litro gasolina quemada por un automóvil se agregan 2,34 kilogramos de CO₂ a la atmósfera (Miller, 2009); al multiplicar por los litros de combustible que emplean los millones de vehículos, implica una cantidad considerable de emisión a la atmósfera por el parque automotor, de ahí que se considera una de las fuentes principales de contaminación del aire (Medina, 2010).

2.3 Emisiones de CO₂ por vehículos automotores

Los tubos de escape, son la principal fuente de contaminación procedente de los vehículos, ya que desde ahí son emitidos los contaminantes que genera el vehículo producto de la quema del combustible y comprenden una serie de contaminantes tales como: monóxido y dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y material particulado (Gómez *et al*, 2009), además de ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre (Vintimilla, 2015).

Las emisiones por el tubo de escape dependen de las características del vehículo, factores operativos y su tecnología, los vehículos más pesados o más potentes tienden a generar mayores emisiones por cada litro de combustible consumido, al igual que aquellos vehículos que no cuentan con equipos de control de emisiones, como los convertidores catalíticos (Rodolfo, 2007).

2.4 Importancia relativa del CO₂ derivado del parque automotor

La contribución de las emisiones de los vehículos automotores en todo el mundo a las emisiones totales de contaminación es considerable, la raíz de ello es principalmente el crecimiento poblacional (Rodolfo, 2007); que según la CEPAL (2008), estima que al finalizar el 2010 la población urbana de América Latina era de 441 millones de habitantes y se calcula que para el 2020 aumentará a 531 millones, resultando que los 90 millones de habitantes adicionales realizarán cerca de 150 millones de viajes diarios, sean estos en transporte público, privado, motocicleta; lo cual incrementará los problemas de contaminación y alteración desenfrenada del medio ambiente. Si se siguen emanando toneladas de gases en especial de CO₂, la atmósfera terrestre modificará su temperatura, de 2,5 para el año 2050 a 5,7°C para el año 2100 (Echeverri, 2013), de ahí su importancia.

Actualmente existen normas dirigidas a los fabricantes de autos a construir motores que emitan cantidades de CO₂, por debajo de los 120 gramos por km recorrido, para disminuir la cantidad de toneladas de CO₂ (Medina, 2010). Según Allende (2008), destaca que Japón y la Unión Europea logran en el 2002 las más bajas emisiones de

CO₂ por kilómetro recorrido (alrededor de 160 gr.), debajo de Australia y China (210 gr.), Canadá (poco más de 240 gr.) y de Estados Unidos (260 gr.).

2.5 Impacto ambiental del CO₂ generado por la operación vehicular

El dióxido de carbono tiene un sustancial impacto en el ambiente; cabe destacar que siempre ha existido en la atmósfera y es un gas que contribuye a que la tierra tenga una temperatura adecuada para la vida; no obstante, lo que lo lleva a ser perjudicial es la elevada cantidad de este gas (Eladio, 2009). Al aumentar el CO₂, aumenta la energía radiante que absorbe la atmósfera terrestre, es por esto que se lo considera como un gas de efecto invernadero que da lugar al 60% del calentamiento global, del que se sospecha que puede provocar un aumento de la actividad de las tormentas o el derretimiento de las placas de hielo de los polos lo que provocará diversos problemas ambientales como inundaciones en las zonas habitadas más bajas.

En la salud el dióxido de carbono es un asfixiante simple que actúa básicamente por desplazamiento del oxígeno y que a elevadas concentraciones (> 30 000 ppm) puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición (Berenguer *et al*, 2000).

2.6 Estimación de emisiones de fuentes móviles

Rodolfo (2007), menciona que la estimación de emisiones de fuentes vehiculares presenta un reto ya que dependen de numerosos factores y a diferencia de las fuentes puntuales resulta imposible medir las emisiones provenientes de cada una de las fuentes móviles, debido a la gran cantidad y variedad de vehículos en circulación: Sin embargo, existe una metodología general para estimar el nivel de emisiones vehiculares, la cual emplea la siguiente fórmula generada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

$$E = NU * DA * FE$$

En dónde;

E = Emisión total del contaminante de interés (CO₂, SO₂ etc.)

NU = Número total de vehículos de interés (automóvil, taxi, microbús etc.)

DA = Actividad vehicular, expresada como la distancia total recorrida por los vehículos de interés en un tiempo determinado y bajo condiciones de circulación conocidos (se expresa en kilómetros recorridos por día o por año)

FE = Factor de emisión para el contaminante de interés, para el tipo de vehículo en cuestión y para las condiciones de circulación de los vehículos expresado en unidades de masa (gramos de contaminante emitido) por distancia recorrida (kilómetros)

Esta es aplicable a los distintos contaminantes de interés siempre y cuando exista la información correspondiente de factores de emisión por tipo de vehículo y para cada uno de los combustibles a evaluar (Sánchez *et al*, 2013).

2.7 Clasificación de la flota vehicular

Para estimar las emisiones de los vehículos resulta impráctico realizar mediciones individuales, por el elevado número de éstos. Por tal razón, el método consiste en clasificar los vehículos en categorías con características similares, para luego cuantificar las emisiones en cada grupo (Guayanlema, 2013).

Las variables que se emplean para esta clasificación son generalmente: el tipo de vehículo (automóvil, camión, autobús, etc.), el tipo de combustible (gasolina, diésel), el peso bruto vehicular y el grado de tecnología de control de emisiones del vehículo (Castro *et al*, 2006).

2.7.1 Según el servicio que prestan

- **Públicos.-** En este grupo están todos los vehículos (taxis, camionetas, buses, camiones y furgonetas) que prestan servicio de carga o pasajeros a terceras personas
- **Privados.-** Todos aquellos vehículos de uso personal o familiar

2.7.2 Según la capacidad de carga

- **Livianos.-** Tipo de automóvil, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros, o cuyo peso bruto no sea superior a 2800 kg.

- **Mediano.-** Tipo de automóvil cuyo peso bruto sea superior a 2800 kg., y menor o igual a 3860 kg.
- **Pesados.-** Tipo de automóvil cuyo peso bruto sea superior a 3860 kg

2.7.3 Según la edad del parque automotor

- **Nuevos.-** Todos los fabricados desde el año y modelo 2000 en adelante
- **Usados.-** Todos los fabricados antes del año y modelo 1999

2.7.4 Según el combustible que utiliza

- **A diesel.-** Aquellos que usen para su funcionamiento gas-oil o diesel
- **A Gasolina.-** Aquellos que usen para su funcionamiento gasolina
- **A Gas.-** Todos que usen para su funcionamiento gas licuado de petróleo (GLP)

2.8 Caracterización de los vehículos al realizar una estimación de emisiones

Según Falconi (2011) y Gómez *et al*, (2011), mencionan que la caracterización se realiza dependiendo de la normativa nacional y/o internacional de acuerdo a varios parámetros; y según Rodolfo (2007), expresa que una caracterización de la flota vehicular es clave para la estimación de un inventario de emisiones de fuentes vehiculares, las cuales son:

2.8.1 Número de unidades

Se refiere a la población vehicular activa en la zona de estudio, el tamaño de la flota depende de la actividad económica de una ciudad (Gómez *et al*, 2009). Sin embargo, es importante destacar que el número total de vehículos en circulación en la zona de estudio puede ser muy diferente al número de vehículos registrados con domicilio en ella. Por ejemplo en una zona comercial normalmente se pueden encontrar durante el día muchos vehículos domiciliados fuera de la misma: Así mismo, para una zona residencial se puede esperar que los vehículos ahí registrados recorren una gran cantidad de sus kilómetros anuales fuera de ella.

2.8.2 Tipo de vehículos

No basta con conocer el número total de vehículos que circulan en la región de interés, sino que es necesario caracterizar a la flota vehicular de tal forma que los vehículos puedan ser agregados en grupos o categorías con características de unión similares, para posteriormente tratar de cuantificar las emisiones para cada grupo. Según la International, 2000, expresa que las variables comúnmente usadas al llevar a cabo una caracterización de la flota vehicular son:

- Tipo de vehículo (auto, microbús, autobús, camión, motocicleta, etc.)
- Combustible utilizado (gasolina, diésel, gas)
- Peso vehicular (agrupando vehículos de un mismo tipo en subclasificaciones similares como autos compactados, medianos, grandes)
- Desplazamiento del motor (cilindraje)
- Uso vehicular (un taxi recorre más kilómetros por día que un auto particular)
- Edad del vehículo (nivel tecnológico, recorrido anual y calidad de mantenimiento)

2.8.3 Datos de actividad

Martínez (2011), menciona que se refiere a la intensidad de uso de un vehículo en un tiempo y espacio determinado, donde además las condiciones de circulación son conocidas (velocidades de circulación, aceleraciones, pendientes de la vía etc.). Bajo este concepto general, para estimar un inventario de emisiones para una región, se necesita determinar los kilómetros totales recorridos en la región por todos los vehículos de cada subclasificación en el periodo de interés. Como aproximación, se podrá determinar el recorrido anual promedio por vehículo de cada tipo o clase y multiplicarlo por el número total de vehículos de ese tipo.

Para llevar a cabo la estimación de un inventario de emisiones vehiculares de una forma confiable y precisa, resulta indispensable estimar la actividad vehicular considerando estos factores:

- **Distribución por velocidad**

Según Caballero (2011), En general las emisiones y el consumo de combustible aumentan mientras más variables sean las velocidades del flujo vehicular, por ejemplo en condiciones de tráfico muy congestionado, donde el vehículo pasa mucho tiempo parado y experimenta arranques y paros continuos, se gasta más combustible y se emite una mayor cantidad de contaminantes por kilómetro recorrido. La estimación de las velocidades vehiculares promedio en un municipio no es tarea sencilla. Sin embargo, una práctica común para obtener el dato de actividad desagregado en diferentes velocidades consiste en medir el flujo vehicular en cada clase de vía en la zona de interés y multiplicar el resultado (vehículos día) por la longitud de la vía (Km). Por ejemplo, en las autopistas y vías rápidas las velocidades promedio alcanzadas tienden a ser superiores a las que se alcanzan en las vías arteriales. Otra consideración importante al determinar la actividad vehicular por velocidad, es su distribución horaria, pues aún en un mismo tipo de vialidad; la velocidad a la que son conducidos los vehículos es diferente de acuerdo al flujo vehicular y este último varía de acuerdo con la hora del día.

- **Número de viajes por día**

Esta variable es determinada a través de los modelos de demanda o de mediciones directas en campo. Esta información se utiliza ya que las emisiones de un vehículo se elevan durante su arranque; por tanto, el inventario de emisiones debe tomar en cuenta cada arranque. Los viajes cortos, por ejemplo para cambiar de lugar en un estacionamiento, frecuentemente son olvidados en las encuestas de actividad vehicular, aunque sería importante considerarlos.

- **Uso del aire acondicionado**

El uso del aire acondicionado en un vehículo consume potencia del motor, aumentando su consumo de combustible y sus emisiones por el escape. El clima y el nivel socioeconómico de la población influye en el uso del aire acondicionado (Rodolfo, 2007).

2.8.4 Factor de emisión

Según Cornejo (2001), expresa que es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad. Se expresan en unidades de masa de contaminante emitido por distancia recorrida (gr/ km recorrido)

La determinación de los factores de emisión se dificulta por la serie de variables que influyen; sin embargo se han desarrollado diferentes técnicas para su determinación las cuales se pueden clasificar en:

- **Técnicas directas**

Esta técnica está basada en mediciones directamente en la fuente. Algunos ejemplos de estas técnicas son el uso de monitoreo a bordo que es un método en el que a partir de un sistema de medición autotransportado se miden las emisiones bajo condiciones de operación reales de los vehículos y las pruebas dinamométricas que son realizadas sobre dinamómetros de chasis donde se aplican diferentes cargas y velocidades a los vehículos automotores en función del patrón o ciclo de manejo utilizado, generalmente éstas son pruebas que exigen de recursos económicos; sin embargo, si se hace una selección apropiada de los vehículos y se cuenta con una muestra representativa se obtendrá información significativa para determinar los factores de emisión (Rodolfo, 2007).

Existen otras técnicas directas, como las mediciones con equipos de detección remota que permiten realizar miles de mediciones por día bajo una sola condición de manejo; esta técnica es útil cuando incluyen lectores automáticos de las placas de los vehículos y, a través de éstas es posible acceder a información específica como: tipo de vehículo y uso, marca, año, modelo, número de cilindros, tipo de combustible entre otros.

- **Técnicas Indirectas**

Estas técnicas no involucran mediciones en cada fuente en el lugar, sino que utilizan los resultados de miles de mediciones directas realizadas en otros lugares y las correlacionan con la flota específica que se estudia y los parámetros locales que afectan sus emisiones. Debido a la complejidad del manejo de las múltiples variables que afectan a la flota y sus emisiones, existen modelos computacionales diseñados

expresamente para estimar los factores de emisión de las fuentes vehiculares. Básicamente a través del análisis de la base de datos provenientes de mediciones directas realizadas en otros lugares, estos modelos determinan el factor de emisión (en g/Km) para cada contaminante de acuerdo a cada combinación de tipo de vehículo, tipo de combustible, nivel tecnológico y edad del vehículo, nivel de actividad distribuido por velocidad, perfil de número de viajes, arranques, temperatura ambiental, y, altitud (Gómez *et al*, 2009 y Rodolfo, 2007).

Los modelos de estimación de emisiones vehiculares más utilizados alrededor del mundo son el MOBILE y el COPERT, los cuales fueron desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y por la Agencia Ambiental Europea (EEA), respectivamente.

El principal inconveniente de utilizar modelos de estimación de emisiones desarrollados para ciudades distintas, tiene que ver con la influencia que las condiciones y características propias de cada lugar tienen en los factores de emisión vehiculares. Por esta razón, la USEPA financió en el 2003, la elaboración del Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE), con el objetivo de suplir las necesidades de países en vía de desarrollo en la realización de inventarios de emisiones de fuentes móviles. El protocolo involucrado en tal estudio incluye no solo la herramienta computacional sino el desarrollo de una metodología que permite recolectar de manera efectiva y económica, la información necesaria para estimar las emisiones provenientes del parque automotor (Giraldo, 2005).

Cabe señalar que las estimaciones de emisiones de CO₂, CO o para NO_x aplicando modelos y a partir de factores de emisión medidos para una ciudad son cercanas, indicando que hay poca variación al estimar las emisiones de este contaminante por cualquiera de los métodos (Dávila *et al*, 2014).

2.9 Marco legal

La legislación aplicable a la temática se presenta a continuación:

2.9.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución del Ecuador (2008), en el Art. 14, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir; así como el estado promueve en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Cabe mencionar, además, que de acuerdo al régimen de desarrollo, en el Art. 276, se tiene por objeto recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo. No obstante también según el Art. 414 de la Constitución, el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.9.2 Políticas Internacionales de Acción

El Programa Aire Puro en Centro América financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) con la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo de Técnico (Swisscontact), ha planteado el objetivo principal de mejoramiento de la calidad del aire urbano a través la capacitación de profesionales en el sector automotriz, establecimiento del sistema de inspección regular de automóviles y sensibilización de la población.

Así como la Iniciativa de Aire Limpio para Ciudades de América Latina del Banco Mundial, con meta principal de promover el desarrollo o fortalecimiento de los planes de acción para mejorar la calidad del aire en los grandes centros urbanos de América Latina.

Entre los convenios internacionales suscritos por el Ecuador que tienen relación con la contaminación atmosférica se encuentran el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, el Convenio sobre cambio climático y el Convenio sobre la protección de los

trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación de aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.

Un mecanismo que aporte para reducir las emisiones de gases en especial de aquellos considerados de efecto invernadero, es el protocolo de Kioto que tuvo como objetivo reducir un 5,2 % las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008 – 2012 (Camacho, 2010).

2.9.3 Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Según el COOTAD (2011), en el Art. 55, que dentro de las competencias de los Gobiernos Municipales está planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre dentro de su circunscripción cantonal; así como también controlar la contaminación del medio ambiente en coordinación con las entidades afines.

2.9.4 Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

Según la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2014), en base al Art. 2, se fundamenta en el siguiente principio general: el derecho a la vida, al libre tránsito y la movilidad, la formalización del sector, lucha contra la corrupción, mejorar la calidad de vida del ciudadano, preservación del ambiente, desconcentración y descentralización.

Además en el Capítulo XI del Juzgamiento de las Contravenciones, en el Título II de la Educación Vial y Capacitación, menciona en el Art. 185, “la educación para el tránsito y seguridad vial establece el objetivo de prevenir y controlar la contaminación ambiental así como de promover la utilización de formas de transporte no contaminantes como medio de movilización”

Además el estado garantizará que los vehículos que ingresan al parque automotor a nivel nacional cumplan con normas ambientales y promoverá la aplicación de nuevas tecnologías que permitan disminuir la emisión de gases contaminantes de los vehículos.

En el Art. 51 se establecen las siguientes clases de servicios de transporte terrestre: público, comercial, por cuenta propia y particular.

La ley hace la diferenciación a los taxis dividiéndolos en dos subtipos:

- **Convencionales:** Consiste en el traslado de terceras personas mediante la petición del servicio de manera directa en las vías urbanas, en puntos específicos definidos dentro del mobiliario urbano (paradero de taxi), o mediante la petición a un centro de llamadas
- **Ejecutivos:** Consiste en el traslado de terceras personas mediante la petición del servicio, exclusivamente, a través de un centro de llamadas, siendo el recorrido autorizado el solicitado por el cliente.

La ley especifica que los vehículos de carga pesada son todos aquellos con capacidad de carga de más de 3,5 toneladas.

En cuanto a los límites de velocidad en el Art. 191 de la presente ley, se establece los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles, como se indica en el Cuadro 1, 2 y 3.

Cuadro 1. Límites de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares

Tipo de Vía	Límite máximo Km/h	Rango moderado Km/h	Fuera de rango moderado Km/h
Urbana	50	> 50 - < 60	> 60
Perimetral	90	> 90 - < 120	> 120
Rectas en carretera	100	>100 - < 135	> 135
Curvas en carretera	60	> 60 - < 75	> 75

Fuente: Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2014)

Elaboración: Autor

Cuadro 2. Límites de velocidad para vehículos de transporte público de pasajeros

Tipo de Vía	Límite máximo Km/h	Rango moderado Km/h	Fuera de rango moderado Km/h
Urbana	40	>40 - < 50	> 50
Perimetral	70	>70 - < 95	> 100
Rectas en carretera	90	>90 - < 115	> 115
Curvas en carretera	50	>50 - < 65	> 65

Fuente: Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2014)

Elaboración: Autor

Cuadro 3. Límites de velocidad para vehículos de transporte de carga

Tipo de Vía	Límite máximo Km/h	Rango moderado Km/h	Fuera de rango moderado Km/h
Urbana	40	>40 - < 50	> 50
Perimetral	70	>70 - < 95	> 95
Rectas en carretera	70	>70 - < 100	> 100
Curvas en carretera	40	>40 - < 60	> 60

Fuente: Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2014)

Elaboración: Autor

2.9.5 Ley de Gestión Ambiental

Según la Ley de Gestión Ambiental (2004), mediante el Art. 1, establecen los principios y directrices de política ambiental, determinando además, las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia; así como en el Art. 2, señala que la Gestión Ambiental se sujetará a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

Además esta Ley establece en el Art. 9, que le corresponde al Ministerio del Ambiente coordinar con organismos competentes, los sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes; así como la recopilación de información ambiental relacionada a cada factor ambiental.

2.9.6 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2004), en su Capítulo uno menciona todo lo relacionado a la Prevención y Control de la Contaminación del Aire; es así que en el Art. 2 considera como fuente potencial de contaminación del aire al parque automotor, y en el Art. 3 menciona que las actividades tendientes al control de la contaminación provocada, son atribuciones directas de todas aquellas instituciones que tienen competencia en este campo.

2.9.7 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Según el TULSMA (2009), el propósito es el de contribuir a la seguridad jurídica del país en la medida en que tanto el sector público cuanto los administrados sabrán con exactitud la normatividad vigente en materia ambiental.

En el Libro VI, que norma la Calidad Ambiental, Anexo 3, presenta los límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores de combustión interna. Además en Anexo 4, se establece la norma de calidad del aire ambiente, la cual tiene como objetivo principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general.

2.9.8 Orgánico Funcional del Municipio de Loja

El Orgánico Funcional del Municipio de Loja, establece que la Jefatura de Tránsito y Transporte debe organizar, planificar y regular el tránsito y transporte terrestre en el cantón para que sus ciudadanos y ciudadanas efectivicen su derecho a sistemas de transportación eficientes, cómodos, seguros, equitativos y menos contaminantes.

2.9.9 Reforma a la Ordenanza de creación del Sistema Municipal De Estacionamiento Rotativo Tarifado, SIMERT

La reforma considera que es una necesidad en la ciudad de Loja aliviar los problemas de congestión vehicular, mitigar la contaminación ambiental y disminuir el consumo de energía no renovable generada por la circulación inadecuada de vehículos en el centro de la urbe.

2.9.10 Reforma a la Resolución No.80-DIR-2010- CNTTTSV de la Agencia Nacional de Transito

Con la nueva Resolución No. 80 de la Agencia Nacional de Transito (2015), la vida útil de un automotor que sea utilizado como taxi ejecutivo será de 5 a 10 años; mientras que para los taxis convencionales, se mantiene la vida útil de 15 años.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación política y Geográfica del Área de Estudio

El trabajo investigativo se desarrolló en la ciudad de Loja, ubicada al Sur del Ecuador, en la provincia y cantón del mismo nombre (Figura 1). Los límites del área de estudio son:

- Al Norte con el Barrio Pitás,
- Al Sur con el Barrio Tebaida Baja,
- Al Este con el Barrio las Palmeras, y
- Al Oeste con el Barrio Pedestal.

La ciudad de Loja se encuentra en las siguientes coordenadas:

- Latitud Sur: 03° 39' 55" y 04° 30' 39" (9501249 N - 9594638 N);
- Longitud Oeste: 79° 05' 58.6" y 79° 32' 42,1" (661421 E -711075 E)

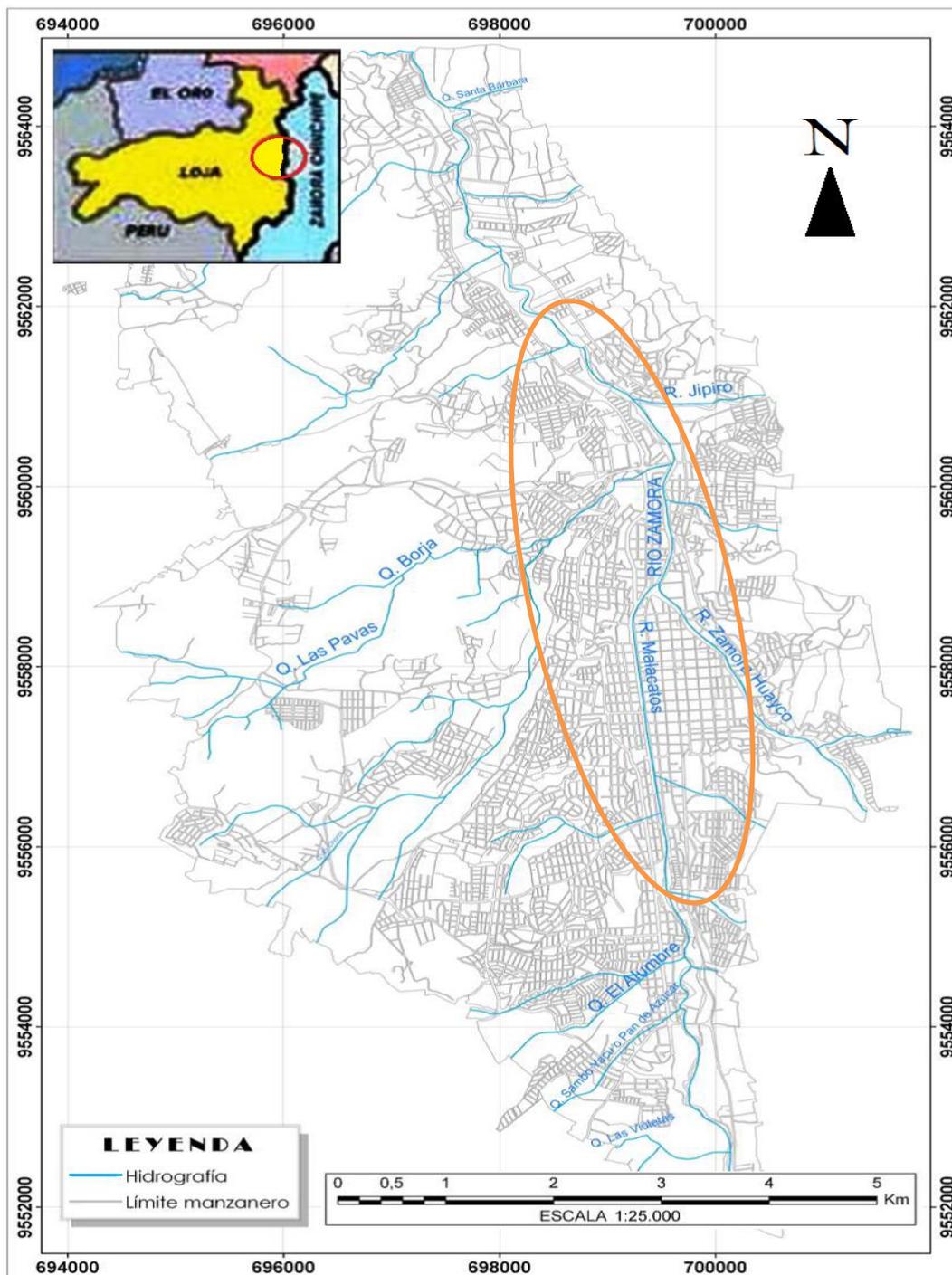


Figura 1. Mapa del área Urbana de la ciudad de Loja (Roa y Roa, 2012)

3.2 Descripción del lugar

El lugar de estudio (zona urbana de la ciudad de Loja), actualmente según datos del INEC (2010), cuenta con 214 855 habitantes.

La ciudad de Loja, según el PNUMA (2007), presenta los siguientes valores en cuanto a clima:

- **Clima:** Templado–ecuatorial subhúmedo
- **Altitud:** 2064 msnm.
- **Temperatura promedio anual:** 16,2 °C, con oscilación anual de 1,5 °C.
- **Precipitación promedio anual:** 900 mm
- **Húmeda relativa:** 75 %

3.3 Materiales

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales:

3.3.1 Materiales de Campo

- Libreta de campo
- Plano de la ciudad
- Cámara fotográfica
- Filmadora
- Mascarillas

3.3.2 Materiales de Oficina

- Computador
- Impresora
- Fuentes bibliográficas (Libros, Tesis, Artículos)

3.4 Métodos

Para cumplir con los objetivos propuestos en la presente investigación, se procedió de la siguiente manera:

3.4.1 Caracterización del parque automotor de la ciudad de Loja

Se revisó información primaria y secundaria; respecto a la primaria, se aplicó la técnica de la encuesta, logrando recopilar información relacionada con el tipo de vehículo,

combustible usado, kilómetros recorridos al día, entre otros (ver anexo N°1). Las encuestas se las aplicó tanto a las empresas de transporte de carga y pasajeros (taxis, buses urbanos), como a los propietarios de los vehículos (vehículos livianos, motos). El número de encuestas estuvo en función del número de vehículos de cada categoría, registrados por la Unidad Municipal de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (UMTTTSV) y del Centro de Matriculación Vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (GADML).

Para el cálculo del número de encuestas se aplicó la siguiente fórmula, sugerida por (Torres, 2006):

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

En dónde;

- n** = Tamaño de la muestra
- N** = Tamaño de la Población
- Z** = Nivel de Confianza
- P** = Probabilidad de éxito, o proporción esperada
- Q** = Probabilidad de fracaso
- D** = Precisión

$$n = \frac{37\,594 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,05^2 \times (37\,594 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}$$

$$n = \frac{6860}{94,16} \quad n = 73$$

El aforo vehicular, se realizó en ocho puntos de la ciudad de Loja, los cuales fueron seleccionados en base a observación directa, haciendo contraste con la revisión de literatura relacionada y puntos de vista de técnicos de la UMTTTSV. En cada punto se realizaron tres repeticiones en horarios distintos, el primero de 6:45 a 7:45 AM, el segundo de 12:00 a 13:00 PM y el tercero de 5:30 a 6:30 PM; la técnica que se usó para el aforo vehicular fue la grabación en video, para luego revisar los mismos, contabilizando el número de vehículos por categoría vehicular que circulan en 1 hora, cada 15 minutos; para ello se empleó la matriz de aforo vehicular (ver anexo N°2).

En cuanto a la información secundaria, se usó información de tesis de grado, especialmente relacionadas con temas de ruido realizado en el casco urbano de la ciudad, donde se evidencia el número de vehículos, y los sitios con mayor flujo vehicular.

La categorización vehicular se la realizó en base a revisión bibliográfica; así como, de acuerdo a los datos existentes que proporcionó el Centro de Matriculación Vehicular y la UMTTTSV.

Obtenida la información de campo se elaboró una base de datos que sirvió tanto para la caracterización, como para la estimación del CO₂ por vehículos.

3.4.2 Estimación del nivel de emisión de CO₂ derivado del funcionamiento de los vehículos automotores en la ciudad de Loja

Obtenido los resultados de la caracterización del parque vehicular en Loja, como del flujo vehicular, se procede a estimar la cantidad de Dióxido de Carbono, aplicando la siguiente formula;

$$E = NU * DA * FE$$

En donde:

E = Emisión total del contaminante de interés (CO₂) Kg/día

NU = Número total de vehículos de interés (automóvil, taxi, bus, etc.)

DA = Actividad vehicular, expresada como la distancia total recorrida por los vehículos de interés en un tiempo determinado (se expresa en kilómetros recorridos por día o por año)

FE = Factor de emisión para el contaminante de interés, para el tipo de vehículo en cuestión expresado g/km

Los factores de emisión empleados en la estimación se presentan en los cuadros 4 y 5:

Cuadro 4. Factores de emisión por tipo de combustible, modelo y categoría

Factores de emisión para vehículos a gasolina en g/km				
Modelo	Automóviles	Camionetas	Pesados	Motos
1992 y anteriores	303,78	345,20	506,30	189,86
1993 - 1997	303,78	345,20	506,30	189,86
1998 - 1999	303,78	303,78	506,30	189,86
2000 - 2002	253,15	303,78	345,20	151,90
2003 - 2004	216,98	253,15	345,20	151,90
2005 - 2012	216,98	253,15	271,23	151,90

Factores de emisión para vehículos a diesel en g/km				
Modelo	Automóviles	Camionetas	Pesados	Buses
1990 y anteriores	402,60	402,60	559,17	503,25
1991 - 1995	335,50	335,50	559,17	503,25
1996 - 1999	335,50	335,50	503,25	503,25
2000 - 2003	287,57	287,57	457,50	457,50
2004 - 2012	251,63	287,57	457,50	457,50

Fuente: Palermo, 2014

Elaboración: Autor

Cuadro 5. Factores de emisión del transporte liviano (Taxi) por tipo de vía

Tipo de vía	promedio g/km
Corredor	208,05
Céntrico	383,06

Fuente: Caballero, 2011

Elaboración: Autor

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación se detallan a continuación de acuerdo a cada objetivo

4.1 Caracterización del parque automotor de la ciudad de Loja

Según el Centro de Matriculación Vehicular (2015), Loja cuenta con 42 543 vehículos en circulación, los cuales están distribuidos tal como evidencia el Cuadro 6.

Cuadro 6. Número de vehículos matriculados en el año 2014 en la ciudad de Loja

Distribución	Número
GENERAL	35 337
NUEVOS	2139
MOTOS	3301
PUBLICOS	1535
ESTADO	231
Total	42 543

Fuente: Centro de Matriculación Vehicular, 2015

Elaboración: Autor

Para mayor detalle se representa la información antes presentada en la siguiente ilustración (Figura 2).

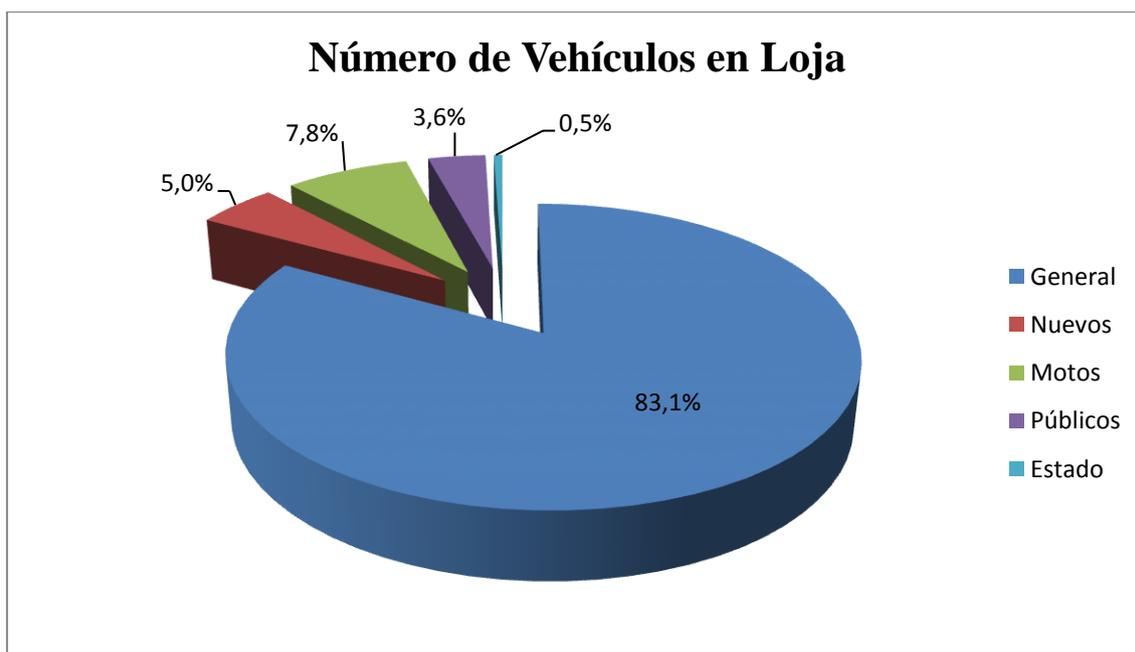


Figura. 2 Número de Vehículos en Loja (Centro de Matriculación Vehicular 2015)

Los datos que evidencia la Fig. 2, representan al número de vehículos matriculados en la ciudad de Loja en el año 2014. Siendo el 83,1 % general (vehículos particulares); el 5 % nuevos (vehículos solo del año); el 7,8 % a motos; el 3,6 % vehículos de servicio público; y el 0,5 % a vehículos del Estado.

4.1.1 Crecimiento del parque automotor

El crecimiento vehicular que registra la ciudad de Loja año por año es lineal, tal como evidencia la figura 3.

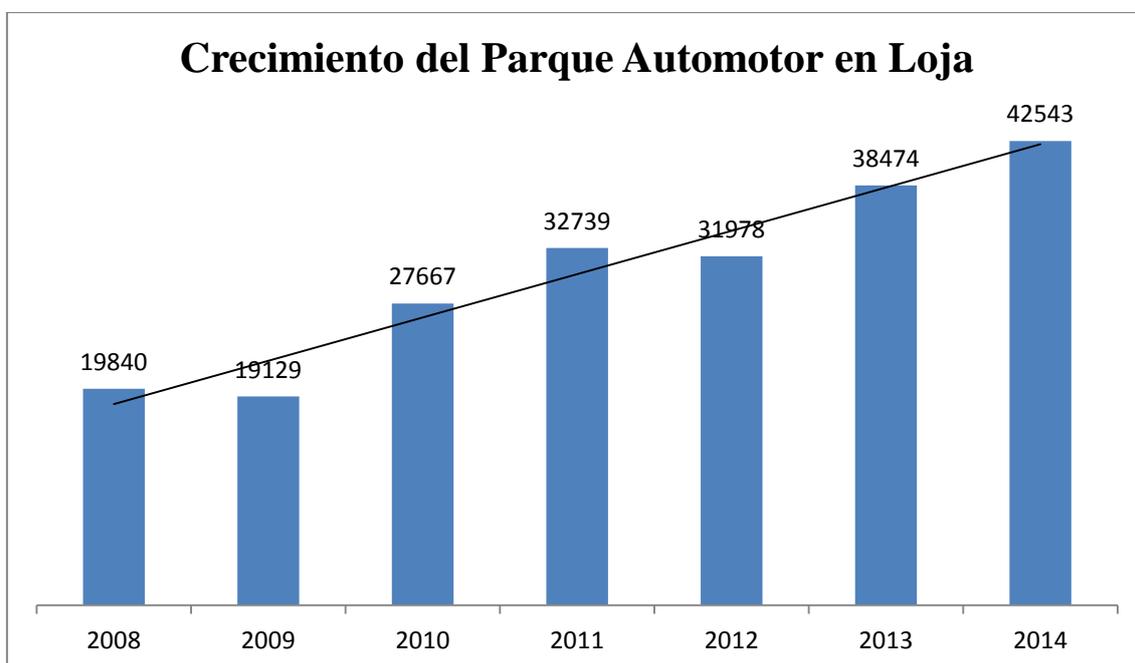


Figura. 3 Crecimiento del parque automotor en Loja en los últimos 7 años (Agencia Nacional de Transito Loja (2014) y el Centro de Matriculación Vehicular (2015))

En los últimos 7 años el crecimiento del parque automotor en la ciudad de Loja es notable, resultando para el año 2008 un total de 19 840 vehículos; mientras que para el año 2014, la cifra incrementa a 42 543 unidades.

4.1.2 Marca de vehículos de la ciudad de Loja

La marca de vehículo con más aceptación por los lojanos en las seis categorías es CHEVROLET, con el 26,7 %, seguido por la marca HYUNDAI con un 17,3 %, el resto de vehículos pertenecen a otras marcas (Figura 4).

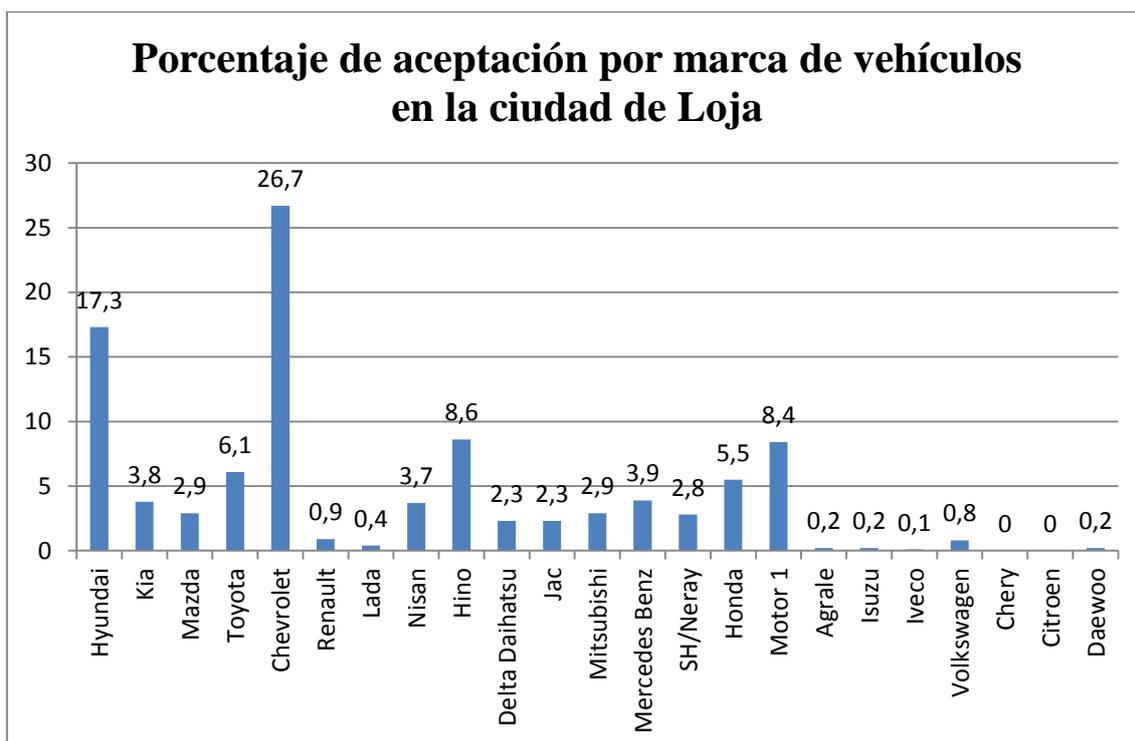


Figura 4. Porcentaje de aceptación por Marca de vehículos en la ciudad de Loja

En cada categoría vehicular el porcentaje de aceptación por marca de vehículo es el siguiente: La marca CHEVROLET en autos sobresale con un 40 %; al igual que en camionetas con un 45 %, seguido de TOYOTA con un 25 %. En la categoría de vehículos pesados la más representativa con un 30 % es HINO; mientras la marca de motos que circula en mayor cantidad con un 50 % es MOTOR 1.

En cuanto al transporte público (bus), del total de la flota, el 53,8 % (126 unidades) son de marca CHEVROLET, seguido por HINO con un 21,4 % (50 vehículos), siendo la marca IVECO la de menor aceptación con el 0,9 % es decir un vehículo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Marca de Bus Urbano de la ciudad de Loja

Marca	Cantidad	%
AGRALE	2	0,9
CHEVROLET	126	53,8
HINO	50	21,4
HYUNDAI	8	3,4
ISUZU	3	1,3
IVECO	1	0,4
MERCEDES B.	22	9,4
MITSUBISHI	8	3,4
NISSAN	3	1,3
VOLKSWAGEN	11	4,7
TOTAL	234	100

Fuente: UMTTTSV, 2014

Elaboración: Autor

Los propietarios de taxis prefieren HYUNDAI con el 68,18 %, seguido por KIA con un 15,37 % y CHEVROLET con un 7,11 % (Figura 5).

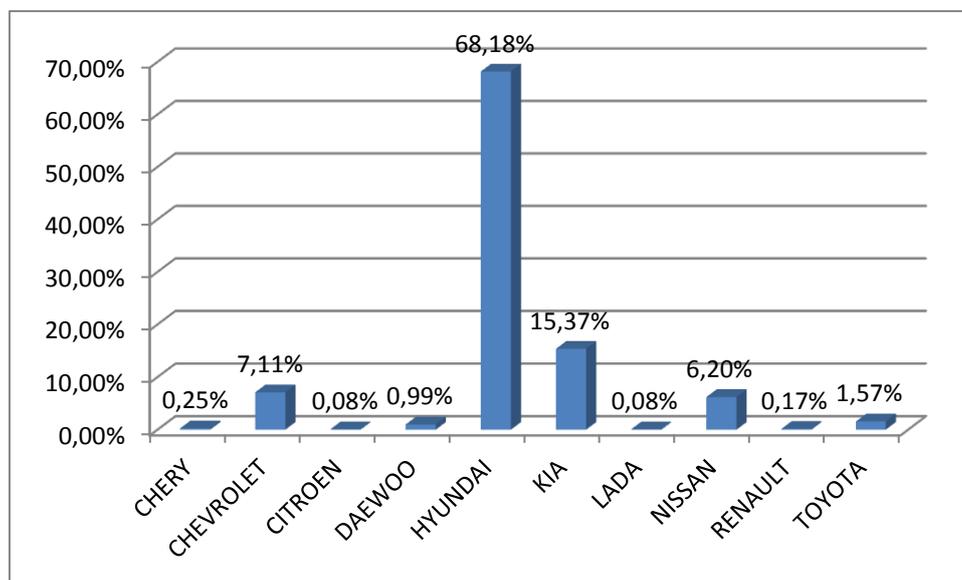


Figura 5. Marca de los vehículos utilizados para el servicio de taxis en la ciudad de Loja (UMTTTSV, 2014)

4.1.3 Año de los Vehículos de la ciudad de Loja

La Fig. 6 evidencia que el parque automotor de la ciudad de Loja es nuevo, siendo el promedio de vida útil de un vehículo de nueve años. Cabe destacar que vehículos del

año 2007 con un 14,4 % mayoritariamente circulan en Loja; seguido de los vehículos del año 2012 con un 10 %.

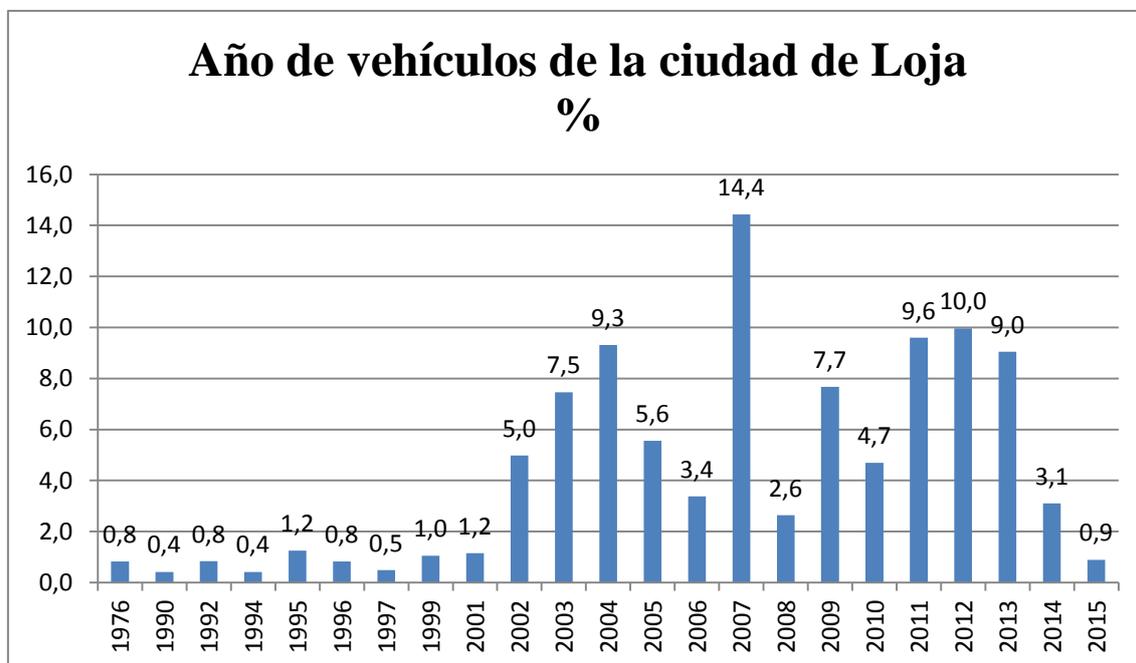


Figura 6. Edad de la flota vehicular de la ciudad de Loja

Cabe señalar que en la ciudad de Loja, los autos son del año 2005 en promedio, en camionetas del 2004, en camiones del 2009, al igual que en buses; en taxis del 2005, mientras que motos del 2009.

Específicamente en el transporte público (bus), el 22,2 % (55 unidades) son del año 2002; seguido del 17,5 % (41 vehículos) del año 2003; mientras que el 0,42 (1 bus) es del año 1997; las demás unidades pertenecen a varios años. En cuanto al transporte publico liviano (taxi), el 23,06 % son del año 2011; seguido del 14,05 % del 2009.

4.1.4 Cilindraje de los vehículos de la ciudad de Loja

En general un vehículo en promedio en la ciudad de Loja cuenta con un cilindraje de 2300 centímetros cúbicos; cabe señalar que en autos el cilindraje promedio es 1600 cc; en camionetas 2400 cc; en motos 200 cc; y en vehículos pesados con un cilindraje de 5000 cc; tal como evidencia el Cuadro 8.

Cuadro 8. Cilindraje promedio por categoría vehicular en la ciudad de Loja

Categoría	Cilindraje promedio (cc.)
Auto	1600
Camioneta	2400
motos	200
pesados	5000

Elaboración: Autor

4.1.5 Tecnología de los vehículos de la ciudad de Loja

En general el 11,7 % del parque automotor de Loja tienen sistema a carburador y el 88,3 % a Inyección (Cuadro 9); lo que corrobora la actualidad del parque automotor en la ciudad y con ello una menor contaminación a la atmósfera lojana.

Cuadro 9. Tecnología de los vehículos de la ciudad de Loja

Tecnología	Porcentaje de vehículos (%)			
	Autos	Camionetas	Camiones	General
Carburador	20	15	0	11,7
Inyección	80	85	100	88,3

Elaboración: Autor

En particular el 80 % de los autos que circulan en la ciudad de Loja, cuentan con un sistema a inyección; mientras que el 20 % a carburador. El 85 % de las camionetas son a inyección, mientras que el 15 % a carburador; y, el 100 % de los camiones que circulan en la ciudad de Loja, cuentan con un sistema a inyección.

4.1.6 Kilómetros recorridos por los vehículos automotores en la ciudad de Loja

En promedio un vehículo particular en la ciudad de Loja recorre al día aproximadamente 33 km, a excepción de los taxis que recorren en promedio 297,6 km/día y los buses 256,6 km/día (Cuadro 10).

Cuadro 10. Kilómetros recorridos en los vehículos de la ciudad de Loja

Categoría	Recorrido promedio al día (km/día)	Recorrido total anual (km/año)
Auto	38	9880
Camioneta	38	9880
Pesado	30,5	7930
Moto	24	6340
Bus	256,6	80 069,5
Taxi	297,6	92 851,2

Elaboración: Autor

Según la UMTTTSV (2014), menciona que la oferta de kilómetros por año a recorrer por el transporte público (bus), para atender la necesidad de movilidad de la población de la ciudad de Loja es de 18 736 269,30 km/año. En el Cuadro 11 se puede observar la distribución de recorridos por cada ruta.

Cuadro 11. Oferta de kilómetros recorridos por los buses en cada ruta

RUTA	KM DE RECORRIDO		
	DIA	MES	AÑO
Sauces - Pradera - Argelia	9 412,80	282 384,00	3 388 608,00
Ciudad Victoria - Bolonia - Plateado	5 343,25	160 297,50	1 923 570,00
Tierras Coloradas - Carigan - CISOL	5 012,00	150 360,00	1 804 320,00
Sauces - Argelia	4 312,00	129 360,00	1 552 320,00
Motupe - Punzara	8 955,00	268 650,00	3 223 800,00
Manzano - Virgempamba	8 955,00	268 650,00	3 223 800,00
Colinas Lojanas - Zamora Huayco	2 867,20	86 016,00	1 032 192,00
Borja - Isidro Ayora	994,00	29 820,00	357 840,00
Bolonia - Clodoveo	2 181,20	65 436,00	785 232,00
SOMEK - San Cayetano	1 534,40	46 032,00	552 384,00
TOTAL			17 844 066,00
RUTAS URBANO MARGINALES			892 203,30
TOTAL + URBANO MARG.			18 736 269,30

Fuente: UMTTTSV, 2014

Elaboración: Autor

El recorrido promedio de una carrera de taxi es de 3,1 km, calculado en base a la ocurrencia de un 75 % de carreras cortas con una media de recorrido de 2,3 km, 15 % de carreras intermedias con una media de 4,5 km y 10 % de carreras largas con un promedio de 7 km (Figura 7).

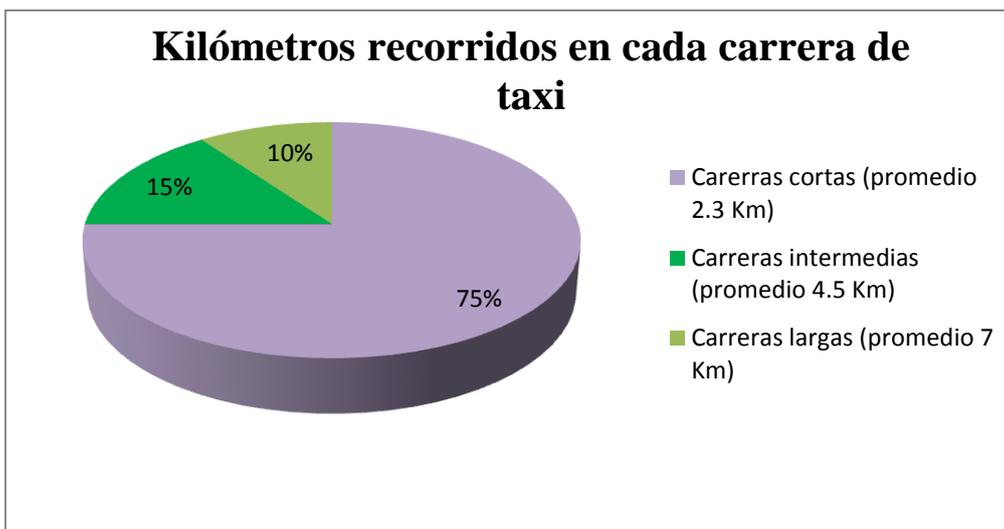


Figura 7. Carreras de taxi promedio en la ciudad de Loja (UMTTTSV)

Según la UMTTTSV (2014), menciona que el promedio de carreras que realiza un taxi durante el transcurso de una hora es de 4, por lo que siendo el promedio de operación diaria de 12 horas, el número estimado de carreras realizadas por día es de 48, dando un total de 297,6 km/día.

Según la UMTTTSV (2014), estima que diariamente 45 200 personas utilizan este servicio, generando una tasa de ocupación de taxi por carrera de 2,7 personas y una tasa de utilización diaria de 2,1

4.1.7 Velocidad de circulación de los vehículos en la ciudad de Loja

La velocidad promedio de circulación por los vehículos en la ciudad de Loja es de 45 km/h (Cuadro 12); respetando el límite máximo de velocidad en zona urbana, que es máximo 50 km/h tal como lo menciona la ley de tránsito.

Cuadro 12. Velocidad promedio por categoría vehicular en la ciudad de Loja

Categoría	Velocidad Promedio km/h
Autos	48
Camionetas	45
Pesados	41
Motos	45
Bus	45
Taxi	47
Promedio general	45 km/h

Elaboración: Autor

Las velocidades promedio a la que circulan las diferentes categorías son: los conductores de autos circulan a mayor velocidad (48 km/h), seguido de los propietarios de motos y bus (48 km/h), siendo los vehículos pesados la categoría que circula a menor velocidad en la zona urbana (41 km/h).

4.1.8 Combustible consumido por el parque automotor en la ciudad de Loja

Cabe señalar que en los autos el 95 % son a gasolina, mientras que tan solo el 5 % presentan motor a diesel; similar caso para las camionetas evidenciándose un 85 % con motor a gasolina y un 5 % a diesel. La cantidad de combustible promedio por día en un vehículo particular es de \$ 5,00 dólares y en vehículos de transporte público es de \$ 17,50 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Consumo de combustible promedio por categoría vehicular en Loja

Categoría	Promedio de Consumo de gasolina por día/ vehículo (\$)	Promedio de Consumo de gasolina por día/ vehículo (Galón)	Promedio Consumo de gasolina por año/ vehículo (Galón)
Autos	3,35	2,26	587,6
Camionetas	4,66	3,15	819,0
Pesados	7,50	5,07	1 318,2
Motos	4,67	3,16	821,6
Bus	25,00	16,90	5 272,8
Taxi	10,00	6,76	2 109,1

Elaboración: Autor

4.1.9 Presencia/ausencia de aire acondicionado en los vehículos

De los datos arrojados por la encuesta, se tiene que el 40 % de los vehículos en la ciudad de Loja tienen aire acondicionado; mientras que el 60 % del parque automotor no cuenta con aire acondicionado (Cuadro 14).

Cuadro 14. Presencia de aire acondicionado en vehículos de la ciudad de Loja

Presencia de aire acondicionado	Auto	Camioneta	Camión	Taxi	Bus	Promedio %
Si	57	35	43	61	0	40
No	43	65	57	39	100	60

Elaboración: Autor

En la ciudad de Loja producto de la variabilidad del clima, es relevante el uso de aire acondicionado; sin embargo la Fig. 8 evidencia lo siguiente:

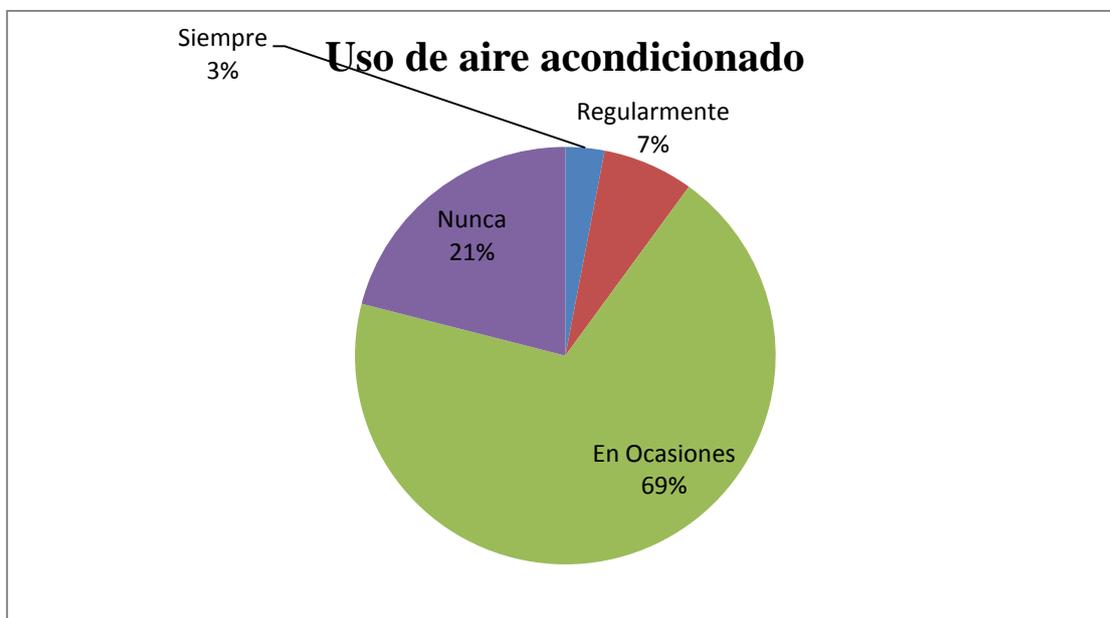


Figura 8. Uso de aire acondicionado por los conductores de la ciudad de Loja

El 69 % de los propietarios de vehículos en ocasiones usan el aire acondicionado, el 7 % lo usan regularmente; el 21 % nunca usan y tan solo el 3 % los usan siempre.

4.1.10 Caracterización del Transporte Público y Comercial en la ciudad de Loja

Según la UMTTTSV (2014), en la ciudad de Loja existen 7 sistemas de transporte público y comercial, con 2356 unidades al servicio de los lojanos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Oferta de transporte público y comercial en la ciudad de Loja

Oferta de transporte	Número	Porcentaje
Taxi convencional	1210	51,4
Taxi Ejecutivo	451	19,1
Camioneta de carga	243	10,3
Bus urbano	234	9,9
Transporte escolar	161	6,8
Volquetas	49	2,2
Interparroquial	8	0,3
TOTAL	2356	100

Elaboración: Autor

Para una mayor comprensión de la información antes indicada se presenta la siguiente ilustración (Figura 9).

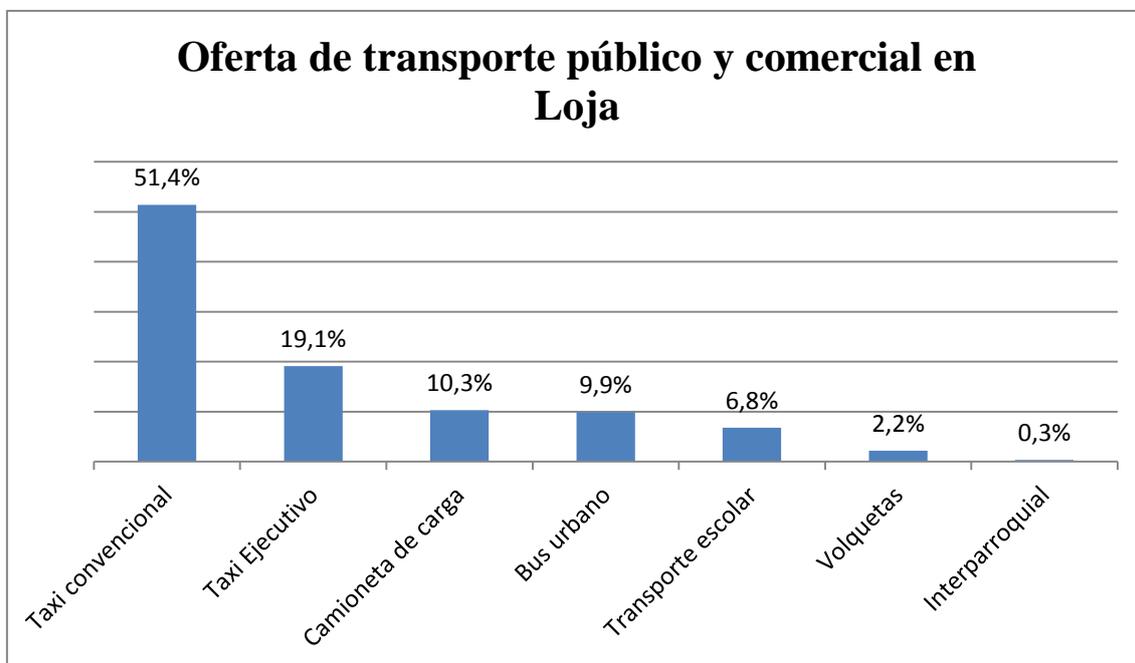


Figura 9. Oferta de transporte público y comercial en la ciudad de Loja

Del total de la oferta de transporte público y comercial en Loja el 51,4 % (1210 unidades) pertenecen a taxis convencionales, seguido del 19,1 % (451 vehículos) que pertenecen a taxis ejecutivos; mientras que con tan solo 8 unidades que representa el 0,3 % cuenta el servicio interparroquial.

La transportación colectiva se la realiza a través de la Unidad Municipal Terminal Terrestre la cual cuenta con 13 organizaciones que prestan servicios de transporte interparroquial, Inter-cantonal, Inter-provincial e Inter-nacional, las cuales son: Cooperativa Loja, Santa, Panamericana, Ejecutivo San Luis, Pullman, Viajeros, Nambija, Unión Yanzatza, Unión Cariamanga, Catamayo, Sur Oriente, Vilcabambaturis, Ciudad de Piñas, que operan las veinticuatro horas diarias.

Según la UMTTTSV (2014), menciona que existen 234 buses urbanos que pertenecen a cuatro operadoras, dos de ellas son cooperativas llamadas 24 de Mayo y Cuxibamba y las otras dos son compañías llamadas Urbasur y Urbaexpress. En la Figura 10 se observa el número de vehículos que posee cada operadora.

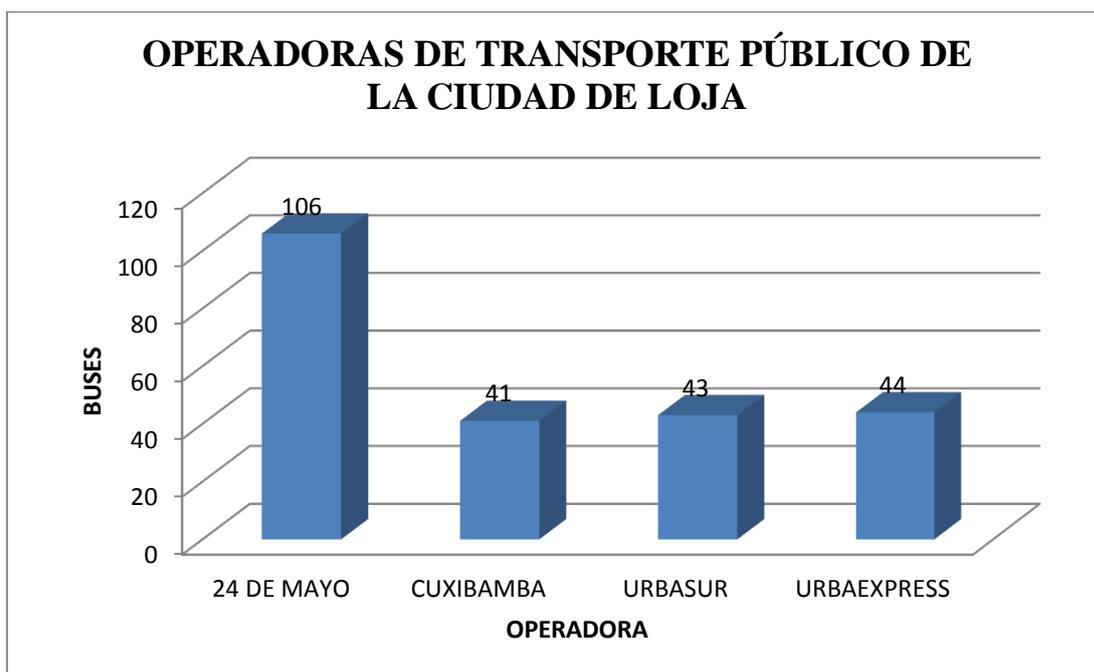


Figura 10. Unidades de transporte público por operadora en la ciudad de Loja (UMTTTSV, 2014)

La cooperativa 24 de Mayo con 106 buses constituye el 45,3 %; la cooperativa Cuxibamba con 41 unidades representa el 17,5 %; la compañía Urbasur constituye el 18,4 % con 43 unidades y la compañía Urbaexpress con 44 vehículos incorpora el 18,8 % a la flota vehicular de transporte público en la ciudad de Loja.

Según la capacidad que posee los buses para movilizar personas, el 78,63 % de los vehículos tienen una capacidad de 75 pasajeros y el 21,37 % de 45 pasajeros (Cuadro 16)

Cuadro 16. Capacidad de los buses para movilizar pasajeros

Capacidad	Nro.	%
45 Pasajeros	50	21,37
75 Pasajeros	184	78,63
TOTAL	234	100

Fuente: UMTTTSV, 2014

Elaboración: Autor

En la ciudad de Loja operan nueve líneas de transporte público, las cuales atienden la necesidad de movilidad existente en los distintos barrios de la ciudad. En el Cuadro 17 se puede conocer el nombre de cada línea y observar la cantidad de pasajeros que atiende cada una de ellas.

Cuadro 17. Líneas de transporte público de la ciudad de Loja

LÍNEA	NOMBRE	promedio
		pasajeros/día
Línea 2	Sauces - Argelia	40 030
Línea 3	Manzano - Virgempamba	1809
Línea 4	Borja - Isidro Ayora	9 127
Línea 5	Colinas Lojanas - Zamora Huayco	12 836
Línea 7	Motupe - Punzara	21 025
Línea 8	Ciudad Victoria - Bolonia-Plateado	18 724
Línea 10	Sauces - Pradera - Argelia	17 534
Línea 11	Tierras Coloradas – Carigan - CISOL	19 110
Línea 12	SOMEK - San Cayetano	9 542
Total		149 739

Fuente: UMTTTSV, 2014

Elaboración: Autor

Para mejor ilustración se presenta la figura 11.

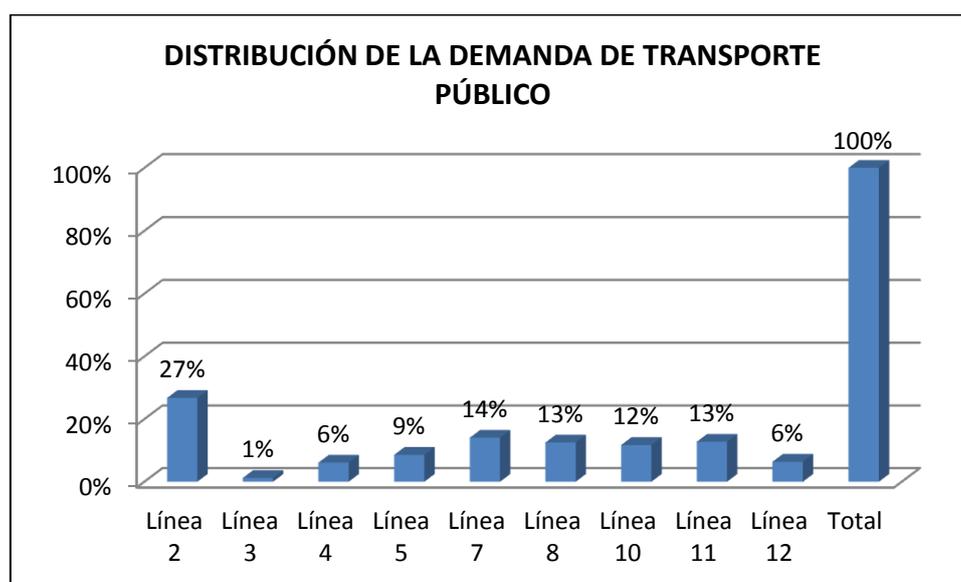


Figura 11. Distribución de la demanda en las líneas de transporte público (UMTTTSV, 2014)

El 27 % (40 030 pasajeros/día) de la demanda existente en la ciudad es atendida por la línea 2 denominada “Sauces Norte – Argelia”, seguida de la línea 7 (Motupe - Punzara) con el 14 % (21 025 pasajeros/día); la línea que cubre la menor demanda es la línea 3 “Manzano – Virgenpamba” con el 1 % (1 809 pasajeros/día) de la demanda total de la ciudad.

4.1.11 Composición porcentual del flujo vehicular en la ciudad de Loja

En base a la información recolectada durante la campaña de medición, realizada en éste proyecto, se determinó que con un 45 %, los autos circulan en mayor cantidad, no obstante los taxis con el 30 % también representan una participación importante de ocupación en las vías. El sector donde hay mayor flujo vehicular con el 23 % es en el Terminal (Cuadro 18).

Cuadro 18. Cantidad promedio de vehículos en una hora en 8 sectores de la ciudad

Categoría							
Sector	Motos	Autos	Camionetas	Taxis	Camiones	Bus	Porcentaje
Bolívar y Lourdes	44	727	162	298	20	13	9
Av. Pio Jaramillo y Chile (TEBAIDA)	33	847	251	524	41	50	13
Bernardo Valdivieso y 10 de Agosto (Parque Central)	30	370	98	108	13	0	5
Av. 8 de Diciembre y Leónidas Plaza (Pitas)	73	937	406	505	134	45	15
10 de Agosto y Av. Universitaria	51	749	249	507	39	54	12
Av. Universitaria y Colón (Parque Bolívar)	73	887	279	658	51	76	15
Terminal	89	1117	456	1136	105	162	23
18 de Noviembre y Rocafuerte	45	533	143	381	20	1	8
Porcentaje	3	45	15	30	3	3	100

Elaboración: Autor

4.2 Emisión de CO₂ derivado del funcionamiento de los vehículos automotores en la ciudad de Loja

Todo el parque automotor de la ciudad de Loja en promedio emite a la atmósfera aproximadamente 253 520 ton/CO₂/año, y al día 694,6 ton/CO₂ (Cuadro 19).

Cuadro 19. Aporte de Dióxido de Carbono por categoría vehicular en la ciudad de Loja

DISTRIBUCIÓN	Ton/CO ₂ /día	Ton/CO ₂ /año
GENERAL	475,3	173 494,6
NUEVOS	23,5	8 594,1
MOTOS	13,5	4 941,3
TAXI	146,1	53 325,4
BUS	29,1	10 628,3
CAMIONETA DE CARGA	4,9	1 800,3
TRANSPORTE ESCOLAR	2	736,4
Total	694,6	253 520

Elaboración: Autor

El transporte privado es el mayor contribuyente de CO₂ a la atmósfera lojana con el 73,77 %, en relación con el transporte público que aporta un 26,23 % de CO₂ (Figura 12)

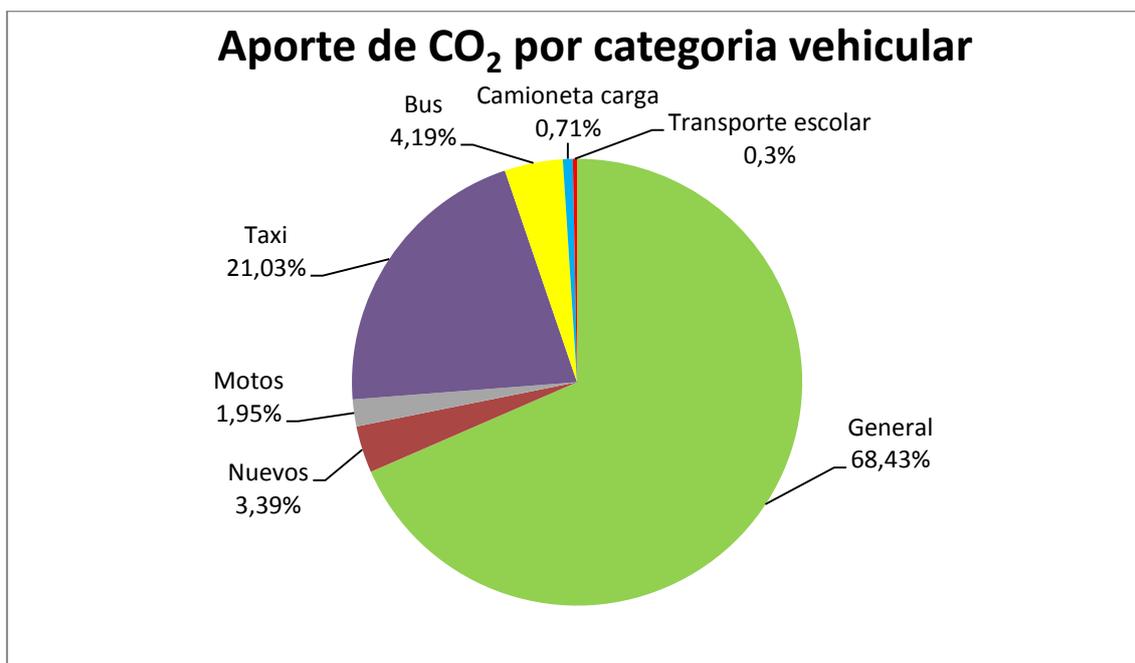


Figura 12. Porcentaje de emisión de Dióxido de Carbono por categoría vehicular

Un vehículo automotor particular en promedio emite 2,86 toneladas de CO₂ al año, mientras que un vehículo de transporte público de pasajeros emite en promedio 33.1 ton/CO₂/año (Cuadro 20).

Cuadro 20. Emisión de dióxido de carbono por vehículo

Tipo	Categoría		kg/día	Ton/año	Promedio (ton/año)
Transporte particular	Auto	Gasolina	10	2,6	2,86
		Diesel	12	3,2	
	Camioneta	Gasolina	11	3,0	
		Diesel	13	3,3	
	Camión		15	4,0	
	Moto		4	1,1	
Transporte público	Bus		124	38,8	33,1
	Taxi		88	27,4	

Elaboración: Autor

5. DISCUSIÓN

Según el Centro de Matriculación Vehicular del Municipio de Loja (CMVML), para el año 2014 se registraron 42 543 vehículos matriculados, cabe mencionar que esta cifra no suma solamente la cantidad de vehículos que existen en la zona urbana de la ciudad de Loja; sino que agrega a vehículos cuyos propietarios residen en otros cantones de la provincia como: Catamayo, Cariamanga, Macará, entre otros.

La distribución de vehículos por categoría que hace el CMVML es muy general, por lo que no se evidencia un total de vehículos en autos, en camionetas, vehículos pesados, así como en buses y en taxis; sin embargo cabe destacar que si hacen una diferenciación a los vehículos nuevos, lo que es importante para evidenciar el porcentaje de adquisición de estos vehículos y por ende la actualidad del parque automotor de la ciudad de Loja.

Según datos del CMVML, en tan solo siete años, de 19 840 vehículos registrados para el año 2008, el parque automotor de la ciudad de Loja ha incrementado su número a 42 543 unidades en el 2014; resultando en promedio un incremento por año de 3784 vehículos automotores. Según el estudio Geo Loja (PNUMA, 2007 y Lara, 2009), los factores que contribuyen al incremento vehicular son: la ampliación del perímetro urbano, lo que hace que los habitantes requieran más transporte para su movilización; y la pujante actividad económica de la ciudad; a esto se agrega la falta de un sistema de transporte público masivo que cumpla estándares de seguridad y confort, siendo esta una de las causas que motiva a los ciudadanos a adquirir vehículos particulares para contrarrestar el problema de movilidad (Aldeán y Vivanco, 2013).

En lo que respecta a la marca de vehículos, la más aceptada por los lojanos es CHEVROLET con el 26,7 %, seguido por la marca HYUNDAI con un 17,3 %, el resto de vehículos pertenecen a otras marcas. Según Kravarovich (2007), menciona que los factores que influyen para que los clientes prefieran una marca de vehículo están: los costos de los vehículos, su durabilidad y su comercialización en el mercado; si bien es cierto los aspectos ambientales de un vehículo no son los factores más importantes que inciden en la elección del consumidor, no obstante esta propensión ha estado cambiando en los últimos años y cada vez más los consumidores toman en cuenta el ahorro de

combustible, el cual está directamente relacionado con la eficiencia energética y a su vez con las emisiones de CO₂ (Gordillo, 2013).

En Ecuador el subsidio del combustible, hace que se consuma mayor cantidad del mismo; por ejemplo, en promedio un vehículo particular en la ciudad de Loja consume 886 galones por año de combustible; al reducir la demanda de combustible se evitaría toneladas de emisión de CO₂ a la atmosfera. Actualmente en la ciudad de Loja, se está impulsando el proyecto de taxis eléctricos, iniciativa del grupo de migrantes lojanos retornados; esta tecnología ayudara a reducir la demanda de combustible y por ende evitar la contaminación que producen cientos de vehículos.

El parque automotor de la ciudad de Loja es relativamente nuevo, siendo el promedio de vida útil de nueve años, comparado para otras ciudades, como en México la edad promedio del parque vehicular es de 17 años (Gordillo, 2013). La actualidad del transporte público en Loja se debe a las diferentes resoluciones emitidas por la Agencia Nacional de Tránsito de Loja. El parque automotor nuevo trae un impacto positivo al ambiente, reduciendo aproximadamente la emisión de una tonelada de CO₂, por vehículo al año.

En promedio un vehículo particular en la ciudad de Loja recorre al día aproximadamente 33 km, inferior al promedio mundial de 53 km por día (Ponce, 2007) a excepción de los buses que según la UMTTTSV (2014), recorren 256,6 km/día y los taxis 297,6 km/día, cifra calculada en base al recorrido promedio de una carrera de taxi de 3,1 km y por el número estimado de carreras realizadas en 24 horas de operación que es de 96.

En lo que respecta a los límites de velocidad: los vehículos livianos, motocicletas y similares en promedio circulan a una velocidad de 48 km/h en la zona urbana de Loja, respetando el límite máximo de velocidad para dicha categoría de 50 km/h que establece el reglamento de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2014); similar caso para los vehículos de transporte público de pasajeros que en promedio circulan a 46 km/h, cuyo valor está dentro del rango moderado que establece el reglamento de 40 km/h a 50 km/h en zona urbana; no obstante los vehículos de transporte de carga que circulan en promedio a 41 km/h, respetan el rango moderado

que establece el reglamento de 40 km/h a 50 km/h, dentro de zona urbana. Según Dávila *et al*, (2014) el nivel de velocidad de un vehículo está en función de la hora del día, del día entre la semana y del tipo de vía.

Es claro que la categoría vehicular que se encuentra en mayor porcentaje en las calles de la ciudad de Loja son los autos con un 45 %, seguido de los taxis con el 30 % de actividad vehicular. En cuanto al transporte liviano de pasajeros, el valor recomendado a nivel mundial es de 3 taxis por cada 1000 habitantes (Giraldo, 2005), sin embargo en la ciudad de Loja es de 7,7 taxis por cada 1000 habitantes, lo que explica una mayor actividad vehicular de taxis en las vías en comparación a otras categorías y la sobreoferta de taxis que existe para satisfacer la necesidad de movilidad de los ciudadanos de Loja. Además se corrobora con los resultados del flujo vehicular medidos en ocho puntos de la ciudad de Loja, resultando la relación cuatro a uno, es decir, por cada cuatro vehículos particulares, pasa un taxi.

En relación a la emisión de dióxido de carbono, los vehículos automotores emiten en la ciudad de Loja en total 253 520 toneladas al año, al comparar con otros estudios, desarrollados en cantones con un número de vehículos automotores similar al del cantón Loja, se evidencia que en el cantón Ibarra provincia de Imbabura el parque automotor emite en total 238 172 toneladas de CO₂ al año, así mismo en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi la cantidad estimada es de 336 439 ton/año (Ministerio del Ambiente, 2014), cabe señalar que todos estos resultados son en base a la cantidad de vehículos que registran los centros de matriculación vehicular para los cantones.

El transporte privado es la categoría vehicular que mayor cantidad de dióxido de carbono emite hacia la atmósfera, con un aporte del 73,77 %, en relación al transporte público que aporta el 26,23 % de CO₂. El factor que influye para que el transporte privado emita la mayor cantidad de CO₂ a diferencia del transporte público, es el número de vehículos. Las mayores emisiones se presentan durante los días entre semana y se reducen en los fines de semana (Dávila *et al*, 2014), sin embargo los resultados del presente estudio, evidencian el promedio de CO₂ de los siete días de la semana.

Las horas de operación vehicular también representan un factor importante a la hora de estimar emisión de CO₂; siendo para taxi el promedio de operación diaria de doce horas

y para bus de diez horas (UMTTTSV, 2014); mientras que para un vehículo particular es de dos horas.

Es importante mencionar que en el presente estudio, no se determinó el nivel de CO₂ por sitio de aforo, se lo hizo de manera general para la ciudad de Loja; porque la Fórmula general desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, no aplica para aforo vehicular. Sin embargo en base al resultado obtenido, que a mayor número de vehículos en circulación mayor es la contaminación; se puede deducir que en el sector del Terminal hay más contaminación de CO₂ en comparación a los demás sectores. No obstante la contaminación generada por un vehículo que circule por el centro histórico de Loja, debido a las condiciones de conducción (arranques - frenadas), también es significativa; entre uno de los factores que influyen para que suceda, es el congestionamiento vehicular, para esto el Municipio debe buscar soluciones, entre las más relevantes son: el sistema de semaforización del centro histórico y la eliminación del parqueo tarifado en algunas vías.

Uno de los retos es reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), en especial el CO₂, principal gas emitido por la combustión de los vehículos automotores en la ciudad de Loja, puesto que las fuentes energéticas e industriales son insignificantes (PNUMA, 2007); y consientes que a nivel mundial el CO₂ es el responsable de 1,3 millones de muertes al año según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), surge la importancia en la ciudad de Loja de generar trabajos investigativos relacionados a la estimación de CO₂, logrando de esta manera aportar con información de primera mano que sirva como base, para que las instituciones tomadoras de decisiones, como es en el caso del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (Institución competente en tema de transporte), desplieguen políticas como estrategias encaminadas a disminuir la concentración de CO₂ en la atmósfera y los efectos colaterales transferibles a la sociedad.

Ciudades como en Quito, Guayaquil, cuentan con una red automatizada de monitoreo atmosférico, las cuales poseen estaciones remotas que miden la concentración de los contaminantes. En la ciudad de Loja se carece se esta medida, limitando generar información valiosa que permita el análisis de emisiones diarias, semanales, mensuales

y anuales; siendo necesario implementar esta medida de control, además de estrategias de mitigación de disminución de emisión de CO₂, como:

- Incentivos por parte de los concesionarios de vehículos, ofreciendo financiamiento de autos a una tasa preferencial (menor) para los catalogados como de bajas emisiones; con esto se contribuiría en acelerar el remplazo de la flota vehicular antigua, hacia una más eficiente en el uso de combustibles fósiles.
- Mejoramiento sustancial del transporte urbano en la ciudad de Loja, entendiéndose por ello: cambiar toda la flota vehicular por unidades nuevas que cumplan estándares de calidad y confort; rediseño de las rutas del transporte masivo, con el fin de cubrir mejor el servicio en aquellos barrios periféricos de la ciudad; reforzamiento en la vigilancia del transporte masivo, con el fin de que se cumplan horarios y se respeten paradas asignadas; ampliación de nuevos cupos por parte de la Agencia Nacional de Transito, con el fin de acortar tiempos de espera y evitar la aglomeración de usuarios en las unidades.
- Campañas constantes de concientización, logrando que las personas prefieran dejar sus autos en casa y tomar el transporte masivo; así como dejar de depender del automóvil y de esta manera disminuir las emisiones de CO₂, impulsando el uso de medios de transporte limpio como la bicicleta, para lo cual se debe crear una red de ciclismo urbana.
- Realizar inspecciones técnicas de los vehículos promoviendo el mantenimiento preventivo que garantiza su buen funcionamiento, además de disminuir la emisión de gases contaminantes y el consumo de combustible.
- Implementación de taxis eléctricos, con el fin de coadyuvar a la descontaminación del medio ambiente.

6. CONCLUSIONES

En tan solo seis años el parque automotor de la ciudad de Loja, ha incrementado su número de vehículos de 19 840 a 42 543 para el año 2014, siendo en promedio el aumento del parque automotor de 3784 vehículos año por año.

En la ciudad de Loja existe una sobreoferta del transporte de pasajeros liviano (taxi), siendo lo recomendado 3 taxis por cada 1000 habitantes; mientras que en la ciudad existen 7,7 taxis por cada 1000 habitantes.

El abrupto crecimiento a corto plazo de la motorización en la ciudad de Loja, podrá tener consecuencias considerables. Por ello, programas amplios y permanentes de control de emisiones y uso de formas más limpias de energía son importantes dentro de la gestión de la calidad del aire.

Con una vida útil en promedio de nueve años, y con el 88,3 % de vehículos con sistema a inyección, se concluye que el parque automotor de la ciudad de Loja es nuevo, siendo la marca CHEVROLET la más acogida con el 26,7 % por el mercado lojano.

En la ciudad de Loja se emite a la atmósfera 253 520 toneladas de dióxido de carbono al año, producto de la circulación del parque automotor, resultando el transporte privado la categoría que aporta con mayor emisión (73,77 %) de CO₂ a la atmosfera lojana, seguido de los taxis con un aporte del 26,23 % del total de la emisión del parque automotor.

Las emisiones de los vehículos más antiguos, son más altas que las de los vehículos más recientes; por ejemplo, un auto del año 1997, emite 3 toneladas de dióxido de carbono en un año, mientras que un auto de año 2012 emite tan solo 1,92 toneladas al año.

Los autos y taxis son las categorías que ocupan más las vías de Loja, con el 45 % y 30 % respectivamente; por tal motivo las medidas encaminadas a mitigar la contaminación por CO₂, como la movilidad en la zona urbana, deberían estar enfocadas a estas categorías. El sector donde hay mayor flujo vehicular con el 23 % es en el Terminal; mientras que en la Bernardo Valdivieso y 10 de Agosto se registra menor circulación de vehículos.

El inevitable uso de los vehículos particulares, generan emisiones fuertes de CO₂ que contribuyen a la aceleración del cambio climático; a diferencia de utilizar el transporte colectivo que ayuda a disminuir las emisiones de dióxido de carbono, como problemas de congestionamiento vehicular, resultando indispensable generar a través de las constantes campañas, una cultura a la ciudadanía para que hagan uso del transporte colectivo.

Los factores que inciden para que se emita mayor cantidad de CO₂ a la atmosfera proveniente del parque automotor son principalmente: el número de vehículos y las horas de operación vehicular en la zona de estudio. Mientras que los factores que contribuyen al incremento vehicular son: la ampliación del perímetro urbano y la actividad económica de una ciudad.

La falta de un sistema de transporte público eficiente y confiable, más las facilidades de crédito; hacen que un amplio sector de la población resuelva sus necesidades de movilidad adquiriendo un automóvil.

Los resultados obtenidos en el presente estudio constituyen un avance importante, cuya información ayuda a la búsqueda de opciones sencillas, que sustenten las políticas dirigidas a mejorar la calidad del aire.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda categorizar al parque automotor de la ciudad de Loja de la siguiente manera: autos, camionetas, camiones, buses, taxis, motos; con el fin que se genere información detallada de cada categoría vehicular, y de esta forma emplearla en estudios relacionados al parque automotor.

Implantar un sistema de empadronamiento anual de los vehículos, lo que permitiría obtener una data de las características principales de los vehículos; de esta manera se podría conocer con mayor exactitud, facilidad y frecuencia la calidad del parque automotor que cuenta la ciudad de Loja.

El flujo vehicular debe ser registrado mediante grabación en video, seleccionando previamente un sitio adecuado; ya que la técnica del conteo directo, resulta impráctica e imprecisa.

Se recomienda seguir realizando investigaciones de emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores, con el fin de actualizar la información, y lograr en base a un análisis comparativo, estudios que aporten a la toma de decisiones.

Tomar en cuenta el mes de medición de flujo vehicular en la ciudad de Loja, sabiendo que hay meses de mayor actividad comercial; así como los días sin precipitación; variables que afectan los resultados del estudio.

Se recomienda a mediano o largo plazo calcular factores de emisión propios para la localidad de Loja, y de esta forma tener una mayor exactitud en los niveles de emisión dióxido de carbono emanado por los vehículos.

Realizar estudios complementarios, relacionados a emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV) provenientes del parque automotor, con el fin de contar con el inventario de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de la ciudad de Loja.

Aunque no es una actividad inherente a la investigación realizada, se recomienda implementar por parte del Gobierno Autónomo Municipal de Loja, al menos tres estaciones remotas de monitoreo, a lo largo de la ciudad, considerando como puntos tentativos: Terminal; 10 de Agosto y Av. Universitaria; y Av. Pio Jaramillo (Tebaida), con la finalidad de validar datos obtenidos en estudios previos de emisión de gases en la ciudad, como de generar información que permita el análisis y sus posteriores medidas preventivas y de control.

Impulsar programas públicos que promuevan la conciencia entre los usuarios; informando sobre los altos niveles de gases nocivos, producidos por los automóviles, así como de los impactos que causan al ambiente y en la sociedad.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, R; Camacho, I; Solórzano, G. 2000. Metodología para la determinación de la emisión de gases invernadero de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales (en línea). México. Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Consultado 22 Oct. 2014. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactosvi-083.pdf>

Agencia Nacional de Transito Loja, 2014. Estadística de Matriculación 2013

Agencia Nacional de Transito, 2015. Reforma a la Resolución No.80-DIR-2010-CNTTTSV (Comisión Nacional de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial)

Aldeán, J. Vivanco, P. 2013. Propuesta de solución al impacto ambiental generado por las emisiones de CO₂ provenientes de motores a gasolina vehiculares en la ciudad de Cuenca. Tesis Ing. Mecánico Automotriz. Cuenca. Ec. Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología. 112 p.

Allende, 2008. Eficiencia del Transporte público y privado: una propuesta desde los consumidores (en línea). México. Consultado 24 Abr. 2014. Disponible en http://www.boell-latinoamerica.org/download/eficiencia_transporte_docto_%281%29.pdf

Berenguer, J; Domínguez, F. 2000. El dióxido de carbono: la evaluación de la calidad del aire interior (en línea). España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Consultado 21 Jul. 2014. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_549.pdf

Castro, P; Escobar, L. 2006. Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión. Tesis Ing. Amb. y Sanitaria, Bogotá, Col. Universidad de la Salle. 220 p.

Caballero, M. 2011. Análisis de emisiones de vehículos livianos según ciclos de conducción específicos para la región metropolitana. Tesis Ing. Mecánico, Santiago de Chile, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Matemática. 185 p.

Camacho, E. 2010. Calentamiento Global (en línea). Consultado 5 Jun. 2014 Disponible en <http://www.fundacionpr.org/calentamientoglobal.pdf>

Cardona, C; Baena, A. 2010. Dinámica de la penetración de tecnologías alternativas para vehículos automotores y su impacto en las concentraciones de carbono atmosférico. (en línea). Colombia, Revista Avances en Sistemas e Informática, vol. 7, núm. 3, Universidad Nacional de Colombia. Consultado 14 Jul. 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133117498016>

Centro de Matriculación Vehicular de Loja, 2015. Estadística de Matriculación 2014

CEPAL, 2008. Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. (en línea). Santiago de Chile, Chile. Consultado 10 Jun. 2014. Disponible en: http://interwp.cepal.org/anuario_estadistico/anuario_2008/docs/ANUARIO2008.pdf

Constitución de la República del Ecuador, 2008

Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, 2011

Cornejo, J. 2001. Metodologías para la estimación de emisiones, Inventario de emisiones de la zona metropolitana del valle de México. s.e. 15 p.

Dávila, P; Rojas, N; Rojas, A. 2104. Estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles en tramo vial Bogotá-Facatativa (en línea). Bogotá, Col. Universidad Nacional de Colombia. Consultado 14 May. 2014. Disponible en: http://www.ing.unal.edu.cogruposcalidad_airedoc2013007.pdf

Echeverri, C. 2013. Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería. (en línea). Colombia. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 5, núm. 9, Consultado 24 Abr. 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75050908>

Eladio, 2009. Gases de Efecto Invernadero, Concejalía de Medio Ambiente (en línea). Consultado 21 Jul. 2014. Disponible en:

<http://www.alhaurinelgrande.net/alhauPortal/alhaurin/medioambiente/sostenibilidad/co2.pdf>

Escobar, J. 2008. Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas en las Comunas de Temuco y Padre las Casas (en línea). Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente Región de la Araucanía. Consultado 2 Marzo 2015. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-46042_recurso_1.pdf.

Falconi, S. 2011. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Fuentes Móviles en el Estado de Tabasco. Tesis Ing. Quím. Tabasco, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 60 p.

GEO Ecuador, 2008. Informe sobre el estado del Medio Ambiente: Estado del Aire, Cap. 2 (en línea). Ecuador. Consultado 11 Abr. 2014. Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41444.pdf>

Giraldo, L. 2005. Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes. Tesis Mag. Ing. Civil. Bogotá. Universidad de los Andes. 78 p.

Gómez, M; Tinoco, O; Vásquez, J. 2011. Determinación de los factores de emisión de los vehículos a gasolina del parque automotor, en la ciudad de Cuenca, Capitulo II, Ingeniería Mecánica Automotriz (en línea). Cuenca, Ec. Consultado 22 Jun. 2014. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/1234567891/1453/CAPITULO%20II.pdf>

Gordillo, J. 2013. Emisiones contaminantes de CO₂ por vehículos y papel de CIBanco, Dirección de Análisis Económico y Administración Integral de Riesgo. (en línea). México. Consultado 2 Oct. 2015. Disponible en: http://www.cibanco.com/storage/Ahorro_CO2_CIAuto_Verde.pdf

Guayanlema, V. 2013. Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte al 2012. Tesis. Ing. Química. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. 144 p.

Herrera, A; Vales, N. 2013. Estimación de las emisiones de gases contaminantes generadas por la actividad vehicular aérea de México, Secretaria de Comunicaciones y Transporte, Instituto Mexicano de Transporte (en línea). México. Consultado 2 Jul. 2014. Disponible en: <http://>

<http://imt.mxarchivosPublicacionesPublicacionTecnica384.pdf>

International, R. 2000. Manuales de programa de inventarios de emisiones de México: desarrollo de inventarios de emisiones de vehículos automotores (en línea). México. Consultado 8 Oct. 2014. Disponible en: <http://www.epa.govtncatcdir1vehicul6.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2010. Fascículo provincial Loja: Población y Vivienda (en línea). Ecuador. Consultado 6 Abr. 2014. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

Kravarovich, M. 2007. Análisis financiero y de mercado para una propuesta de EICA: “Paquete repago para el mantenimiento del vehículo durante el periodo de garantía”. Tesis. Economista, Guayaquil, Ec. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 177 p.

Lara, C; Mendoza, J; López, M; Téllez, R; Martínez, W; Guzmán, E. 2009. Propuesta metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades de la república Mexicana. (en línea). Sanfandila, Mex. Consultado 12 Jul. 2014. Disponible en: <http://imt.mxarchivosPublicacionesPublicacionTecnica322.pdf>

Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, 2014

Ley de Gestión Ambiental, 2004

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, 2004

Martínez, H. 2011. Estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas (en línea). México. Consultado 17 Jun. 2014. Disponible en: <http://www.INE/ADE-037/2010.pdf>

Medina, J. 2010. La Dieta del dióxido de Carbono (CO₂), Conciencia tecnológica, No. 39, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (en línea). México. Consultado 23 Abr. 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415753009>

Miller, P. 2009. El ahorro de energía. Revista National Geographic en español (en línea). Consultado 3 May. Disponible en: http://www.nationalgeographic.com.es20090601ahorro_energia_empieza_casa.html

Ministerio del Ambiente, 2014. Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro: Proyecto Calidad del Aire III (en línea). Quito, Ec. Consultado 13 Jun. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf>

OMS (Organización Mundial de la Salud) 2011. Calidad del Aire y Salud. (en línea). Consultado Abril 22, 2014. Disponible en:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>.

Palermo, F. 2014. Procesamiento de parámetros físicos e inventario de emisiones atmosféricas antropogénicas en la cuenca hidrográfica del río Napo. Tesis Ing. Amb. Quito, Universidad de San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, 137 p.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente); Municipio de Loja; NCI (Naturaleza y Cultura Internacional, EC). 2007. Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: PNUMA. Loja, EC. s.e. 192 p.

Pesántez, T. 2009. Políticas ambientales locales para el control de alteraciones respiratorias por contaminación vehicular en los escolares del cantón Cuenca. Tesis Salud Pública, Cuenca, Universidad Estatal de Cuenca, Facultad de Ciencias Médicas, 85 p.

Roa, L; Roa, T. 2012. Determinación de Indicadores Ambientales y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Habitantes de la Ciudad de Loja. Tesis Ing. Amb. Loja, EC,

Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. 166 p.

Romero, M; Olite, F; Álvarez, M. 2006. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud, Revista Cubana de Higiene, Epidemiología (en línea). Cuba. Consultado 23 Jun. Disponible en: http://httpscielo.sld.cuscielo.phppid=S1561-30032006000200008&script=sci_arttext

Rodolfo, 2007. Guía metodológico para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas (en línea). México. Consultado 25 Abr. 2014. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=618&tipo_file=pdf&filename=618

Sánchez, S; Green, J; Orjuela, J; Klakamp, J. 2013. Metodologías para la estimación de emisiones de transporte urbano de carga y guías para la recopilación y organización de datos. (en línea). Washington. Consultado 3 Jul. Disponible en: <http://httpwww.cleanairinstitute.orgcopswp-contentuploads201303Metodologias-del-transporte-de-carga-Junio-2013.pdf>

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2009

Torres, M; Paz, K; Salazar, F. 2006. Tamaño de una muestra para una investigación de mercado (en línea). Universidad Rafael Landívar. Consultado 3 Jul. Disponible en: http://httpwww.tec.url.edu.gtboletinURL_02_BAS02.pdf

UMTTTSV (Unidad Municipal de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial). 2014. Oferta actual de transporte público en la ciudad de Loja, Gobierno autónomo descentralizado del cantón Loja, Loja, EC. s.e. 14 p.

Vintimilla, P. 2015. Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca. Tesis Ing. Mecánico Automotriz. Cuenca, EC, Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz. 102 p.

9. ANEXOS

ANEXO 1 Patrón de encuesta aplicada a los conductores de vehículos automotores en la ciudad de Loja

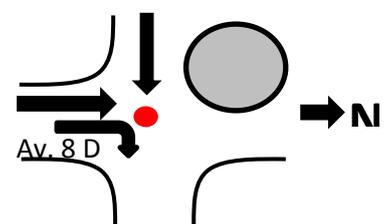
Encuesta para realizar el Estudio de Emisión de Dióxido de Carbono por Vehículos Automotores en la Ciudad de Loja		
Fecha: _____	No. de encuesta _____	
Solicitamos nos colabore con su respuesta. Marque con una X en la respuesta que crea conveniente.		
Encuesta realizada en:		
Gasolinera <input type="checkbox"/>	Estacionamientos <input type="checkbox"/>	Parada de taxis <input type="checkbox"/> Parada de camionetas <input type="checkbox"/>
1. ¿Características del vehículo?		
<input type="checkbox"/> Motocicleta	<input type="checkbox"/> auto	<input type="checkbox"/> camioneta
<input type="checkbox"/> Vehículo pesado	<input type="checkbox"/> Bus urbano	<input type="checkbox"/> Transporte liviano
Marca <input type="text"/>	Modelo Año <input type="text"/>	Cilindraje <input type="text"/>
2. ¿Tecnología del vehículo?		
<input type="checkbox"/> Carburador	<input type="checkbox"/> Inyección	
3. ¿Cuál es el kilometraje acumulado?		
Exacto _____	Aproximado _____	
4. ¿Promedio de kilómetros recorridos?		
Día _____	Semana _____	
5. ¿Velocidad promedio de circulación?		

6. ¿Cantidad de combustible consumido?		
Día _____	Semana _____	
7. ¿Tipo de combustible?		
<input type="checkbox"/> Gasolina	<input type="checkbox"/> Diesel	
8. ¿Tiene aire acondicionado?		
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	
9. ¿Frecuencia de uso de aire acondicionado?		
<input type="checkbox"/> Regularmente	<input type="checkbox"/> En ocasiones	
<input type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Nunca	
Gracias por su colaboración		

ANEXO 2 Matriz de aforo vehicular

PROYECTO DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN LOJA

Intersección:
Responsable: Av. 8 Diciembre Leonidas Plaza
Fecha (D/M/A): / /
Hora Inicial: **Hora Final:**



Categoría Vehicular	Total
Motocicleta	
Motocicletas 	
Vehículos Livianos	
Autos 	
Camionetas 	
Transporte Liviano	
Taxis 	
Camionetas 	
Vehículos Pesados	
Camiones 	
Autobuses 	
Bus Urbano	
Bus 	