



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

**Incidencia de las Motocicletas en la Ciudad de Cuenca
desde una Perspectiva Energética y Ambiental**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Autores:

PABLO JOSÉ QUEZADA TORO

WILSON GERMÁN ROMERO RAMÍREZ

Director:

MATEO FERNANDO COELLO SALCEDO

CUENCA, ECUADOR

2017

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado a toda mi familia por sus consejos y orientaciones en cada paso que he dado. A mis Padres por el apoyo que me han brindado en las decisiones que he tomado; por haberme enseñado que los logros se consiguen con dedicación, perseverancia y constancia; y por todo el cariño y amor que diariamente me entregan. A mis hermanas que siempre están pendientes por que cumpla con todas mis metas. A mi Esposa y mis hijos que son la razón para seguir creciendo como persona y como profesional.

Pablo José

DEDICATORIA

Las metas no se podrían cumplir sin el apoyo de nuestros seres queridos que con su esfuerzo y dedicación nos han inculcado los valores para ser personas de bien, dedico este proyecto de tesis a Dios por ser el inspirador en cada uno de mis pasos dados en el convivir diario; a mis padres y hermanos por ser quienes me brindaron todo el apoyo para realizar mis estudios y son los guías en el sendero de la vida, a mi esposa y mi hija que, con su amor, me dan la fuerza para seguir adelante, y a todos los que de alguna manera me brindaron su apoyo en esta etapa de mi educación.

Wilson Germán

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por guiarnos en cada paso que damos y poder realizar este trabajo de tesis con dedicación y esmero.

A la Universidad del Azuay por brindarnos la oportunidad de cristalizar nuestro sueño de ser profesionales.

A nuestro director de tesis el Ing. Mateo Coello por su esfuerzo y predisposición, quien con sus conocimientos, experiencia y motivación nos ayudó al desarrollo del presente trabajo investigativo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	2
1.1. Problemática.....	2
1.2. Pregunta de Investigación:	2
1.3. Marco Teórico	3
1.4. Estado del Arte	5
1.5. Objetivo General	6
1.6. Objetivos Específicos	6
1.7. Alcance	7
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL IMPACTO DEL USO DE LAS MOTOCICLETAS EN EL MUNDO.....	8
2.1. Motocicletas	8
2.2. Clasificación de las motocicletas	10

2.2.1.	Clasificación de las motocicletas según su uso.....	10
2.2.2.	Clasificación de las motocicletas según su cilindraje	11
2.2.3.	Clasificación de las motocicletas según su motor.....	12
2.3.	Motocicletas en el mundo.....	13
2.3.1.	Crecimiento del parque automotor de las motocicletas en el mundo...	13
2.3.2.	Impacto energético de las motocicletas en el mundo.....	14
2.3.3.	Impacto ambiental de las motocicletas en el mundo.....	14
2.4.	Motocicletas en Latinoamérica.....	15
2.4.1.	Crecimiento del parque automotor de las motocicletas en Latinoamérica.....	15
2.4.2.	Impacto energético de las motocicletas en Latinoamérica.....	16
2.4.3.	Impacto ambiental de las motocicletas en Latinoamérica.....	16
2.5.	Motocicletas en Ecuador	16
2.5.1.	Crecimiento del parque automotor de las motocicletas en Ecuador	16
2.5.2.	Impacto energético de las motocicletas en Ecuador	17

CAPÍTULO 3: CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS CON LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO Y EL CONSUMO ENERGÉTICO

3.1.	Descripción del software para análisis de emisiones contaminantes	20
3.2.	Variables que intervienen en las emisiones por gases contaminantes de las motocicletas.....	22
3.2.1.	Características de conducción de las motocicletas.....	22
3.2.2.	Recorrido de rutas para la obtención de datos	22
3.2.3.	Recolección de información utilizando sistemas de posicionamiento global (GPS).....	24
3.2.4.	Patrones de partida y arranque en frío de motocicletas.....	25
3.2.5.	Recolección de información por medio de encuestas	27

3.2.6.	Diseño de la encuesta	29
3.2.7.	Resultados de encuesta.....	30
3.2.8.	Variables ambientales	34
3.2.9.	Características del combustible.....	36
3.3.	Descripción del software para el análisis del consumo energético	36
3.4.	Variables que intervienen en el consumo energético de las motocicletas...	36
3.4.1.	Tipo de vehículos para el análisis de consumo energético	37
3.4.2.	Cantidad de motocicletas en la ciudad de Cuenca	37
3.4.3.	Recorrido promedio de las motocicletas	37
3.4.4.	Consumo de combustible del vehículo	37
3.4.5.	Cargas ambientales de las motocicletas	38

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

4.1.	Análisis de las emisiones contaminantes de la ciudad de Cuenca en el periodo 2015	39
4.1.1.	Contaminantes por rutas producidos por motocicletas	40
4.1.2.	Proyección de contaminantes por rutas producidos por las motocicletas	41
4.1.3.	Proyección de contaminantes en escenario con catalizador por todas las rutas producidos por las motocicletas	43

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

5.1.	Análisis del consumo energético en la ciudad de Cuenca en el periodo 2015	45
------	---	----

5.1.1.	Datos básicos para iniciar el análisis de consumo energético en LEAP	45
5.1.2.	Datos de motocicletas del año base en la ciudad de Cuenca.....	46
5.1.3.	Supervivencia de motocicletas en la ciudad de Cuenca.....	47
5.1.4.	Recorrido de las motocicletas en la ciudad de Cuenca	48
5.1.5.	Existencia de motocicletas	49
5.1.6.	Ventas de motocicletas.....	50
5.1.7.	Consumo específico de combustible de motocicletas en la ciudad de Cuenca	52
5.1.8.	Factor de emisión en el año base en la ciudad de Cuenca	54
5.1.9.	Cálculo de la demanda energética de las motocicletas en la ciudad de Cuenca	56
5.2.	Análisis del consumo energético de la ciudad de Cuenca con escenario....	58
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES.....		62
GLOSARIO.....		63
BIBLIOGRAFÍA.....		64
ANEXOS.....		69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. La primera motocicleta con motor de vapor.....	8
Figura 2.2. Motocicleta con motor de combustión interna de 4 tiempos por Daimler Einspur en 1885	9
Figura 2.3. Motocicleta fabricada por Hildebrand & Wolfmüller en 1894	9
Figura 2.4. Motocicleta fabricada por los hermanos Werner en 1897	10
Figura 2.5. Motocicletas como porcentaje de los países de la ASEAN.....	14
Figura 2.6. Estructura del consumo por sectores de energía.....	17
Figura 2.7. Consumo de combustible en el año 2012.	18
Figura 2.8. Consumo de combustible extra y super del año 2012.	18
Figura 3.1. Ruta expresa.....	23
Figura 3.2. Ruta arterial.	23
Figura 3.3. Ruta colectora.	24
Figura 3.4. Filmación en ruta arterial.....	26
Figura 3.5. Filmación en ruta colectora.	27
Figura 3.6. Filmación en ruta autopista.....	27
Figura 3.7. Total de motocicletas particulares y utilitarias según el tipo de motor. ..	31
Figura 3.8. Motocicletas de 4T clasificadas por su recorrido.	32
Figura 3.9. Motocicletas de 4T con catalizador clasificadas por su recorrido.....	32
Figura 3.10. Motocicletas de 2T clasificadas por su recorrido.	33
Figura 3.11. Localización del estudio.	35
Figura 3.12. Clasificación de las motocicletas.....	37
Figura 4.1. Datos proporcionados por modelo IVE.	40
Figura 4.2. Monóxido de carbono (CO) producido en rutas por motocicletas	40
Figura 4.3. Óxido de nitrógeno (NO _x) producido en rutas por motocicletas	41
Figura 4.4. Proyección a 15 años de monóxido de carbono (CO) producido en todas las rutas por motocicletas	42
Figura 4.5. Proyección a 15 años de óxido de nitrógeno (NO _x) producido en todas las rutas por motocicletas.	43
Figura 4.6. Proyección a 15 años de monóxido de carbono (CO), con escenario, producido en todas las rutas por las motocicletas	43

Figura 4.7. Proyección a 15 años de óxido de nitrógeno (NO _x), con escenario, producido en todas las rutas por las motocicletas	44
Figura 4.8. Reducción en porcentaje de contaminantes criterio, en estado normal y con escenario, producido en todas las rutas por las motocicletas	44
Figura 5.1. Parámetros básicos en años.	46
Figura 5.2. Parámetros básicos en unidades.....	46
Figura 5.3. Existencia de motocicletas.....	47
Figura 5.4. Supervivencia de motocicletas.	48
Figura 5.5. Recorrido de motocicletas.	48
Figura 5.6. Ingreso del recorrido de motocicletas en software LEAP.	49
Figura 5.7. Cantidad de motocicletas.....	50
Figura 5.8. Venta de motocicletas en el año base.	51
Figura 5.9. Venta de motocicletas en el año 2030.	52
Figura 5.10. Ingreso del consumo específico de combustible para motocicletas en el software LEAP.....	54
Figura 5.11. Ingreso de cargas ambientales	56
Figura 5.12. Demanda energética sin cambios con proyección a 15 años.....	57
Figura 5.13. Demanda energética de motocicletas por su utilidad y tipo de motor... 57	
Figura 5.14. Valores de mejoras en el consumo específico de las motocicletas.....	58
Figura 5.15. Demanda de energía mejorando la tecnología de las motocicletas.	59
Figura 5.16. Demanda de energía entre los dos escenarios.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación de motocicletas según el cilindraje.....	11
Tabla 3.1. Clasificación de las motocicletas por su cilindraje y su tipo de motor.....	30
Tabla 3.2. Número de partidas de las motocicletas.....	33
Tabla 3.3. Lapso de tiempo de motocicletas 4T particulares apagadas antes de volverlas a prender.....	34
Tabla 3.4. Lapso de tiempo de motocicletas 2T particulares apagadas antes de volverlas a prender.....	34
Tabla 3.5. Lapso de tiempo de motocicletas 4T utilitarias apagadas antes de volverlas a prender.....	34
Tabla 3.6. Lapso de tiempo de motocicletas 2T utilitarias apagadas antes de volverlas a prender.....	34
Tabla 3.7. Temperatura promedio y humedad relativa por rutas y horas.....	35
Tabla 4.1. Tasa de crecimiento anual de las motocicletas para proyectar en años.....	42
Tabla 5.1. Kilometraje promedio en el año 2015 de motocicletas por utilidad y tipo de motor.....	49
Tabla 5.2. Cantidad de motocicletas en el año base.....	49
Tabla 5.3. Proyecciones de ventas y cantidad de motocicletas.....	50
Tabla 5.4. Proyecciones de ventas de motocicletas según su utilidad y tipo de motor.....	51
Tabla 5.5. Consumo específico de combustible de motocicletas según encuestas.....	52
Tabla 5.6. Consumo específico promedio de motocicletas por utilidad y tipo de motor.....	53
Tabla 5.7. Factores de emisiones de contaminantes criterio por motocicletas.....	54
Tabla 5.8. Factores de emisiones de tóxicos producidos por motocicletas.....	55
Tabla 5.9. Factores de emisiones de calentamiento global por motocicletas.....	55
Tabla 5.10. Demanda de energía de motocicletas según su utilidad y tipo de motor.....	57
Tabla 5.11. Valores de comparación entre las motocicletas con catalizador y sin cambios.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta.....	69
Anexo 2. Solicitud a la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV).....	70
Anexo 3. Cantidad de motos matriculadas en Cuenca.....	72
Anexo 4. Listado de los vehículos y motocicletas de la EMOV y kilometraje recorrido de las motos del gobierno autónomo descentralizado (GAD) de Cuenca.....	74
Anexo 5. Características de la gasolina extra y super.....	76
Anexo 6. Datos que proporciona el modelo IVE.....	79

INCIDENCIA DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE CUENCA DESDE UNA PERSPECTIVA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

RESUMEN

En el presente trabajo se determinan los niveles de contaminación y el consumo energético de las motocicletas en la ciudad de Cuenca en el año 2015 con base en los modelos IVE y LEAP, realizando una investigación de tipo exploratoria; donde se muestran emisiones como el CO (1.870,06 TM) y NO_x (9,73 TM), controlados por la norma NTE INEN 2204: 2002 y un consumo energético de 838,9 KGEG, en base a encuestas e instrumentación GPS; planteando que todas las motocicletas cuenten con catalizador se obtiene una reducción del 80,56% y 47,03% respectivamente y 1,2% de reducción en el consumo energético.

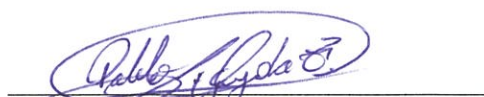
Palabras Clave: Motocicletas en Cuenca, Consumo energético, Contaminantes criterio, Modelo IVE, Modelo LEAP.



Mateo Fernando Coello Salcedo
Director del Trabajo de Titulación



Diego Francisco Torres Moscoso
Director de Escuela



Pablo José Quezada Toro



Wilson Germán Romero Ramírez

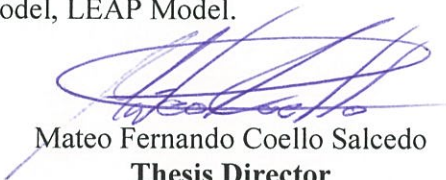
Autores

IMPACT OF MOTORCYCLES USE IN THE CITY OF CUENCA FROM AN ENERGY AND ENVIRONMENTAL PERSPECTIVE

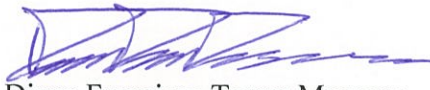
ABSTRACT

This work determines motorcycles pollution levels and energy consumption in the city of Cuenca in the year 2015 on the basis of IVE and LEAP models. An exploratory type investigation based on surveys and GPS instrumentation is carried out, evidencing emissions such as CO (1,870.06 MT) and NOx (9.73 MT) as well as an energy consumption of 838.9 KGEG, controlled by the NTE INEN 2204: 2002 standard. Consequently, it is proposed that if all motorcycles have a catalyst, a reduction of 80.56% and 47.03% respectively, as well as a 1.2% reduction in energy consumption will be obtained.

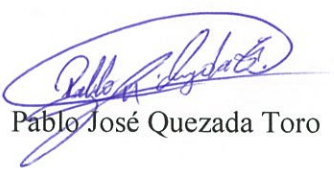
Keywords: Motorcycles in Cuenca, Energy consumption, Pollutants criterion, IVE Model, LEAP Model.



Mateo Fernando Coello Salcedo
Thesis Director



Diego Francisco Torres Moscoso
School Director



Pablo José Quezada Toro

Authors



Wilson German Romero Ramirez



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Quezada Toro Pablo José
Romero Ramírez Wilson Germán
Ing. Mateo Fernando Coello Salcedo. Msc
Febrero, 2017

INCIDENCIA DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE CUENCA DESDE UNA PERSPECTIVA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

Actualmente, una de las preocupaciones principales en la movilidad de la ciudad de Cuenca es el crecimiento del parque automotor, el cual genera cada vez más congestión vehicular (Poveda, 2015). El mismo hace que los recorridos tomen más tiempo de lo habitual, por este motivo los ciudadanos están optando por medios de transporte más ligeros que les permita evitar los embotellamientos y, de esta forma, llegar a sus destinos en menor tiempo. Es ahí donde la motocicleta se convierte en un transporte versátil y económico ideal para desplazarse rápidamente. Si bien es cierto, que las motocicletas tienen estas ventajas, se debe tener en cuenta los factores: energético (consumo de combustible) y ambiental (emisiones contaminantes), que éstas producen, para conocer los efectos que puedan presentarse en la ciudad (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015), (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014).

Por la razón expuesta anteriormente y en vista de que en la ciudad de Cuenca no existen estudios referentes a motocicletas donde se evalúen los factores energético y ambiental, se realiza una investigación que permita conocer la situación actual para generar una línea base sobre estos factores, de esta manera, se podrá desarrollar estrategias para afrontar posibles problemáticas por el incremento del parque automotor de esta modalidad de transporte.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

Actualmente una de las preocupaciones principales en la movilidad de la ciudad de Cuenca es el crecimiento del parque automotor. Este crecimiento repercute en el congestionamiento vehicular provocando que los recorridos tomen más tiempo de lo habitual. Los ciudadanos están optando por medios de transportes más ligeros que les permita evitar los embotellamientos y, de esta forma, llegar a sus destinos en menor tiempo; es ahí donde la motocicleta se convierte en un transporte versátil y económico ideal para desplazarse rápidamente (Narváez, 2014).

Si bien es cierto que las motocicletas tienen estas ventajas, se debe tomar en cuenta los factores: energético (consumo de combustible) y ambiental (emisiones contaminantes), que éstas producen, para conocer las repercusiones que tienen dichos factores en la ciudad.

1.1. Problemática

En Cuenca no existen estudios referentes a motocicletas donde se evalúen los factores energético y ambiental; por tal razón, se realiza una investigación que permita conocer la situación actual y así generar una línea base sobre estos factores. De esta manera, es posible desarrollar estrategias para afrontar eventuales problemáticas por el incremento del parque automotor de esta modalidad de transporte.

1.2. Pregunta de Investigación:

¿Cuáles fueron los niveles de contaminantes criterio emitidos por las motocicletas en la ciudad de Cuenca? y ¿qué cantidad de energía consumieron las motocicletas para su funcionamiento en el año 2015?

1.3. Marco Teórico

Motores 4 tiempos

El motor de cuatro tiempos de ciclo Otto, “es llamado así porque necesitan cuatro etapas para desarrollar el proceso o ciclo completo: admisión, compresión, expansión y escape” (Hervás, 2009). Es decir, realiza sus etapas en dos revoluciones del cigüeñal. “Existe tanto en ciclo Otto como en ciclo Diesel” (Yumpu, 2012).

Motores 2 tiempos

“El motor de dos tiempos, también denominado motor de dos ciclos, es un motor de combustión interna que realiza las cuatro etapas del ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape) en dos movimientos lineales del pistón (una vuelta del cigüeñal)” (Yumpu, 2012).

Contaminantes

Los contaminantes que se encuentran en el aire pueden dividirse en contaminantes criterio y contaminantes no criterio.

Los contaminantes criterio.- Según el Instituto Nacional de Ecología y cambio climático (2013), los contaminantes criterio se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos, se les llamó así porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos (EEUU), con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. Entre los contaminantes criterio podemos encontrar los siguientes elementos:

- Bióxido de azufre (SO₂).
- Bióxido de nitrógeno (NO₂).
- Material particulado (PM).
- Plomo (Pb).
- Monóxido de carbono (CO).
- Ozono (O₃).

Los Contaminantes no Criterio._ En pequeñas concentraciones en la atmosfera son tóxicos, pueden causar cáncer entre otros impactos específicos agudos y crónicos en la salud, a diferencia de los contaminantes criterio, éstos están siendo estudiados más recientemente y no cuentan con información tan amplia. Entre ellos se encuentran los compuestos orgánicos volátiles y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Estimación de emisiones de fuentes móviles

Los contaminantes emitidos a la atmósfera son medidos de acuerdo a la cantidad de contaminante emitido en relación con la unidad de actividad, las mismas se expresan en unidades de masa de contaminante emitido (gr) por distancia recorrida (km). Para la determinación de los factores de emisión existen una serie de variables que influyen en ella, por lo que se ha desarrollado algunas técnicas para poder realizar la medición.

- Técnica Directa

Esta técnica consiste en realizar las mediciones de los contaminantes directamente de la fuente, uno de estos métodos es el monitoreo a bordo que, a partir de un sistema de medición auto transportado, se miden las emisiones simulando condiciones de operación reales de los vehículos mediante un banco dinamométrico donde se aplican diferentes cargas y velocidades a los vehículos automotores en función del ciclo de manejo utilizado (Aguilar, Pellicer, Sandoval, Bravo, Gómez, Rogers y Honstein, 2007).

- Técnicas Indirectas

Esta técnica permite utilizar resultados de mediciones directas realizadas en otros lugares correlacionándola con una flota específica similar, además de los parámetros locales que afectan sus emisiones. Este tipo de técnica utiliza extensas informaciones que dificulta el manejo de las múltiples variables que afectan a la flota y sus emisiones; se ha visto la necesidad de la utilización de modelos computacionales que permiten estimar los factores de emisión de las fuentes vehiculares. El análisis de la base de datos deriva de las mediciones directas realizadas en otros lugares, estos modelos determinan el factor de emisión (en gr/km) para cada contaminante de acuerdo a los

siguientes factores: tipo de vehículo, tipo de combustible, nivel tecnológico, edad del vehículo, nivel de actividad distribuido por velocidad, arranques, temperatura ambiental y altitud (Aguilar et. al, 2007).

Para el estudio se utilizó el modelo de estimación de emisiones indirecta.

Software IVE

El software IVE permite realizar estimación de emisiones de manera indirecta, contaminantes criterio como son monóxido de carbono (CO), óxidos nitrosos (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), material particulado (PM₁₀) y compuestos volátiles (COV), además de gases de efecto invernadero tales como dióxido de carbono (CO₂), bióxido de nitrógeno (N₂O) y metano (CH₄) y otras sustancias tóxicas como el Amoniaco (NH₃), benceno, plomo, 1.3-butadieno, acetaldehídos y formaldehídos provenientes de las diferentes categorías vehiculares.

Software LEAP

El software LEAP permite realizar estudios de planeamiento energético integral y de mitigación de gases de efecto invernadero y otros contaminantes del aire, para ello, se utilizan métodos estadísticos de proyección a largo plazo, a partir de un año base, en el cual se realiza la recolección de la información requerida.

1.4. Estado del Arte

En el Valle de Aburrá, subregión ubicada en el centro-sur del departamento de Antioquia, Colombia, debido a la alta emisión de hidrocarburos y monóxido de carbono por parte del parque automotor de motos, se realizó un estudio del impacto ambiental entre enero y marzo del 2006, teniendo en cuenta dos situaciones.

En la primera se realiza mediciones de los contaminantes a motos en el estado mecánico en el que se encontraban y, luego, se realiza una nueva medida de emisiones después de realizar una sincronización o puesta a punto de su motor a las motocicletas, además, se toma en cuenta el tipo de motocicletas de dos o cuatro tiempos, dando como

primer resultado que el promedio de hidrocarburos (HC) de las motocicletas de dos tiempos son diez veces mayor que las de cuatro tiempos (Giraldo y Toro, 2008).

Además, entre las motos de cuatro tiempos que son 71.500, con un recorrido promedio de 35 km/día, emiten 31,02 ton/día de monóxido de carbono (CO) y 0,348 ton/día de hidrocarburos (HC). Estas mediciones son: en el estado mecánico en el que se encontraban y después de realizar una sincronización o puesta a punto de su motor. Las emisiones disminuyen a 22,14 y 0,260 ton/día respectivamente, lo cual representa reducciones del 28,6% y 25,3%.

El estudio concluye que es preocupante la situación de la tendencia acelerada de crecimiento del parque automotor de motocicletas y son pocas las herramientas para controlar la contaminación que están generando (Giraldo y Toro, 2008).

Si bien en la ciudad de Cuenca existe un crecimiento anual del 17% en el parque automotor de motocicletas, se busca proyectar cómo afectará este crecimiento a corto y largo plazo en el ambiente, y así, tener una herramienta de toma de decisiones y estrategias para reducir los impactos.

1.5. Objetivo General

Estimar la cantidad de emisiones y consumo energético de las motocicletas en la ciudad de Cuenca en el año 2015.

1.6. Objetivos Específicos

- Analizar la problemática del impacto del uso de las motocicletas en el mundo.
- Determinar las variables relacionadas con el consumo energético y la emisión de contaminantes criterio.
- Utilizar la metodología para determinar las emisiones contaminantes de las motocicletas en la ciudad de Cuenca.
- Utilizar la metodología para determinar el consumo energético de las motocicletas en la ciudad de Cuenca.

- Analizar los resultados obtenidos en el estudio.

1.7. Alcance

El presente estudio pretende mostrar los niveles de contaminación y consumo de energía generado por el parque automotor de motocicletas en la ciudad de Cuenca, a una proyección de 30 años partiendo de información recolectada del año base 2015.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL IMPACTO DEL USO DE LAS MOTOCICLETAS EN EL MUNDO

En este capítulo se revisará la clasificación de las motocicletas y la problemática de éstas en el mundo, Latinoamérica y Ecuador desde la perspectiva energética y ambiental.

2.1.Motocicletas

Es un vehículo de dos o tres ruedas impulsado por un motor de combustión interna a gasolina. El cuadro y las ruedas constituyen su estructura fundamental. La rueda directriz es la delantera y la motriz la posterior (López, 2009).

La historia de la motocicleta está estrechamente relacionada con la bicicleta, ya que a partir de ésta se construyó lo que hoy conocemos como motocicleta (Gomez, 2015). El americano Sylvester Howard Roper en el año 1868 se hizo una pregunta que innovaría el transporte de dos ruedas, se planteó qué pasaría si a una bicicleta se le adaptara un motor de vapor. Lo cual daría inicio a la historia de la motocicleta fabricando un motor de dos cilindros para el que utilizó el carbón como combustible y lo acopló en el cuadro de una bicicleta creando lo que hoy se conoce como la primera motocicleta de la historia (Gomez, 2015).

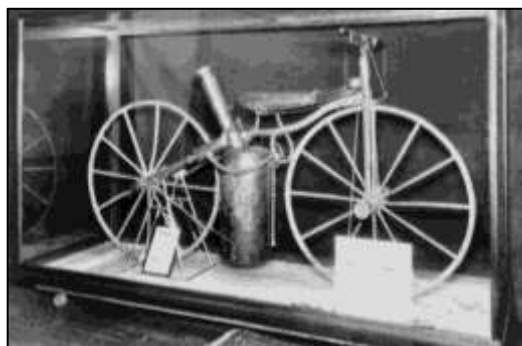


Figura 2.1. La primera motocicleta con motor de vapor
Fuente: (Sleepingdog, 2012)

Los alemanes, Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler construyeron en 1885 una motocicleta de cuadro y ruedas de madera que estaba propulsada por un motor de

combustión interna inventado por el ingeniero Nikolaus August Otto, dicho motor contenía 0,5 caballos de fuerza y permitía una velocidad de 18 km/h (Gomez, 2015).



Figura 2.2. Motocicleta con motor de combustión interna de 4 tiempos por Daimler Einspur en 1885.
Fuente: (Escobar, 2012)

En el año 1894, los alemanes Hildebrand y Wolfmüller presentan en Múnich la primera motocicleta fabricada en serie con fines comerciales, estas motocicletas se estuvieron produciendo hasta el año 1897, la sociedad aún no mostraba un claro interés por estos vehículos (Gomez, 2015).



Figura 2.3. Motocicleta fabricada por Hildebrand & Wolfmüller en 1894
Fuente: (Escobar, 2012)

En 1897 los hermanos Eugene y Michel Werner, periodistas de origen ruso decidieron montar un pequeño motor sobre una bicicleta, al principio lo colocaron en forma horizontal encima de la rueda trasera, luego delante del manubrio con una correa de cuero que lo unía a la rueda delantera, un año después en 1898 los hermanos Werner empezaron a fabricarla y llamaron a esta nueva máquina como ‘motocicleta’, este nombre de la marca se extendió y así se empezó a llamar a todos los bicis equipados con motor (Gomez, 2015).



Figura 2.4. Motocicleta fabricada por los hermanos Werner 1897.
Fuente: (Celis, 2016)

En Francia en el año 1902 aparece el scooter o ciclomotor, al cual se llamó auto sillón, se trataba de una moto unida con un salpicadero de protección, de pequeñas ruedas y con un cuadro abierto que permitía al piloto viajar sentado, este vehículo fue creado por Georges Gauthier quien lo fabricó en 1914, teniendo una gran popularidad entre los jóvenes con una amplia gama, destacándose por ser baratos, ligeros y de fácil manejo (Gomez, 2015).

2.2. Clasificación de las motocicletas

A continuación, se describe la clasificación de las motocicletas según su uso, ciclo de funcionamiento del motor y cilindrada.

2.2.1. Clasificación de las motocicletas según su uso.

La siguiente clasificación de las motocicletas, según la asociación ecuatoriana de motociclistas (AEMOTO, 2008).

- **Comerciales:** Se utilizan por los trabajadores de centros comerciales o por los mismos propietarios para realizar los servicios del establecimiento donde laboran. Estas pueden ser servicios de mensajería, distribución de mercancías, así como otras de carácter comercial.
- **Oficiales:** Se utilizan en los servicios comerciales, pero son de propiedad de los organismos estatales e internacionales.
- **Seguridad:** Se utilizan en la seguridad y son propiedad del estado.

- Privadas: Son las que el propietario la utiliza como medio de transporte personal y el traslado de otras personas sin fines de lucro y no está prestando servicios de ningún tipo.
- Deportivas: Se utilizan para realizar actividad de esta índole adaptada a los distintos tipos de terrenos para su competición.
- Exhibición: Se utilizan en exhibiciones y tienen que tener un motor que supere los 800cc de cilindraje, su diseño tiene que ser original o modificado con piezas y accesorios propios de ese modelo.
- Clásica: Tienen que tener más de 35 años de fabricación.

2.2.2. Clasificación de las motocicletas según su cilindraje

La siguiente clasificación se basa en la norma del servicio ecuatoriano de normalización (INEN), reglamento técnico ecuatoriano (RTE INEN 136 “Motocicletas”). Este reglamento establece los requisitos que deben cumplir las motocicletas, con la finalidad de proteger el ambiente (RTE INEN 136, 2014). Con la norma mencionada se ve la clasificación por cilindrada, además es utilizada para la fabricación y control de emisiones contaminantes que producen éstas. En la tabla 2.1 se muestra la clasificación que nos proporciona la norma RTE INEN-136.

Tabla 2.1. Clasificación de motocicletas según el cilindraje.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
8703.21	- De cilindrada inferior o igual a 1.000 cm ³ :
87.11	- Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocípedos equipados con motor auxiliar, con sidecar o sin él; sidecares.
8711.10.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada inferior o igual a 50 cm ³ .
8711.20.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 50 cm ³ pero inferior o igual a 250 cm ³ .
8711.30.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 250 cm ³ pero inferior o igual a 500 cm ³ .
8711.40.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 500 cm ³ pero inferior o igual a 800 cm ³ .
8711.50.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 800 cm ³ .

Fuente: (RTE INEN 136, 2014)

2.2.3. Clasificación de las motocicletas según su motor

Las motocicletas se pueden clasificar también por la tecnología de su motor en 2 tiempos y 4 tiempos.

2.2.3.1. Motocicletas con motor de 2 tiempos

El motor de dos tiempos es mucho más sencillo, que un motor de cuatro tiempos; ya que no tiene válvulas de admisión y escape, al no tenerlas, no tienen elementos de regulación y control de válvulas como: árbol de levas, balancines, muelles. Este motor cumple las cuatro etapas de funcionamiento en una vuelta del cigüeñal, el pistón cuando sube al punto muerto superior (P.M.S.) cumple las etapas de admisión y compresión, y al dirigirse al punto muerto inferior (P.M.I.) cumple las etapas de explosión y escape.

Algunas ventajas de estos motores, son más sencillos y livianos; por lo cual el mantenimiento de los mismos es más simple, la potencia es mayor con la misma cilindrada que un motor de cuatro fases, dando así un funcionamiento más regular y uniforme (Ruiz, 2015).

La lubricación en éstos va incluida en la mezcla, junto a la gasolina y el aire se añade aceite, de ahí su desventaja que al ser quemado son más contaminantes. El cárter del cigüeñal está sellado ya que alberga la entrada de la mezcla y las dos caras del pistón entran en acción, la superior para comprimir la mezcla y la inferior para provocar su admisión al cárter (Ruiz, 2015).

2.2.3.2. Motocicletas con motor de 4 tiempos

En la actualidad los motores de cuatro tiempos son los más utilizados, casi en cualquier tipo de vehículo incluyendo las motocicletas por ser menos contaminantes (Ruiz, 2015).

A diferencia del motor de 2 tiempos, éstos producen una explosión por cada dos vueltas del cigüeñal, ya que cumplen las cuatro etapas de funcionamiento con cada movimiento del pistón, esto se logra al tener válvulas de admisión y escape. El funcionamiento correcto de las válvulas se da por elementos de regulación y control

como: sistema de distribución, árboles de levas, balancines o taqués, muelles. Otra diferencia con los motores de dos tiempos es que elimina la cámara de pre compresión ya que solo se activa la cara superior del pistón y no la inferior, esto da a entender que el cárter sirve como depósito del lubricante del motor (Ruiz, 2015).

2.3. Motocicletas en el mundo

A continuación, se describe el crecimiento del parque automotor, consumo de energía y contaminación de las motocicletas en el mundo.

2.3.1. Crecimiento del parque automotor de las motocicletas en el mundo

En el mundo, el parque de motocicletas ha crecido constantemente de una manera acelerada. Actualmente se estima que existen más de 313 millones de motocicletas en el mundo (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015).

En los países como China, India e Indonesia que son los mayores productores y exportadores de motocicletas en el mundo, según la cámara de la industria automotriz de la asociación nacional de empresarios de Colombia (ANDI), las motocicletas son utilizadas como medio de transporte para ir al trabajo o escuela, caracterizándose por ser de cilindrajes medio y bajo, por sus ventajas económicas en consumo de combustible, por el encarecimiento de los costos de estacionamiento, por la congestión vehicular; en fin, por las restricciones que presentan los automóviles (Restrepo, 2012).

Las motocicletas están conformadas por el 77% en Asia, 5% en América Latina y 16% en Norteamérica y Europa, y el 2% en el resto del mundo, según el banco de desarrollo de América Latina (CAF), este crecimiento se mantiene en aumento. Asia, en particular, es un fortín de la motocicleta, con algunos países como Vietnam, Indonesia, y Camboya donde más del 75% de la flota vehicular motorizada corresponde a motocicletas. Adicionalmente, de acuerdo con las estadísticas del banco mundial y del reporte del programa de Naciones Unidas para el desarrollo, cuatro países asiáticos (Malasia, Tailandia, Camboya y Japón) y cuatro países europeos (Grecia, Italia, Suiza y Letonia) están entre los 10 países con más motocicletas por cada 1,000 habitantes (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015).

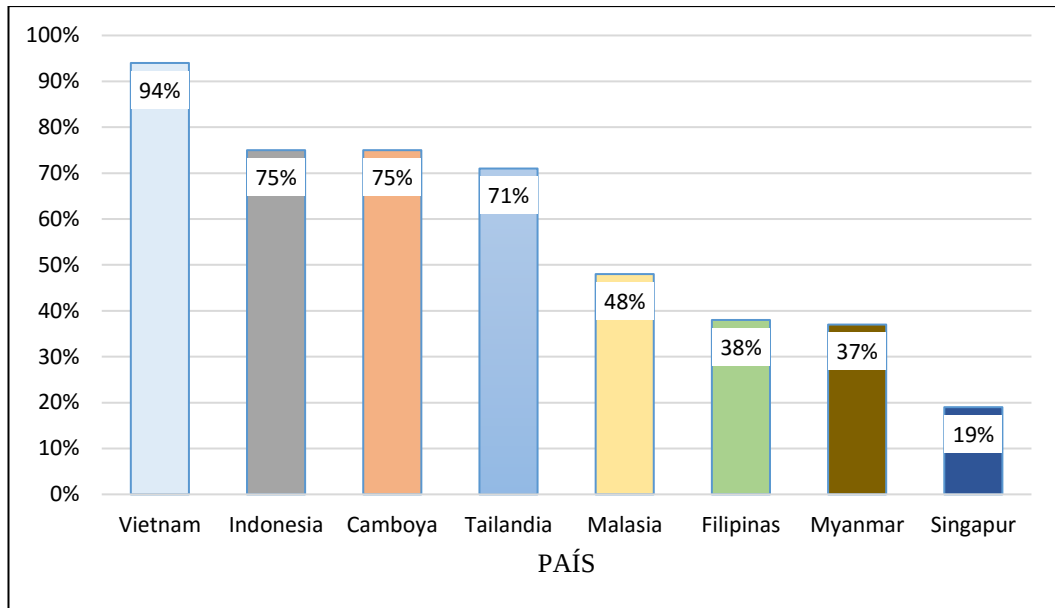


Figura 2.5. Motocicletas como porcentaje de los países de la ASEAN

Fuente: (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015)

2.3.2. Impacto energético de las motocicletas en el mundo

El uso de la energía a nivel mundial en el sector del transporte, según Energy Outlook 2040 publicado por Exxon Mobil, se estima en 40 millones de barriles equivalentes de petróleo (MBEP) al día o 14,600 (MBEP) al año. Siendo el transporte terrestre el de mayor consumo (Izurieta, Corral, & Guayanlema, 2013). No existen estudios específicos del consumo energético de las motocicletas en el mundo.

2.3.3. Impacto ambiental de las motocicletas en el mundo

La contaminación de las motocicletas se da en su mayoría, en países en vías de desarrollo como Vietnam, Indonesia; que pertenecen al Sudeste Asiático, y como se describe en la figura 2.5 representa el 80% del total de la flota. Las motocicletas de dos tiempos emiten 40% más de monóxido de carbono (CO), óxidos nitrosos (NO_x) y material Particulado (PM) que una motocicleta de 4 tiempos. Para contrarrestar este fenómeno, organismos internacionales y los propios gobiernos, están incentivando a los usuarios de las motocicletas a cambiar los motores de dos tiempos, por motores de cuatro tiempos, así como también dar un mantenimiento regular a los motores (Dora, Hosking y Mudu, 2011).

En Tailandia los motores de dos tiempos son los más predominantes por ser los más económicos y simples. Estos motores emiten dos veces más monóxido de carbono (CO), ocho veces más hidrocarburos (HC), pero de dos a cuatro veces menos bióxido de nitrógeno (N₂O), en comparación con aquellas motocicletas de motor de cuatro tiempos. Además, las motocicletas que no utilizan gasolina con plomo emiten grandes cantidades de compuestos orgánicos volátiles como el benceno y producen un importante deterioro en la calidad del aire y la salud de la población. En París un estudio encontró que las motocicletas de 50 centímetros cúbicos (cc) emiten cerca de 71,4gr de bióxido de carbono por kilómetro (CO₂/km); motocicletas de 125cc-250cc emiten 84gr de bióxido de carbono por kilómetro (CO₂/km) y de 125gr de bióxido de carbono por kilómetro (CO₂/km) para motocicletas de más de 250cc. Así, las motocicletas emiten la mitad de dióxido de carbono (CO₂) de lo que lo hacen los automóviles por distancia recorrida (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015).

2.4. Motocicletas en Latinoamérica

A continuación, se menciona el crecimiento del parque automotor, consumo de energía y contaminación de las motocicletas en Latinoamérica.

2.4.1. Crecimiento del parque automotor de las motocicletas en Latinoamérica

El aumento del parque de motocicletas se ha dado de manera acelerada también en países de Latinoamérica. De acuerdo con la corporación fondo de prevención vial (2012), en Colombia, en el 2003 se vendieron un poco más de 50.000 unidades, en el 2008 llegaron a vender más de 450.000 motocicletas. Entre el 2008 y el 2012, el parque de motocicletas de la región se incrementó en un 81% (CAF, 2013). Adicionalmente, cerca del 65% de los usuarios de motocicleta utilizaban anteriormente el transporte público y un 20% utilizaba la bicicleta. Para el 2009, el 18% de los hogares colombianos poseían al menos una motocicleta. En Brasil, el número de motocicletas aumentó de 2,8 millones en 1998 a 15,6 millones en 2010. En Argentina el parque de motocicletas creció el 73% del 2008 al 2011 (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015).

2.4.2. Impacto energético de las motocicletas en Latinoamérica

En general, el consumo final de energía por el transporte en Latinoamérica sumó 211 millones de barriles equivalentes de petróleo (MBEP), que representa el 35% de la energía total en el año 2011. El sector del transporte constituye el más importante en el consumo de energía en la mayoría de los países de Latinoamérica, (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014), no existiendo estudios específicos de la demanda energética de las motocicletas en esta región.

2.4.3. Impacto ambiental de las motocicletas en Latinoamérica

Una de las fuentes más grandes de la contaminación atmosférica en Latinoamérica se da a causa de los automóviles y las motocicletas en las áreas urbanas. Además, debido al incremento en los precios del combustible, cada vez hay más personas que deciden cambiar el automóvil por las motocicletas que les presta una mayor eficiencia y agilidad de movilidad; pero, que contaminan más en monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y benceno. Además, éstas emiten 16 veces más hidrocarburos (HC) y 2,7 veces más monóxido de carbono (CO). Los usuarios de este medio de transporte están más expuestos a los contaminantes emitidos por el parque automotor circulante (Rodríguez, Santana y Pardo, 2015).

2.5. Motocicletas en Ecuador

En esta última sección se describe el crecimiento del parque automotor y consumo de energía de las motocicletas en Ecuador.

2.5.1. Crecimiento del parque automotor de las motocicletas en Ecuador

El Ecuador es un mercado en potencial crecimiento de motocicletas, en el año 2012 el número de éstas (matriculadas) fue de 296.086, mientras que en el año 2013 de 382.367 y en el año 2014 de 405.173 lo cual representa un incremento anual del 36,84 %, según el instituto nacional de estadísticas y censos del Ecuador (INEC).

En comparación con los automóviles se puede decir que por cada 1,6 de éstos se adquiere una motocicleta debido a las ventajas que prestan como la necesidad de transportes más eficientes y económicos.

Este fenómeno se da gracias a las facilidades de pago que brindan los almacenes ya que el usuario puede pagar cuotas que oscilan entre 2 y 3 dólares diarios y así adquirir su motocicleta (Bonilla, 2015).

2.5.2. Impacto energético de las motocicletas en Ecuador

En el Ecuador según el balance energético nacional 2015 muestra que el sector del transporte tiene un 42% de consumo de energía, seguido por el sector de la industria y el consumo residencial con el 18% y 12% respectivamente, como se observa en la figura 2.6.

La energía utilizada para el transporte se divide en aéreo, terrestre y marítimo, donde el combustible más utilizado es diésel con el 45% y la gasolina con el 41% mientras que el Fuel Oil tiene una participación del 7% debido a que es muy utilizado para el transporte naviero, concluyendo que los combustibles de mayor comercialización son el diésel y la gasolina, dejando al transporte por energía eléctrica casi inexistente, en Ecuador existe el sistema de transporte público como es el trolebús en la ciudad de Quito, y dentro de la ciudad de Cuenca está previsto que para el 2017 se cuente con el sistema de transporte público tranvía que funcionará con energía eléctrica (Bonilla, 2015).

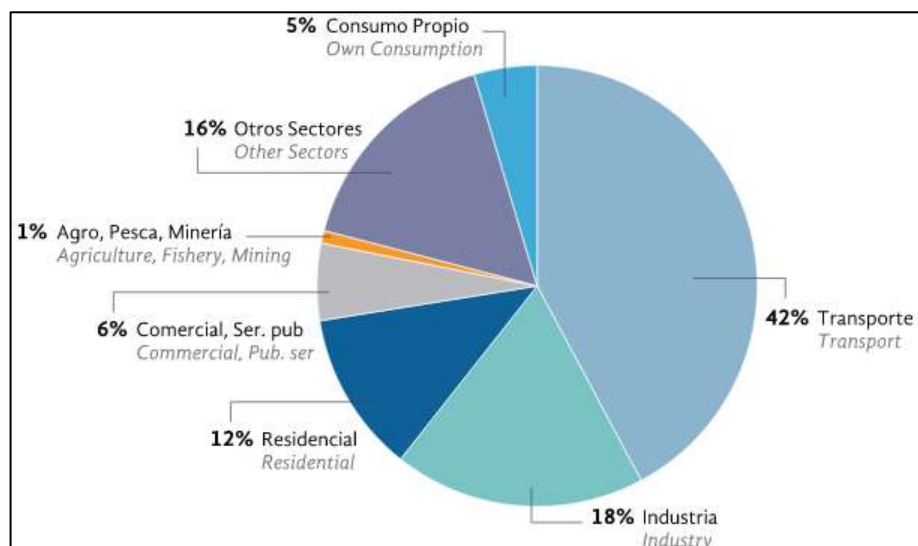


Figura 2.6. Estructura del consumo por sectores de energía.
Fuente: (Poveda, 2015)

En Ecuador el transporte terrestre es el que consume la mayor cantidad de combustibles, presentando un alto índice de crecimiento entre los años 2003 al 2013 alcanzando el 7,8% anual. Las motocicletas son el tipo de vehículo con mayor crecimiento de participación, a pesar de esto, consumen solamente un 2% de combustible en comparación al resto de vehículos que equivale a 34.833.885,24 Galones o 829,38 (KBEP) (Cevallos, 2015).

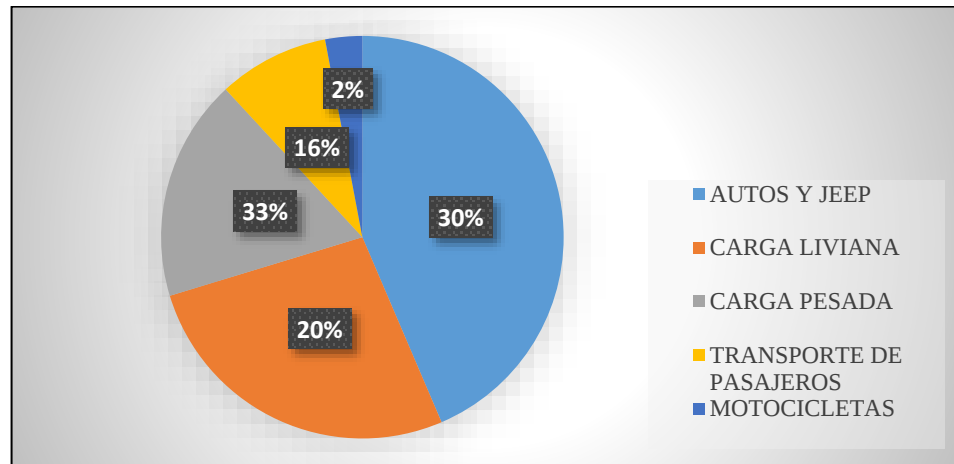


Figura 2.7. Consumo de combustible en el año 2012.
Fuente: (Cevallos, 2015).

La desagregación de combustible nafta (gasolinas extra y súper) muestra una mayor participación por parte de los vehículos livianos, ya que los automóviles y motocicletas consumen casi la mitad de este combustible. La mitad restante se lo reparten los vehículos pesados y livianos de carga, y transporte de pasajeros, principalmente por la demanda de camiones, camionetas y furgonetas de pasajeros.

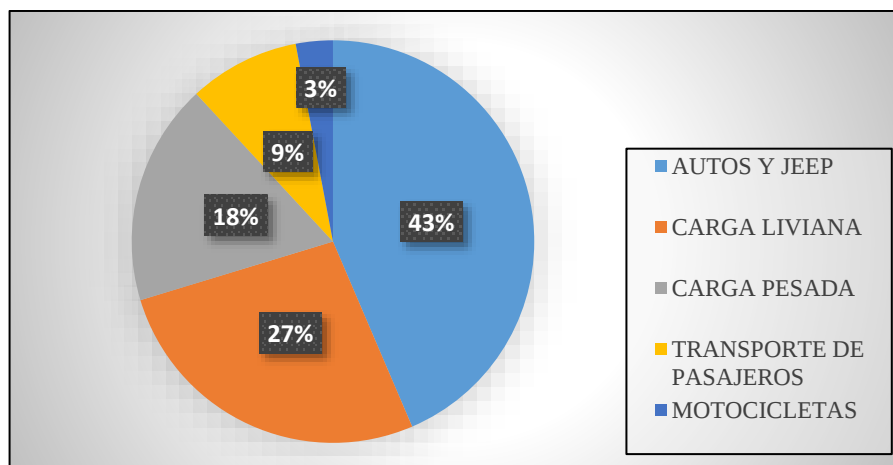


Figura 2.8. Consumo de combustible extra y super del año 2012.
Fuente: (Cevallos, 2015).

La demanda de gasolina extra en las motocicletas representó apenas el 3% del consumo en el año 2012 que equivale a 52.245.025,44 Galones o 1.243,95 KBEP (Cevallos, 2015).

CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS CON LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO Y EL CONSUMO ENERGÉTICO

En el presente capítulo, se definen las variables utilizadas para la determinación de las emisiones contaminantes y consumo energético de las motocicletas; las variables que el modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE) requiere son: comportamiento de conducción, cantidad de partidas, variables ambientales, características del combustible. Por otra parte los datos que el sistema de planificación de alternativas energéticas de largo alcance (LEAP) requiere para el cálculo de consumo energético son: número de motocicletas, kilometrajes recorridos, consumo de combustible, gases contaminantes. A continuación, se explicará los métodos para obtener las variables y cuáles fueron los resultados.

3.1. Descripción del software para análisis de emisiones contaminantes

En varios países del mundo se han realizado estudios sobre las emisiones contaminantes que provoca el transporte, esto conlleva a desarrollar softwares que ayuden a medir los niveles de contaminación, en lugares o regiones específicas. Los valores son estimados por medio de bases de datos como tipo de vehículos, combustibles, temperatura ambiente, humedad relativa, entre otros. Los diferentes modelos de software se mencionan a continuación:

Modelo MOBILE, es creado en Estados Unidos, analiza vehículos de estándares americanos de gasolina, diésel y ciertos vehículos especializados, tales como los de gas natural; tiene una mayor aplicación en regiones de Norte América; otro Modelo es el simulador de emisiones de vehículos motorizados (MOVES) desarrollado por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. Este modelo tiene mayor amplitud en algunos tipos de vehículos, además de las emisiones contaminantes, es desarrollado para calcular partículas por el desgaste de frenos y de llantas.

El tercer modelo para calcular emisiones vehiculares es el Modelo IVE, donde las siglas significan modelo internacional de emisiones vehiculares, desarrollado por la

agencia de protección ambiental de los Estados Unidos en conjunto con la universidad de California en Riverside, tiene las características de fácil entendimiento y uso, puede adaptarse a cualquier país, demanda pocos insumos para el cálculo, entre otros. El modelo es utilizado en países en vías de desarrollo (la mayor parte en Latinoamérica). Permite la estimación de emisiones de contaminantes criterio, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero, además, emisiones que provienen del escape y evaporativas. De igual manera la base de datos es amplia para el tipo de vehículos como: automóviles, motocicletas, camiones y autobuses; tanto europeos como norteamericanos. Comparando con los modelos anteriores que únicamente tiene uno de los dos (Serrano, Folch, Triviño, Villafranca, Jadrijevic, Contreras, Silva, Ulloa, Montes, Escobar y Bordonos, 2009).

El cuarto modelo es el COPERT, con sus siglas significan computer programme to calculate emissions from road transport; desarrollado por microsoft en conjunto con la agencia europea del medio ambiente, este modelo ayuda a estimar las emisiones de países de la Unión Europea, que involucra transportes como maquinaria agrícola, ferrocarriles, industrias, entre otros.

Al mencionar los cuatro principales modelos de estimación de contaminantes, para el análisis posterior se escoge el modelo IVE, ya que es utilizado en países de Latinoamérica y por la utilidad de vehículos como las motocicletas.

Para aplicar el software IVE para el análisis de emisiones contaminantes se define un intervalo de tiempo, en el cual se obtendrá una tasa de emisiones para una categoría específica de vehículos, como último paso, se relaciona la ecuación que determina la tasa de emisiones para el transporte que se muestra a continuación (Caballero, 2011).

Tasa de emisiones para el transporte.

$$E_{i,k} = N_k (FE_{i,k} \times NA_k)$$

Dónde:

$E_{i,k}$ → Emisiones del contaminante i producidas por la categoría vehicular k

$N_k \rightarrow$ Numero de fuentes de la categoria k

$FE_{i,k} \rightarrow$ Factor de emisión del contaminante i para las fuentes de la categoria k

$NA_k \rightarrow$ Nivel de actividad de la categoria k

Los factores de emisión contaminante para el transporte están en función de: la tecnología del vehículo, comportamiento de manejo, calidad de mantenimiento, tipo de combustible entre otros, mientras que el nivel de actividad de los vehículos es tomado en relación a los kilómetros que recorren los mismos en un determinado rango de tiempo.

3.2. Variables que intervienen en las emisiones por gases contaminantes de las motocicletas

Los datos requeridos por el software IVE para la estimación de las emisiones contaminantes son:

3.2.1. Características de conducción de las motocicletas

Se refiere a los patrones de conducción generados por la velocidad, aceleración y desaceleración del vehículo, ya que la variación de los mismos tienen un profundo impacto en las emisiones a la salida del tubo de escape. Para la obtención de estos datos se utiliza el equipo de posicionamiento global satelital (GPS), la información obtenida es posteriormente procesada para obtener la fracción de tiempo recorrido en cada una de las categorías de potencia y estrés.

3.2.2. Recorrido de rutas para la obtención de datos

Esta variable se obtiene con base en datos recolectados del sistema de gestión de tráfico adaptativo centralizado que funciona desde el año 2009, el mismo realiza la recolección de información sobre la movilidad en la ciudad; por intermedio de la intensidad media diaria, la misma define los valores máximos de circulación vehicular en las vías Doce de Abril, Francisco Moscoso y Huayna Cápac. La intensidad media diaria se refiere al “Número total de vehículos que atraviesan una determinada sección durante un año, dividido para 365 días” (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2015).

Para el análisis de emisiones contaminantes se escogen tres tipos de vías urbanas; vías residenciales, vías arteriales y vías rápidas; además, se considera el nivel socio-

económico de la ciudad, en el caso de la ciudad de Cuenca al no tener grandes brechas socio económicas se escogen las rutas, según la clasificación de las vías urbanas que realiza el Municipio de Cuenca, son las siguientes: expresas, arteriales, colectoras y locales (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2015).

3.2.2.1. **Ruta Expresa:** comienza desde la intersección de la Av. de Las Américas y Av. Circunvalación Sur, circulando por esta última hasta el redondel de la vía a Paccha para retornar al punto de partida como se observa en la figura 3.1.

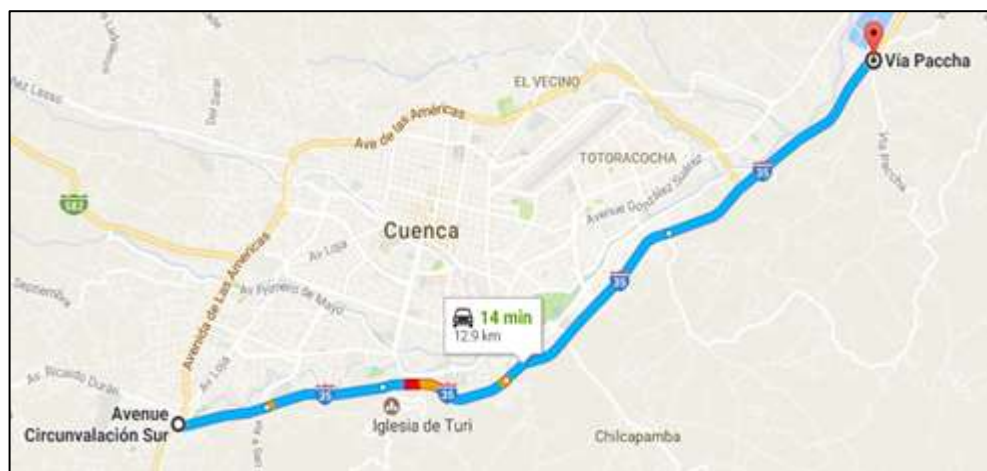


Figura 3.1. Ruta expresa.

3.2.2.2. **Ruta Arterial:** la siguiente ruta comienza desde las avenidas Solano, Doce de Abril y Huayna Cápac, hasta la calle Gran Colombia y Av. Huayna Cápac para luego retornar al punto de partida como se observa en la figura 3.2.

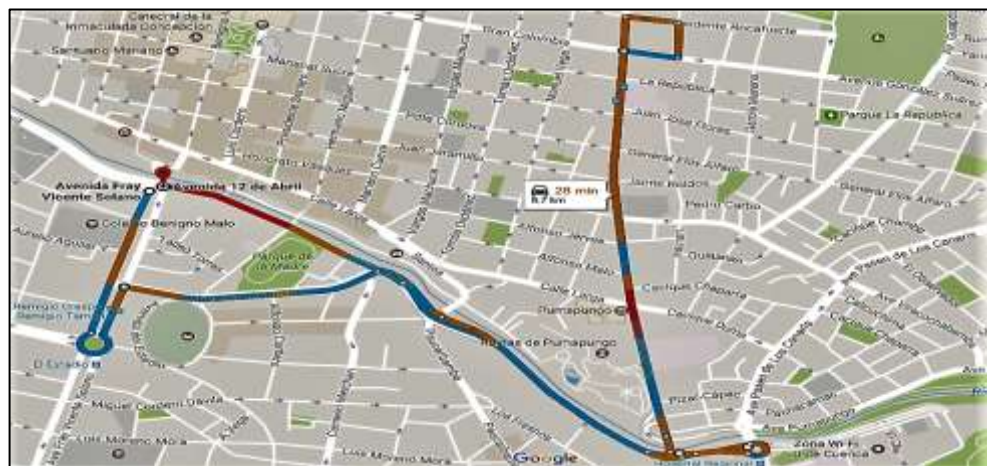


Figura 3.2. Ruta arterial.

3.2.2.3. Ruta Colectora: Esta ruta comienza en la Av. Remigio Crespo y Av. Solano, transitando por la primera avenida mencionada, hasta que intersecte con la Av. Américas, y luego se retorna al punto de partida como se observa en la figura 3.3.

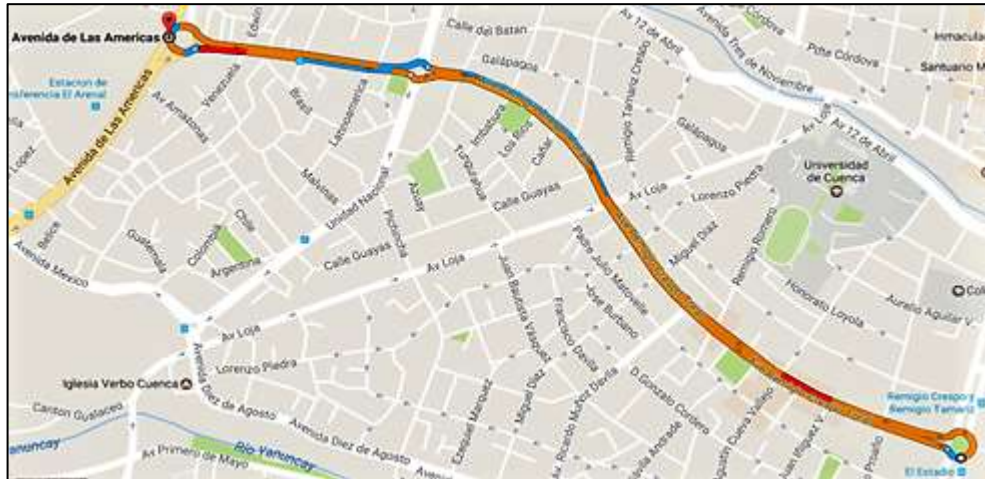


Figura 3.3. Ruta colectora.

3.2.3. Recolección de información utilizando sistemas de posicionamiento global (GPS)

La variable de recolección de información mediante GPS, proporciona la ubicación, velocidad y altitud segundo a segundo; además, estos datos son importantes para determinar los patrones de conducción independientes de las motocicletas necesarios para el modelo IVE en el cálculo de las emisiones contaminantes.

Para obtener las variables, se realiza en las rutas: expresas, arteriales, y colectoras, mencionadas anteriormente, siguiendo el horario de mayor congestionamiento vehicular de acuerdo al plan de movilidad y espacios públicos (Cuenca, 2015) de 08:00 a 09:00, de 13:00 a 14:00 y de 18:00 a 19:00.

- RUTA 1 ARTERIAL (Av. Huayna Cápac, Av. 12 de Abril y Av. Solano)

Esta ruta se la realizó desde las 08:00 hasta las 08:43, de 13:00 hasta las 13:46 y por último, de 18:00 hasta las 18:50 alcanzando a realizar dos vueltas con una distancia de 15,5 km recorridos.

- RUTA 2 COLECTORA (Av. Remigio Crespo)

Esta ruta se la realizó desde las 08:00 hasta las 08:51, de 13:00 hasta las 13:47 y por último, de 18:00 hasta las 18:42, completando cuatro recorridos de ida y vuelta; en la primera hora con una distancia recorrida de 20 km; tres recorridos, en la segunda con 15 km y dos recorridos, en la última hora con una distancia de 10 km.

- RUTA 3 AUTOPISTA (Carretera Panamericana)

Esta ruta se la realizó desde las 08:00 hasta las 08:53, de 13:00 hasta las 13:48 y por último de 18:00 hasta las 18:33, realizando dos recorridos de ida y vuelta, en la primera hora con una distancia de 52 km, dos recorridos en la segunda hora con 52 km y un recorrido en la última hora con una distancia de 26 km.

3.2.4. Patrones de partida y arranque en frío de motocicletas

Al igual que el comportamiento de conducción los patrones de partida tienen un impacto en las emisiones del tubo de escape, para ello se debe tener en cuenta dos aspectos que son la cantidad de partidas y el patrón de Soak; el término Soak hace referencia al periodo de tiempo que un motor caliente ha estado apagado antes de ponerse en marcha nuevamente. Se toma en cuenta este dato debido a que el consumo de gasolina y por ende, los índices de contaminación son mayores cuando el motor trabaja en frío. Hay que considerar que la partida en frío es cuando un motor reposa de 18 horas en adelante y, una partida en caliente, se considera cuando después de apagar el motor en el lapso de 5 minutos o menos, es puesto en marcha nuevamente.

Dentro del modelo IVE hay 10 grupos de Soak para el motor, el cual va a variar de acuerdo al tiempo que se da cada arranque para tomar en cuenta si es que se encuentra en arranque en frío o caliente.

Para encontrar los patrones de partida, se debe definir la cantidad y composición de motocicletas y encontrar el número de partidas y los patrones Soak; en base a una encuesta realizada a los conductores de las motocicletas.

3.2.4.1. Composición de la flota de motocicletas en Cuenca

No todas las tecnologías emiten las mismas cantidades de emisiones, por tal razón, es necesario clasificar la flota del lugar donde se está realizando el estudio.

La variable se obtendrá al investigar el número total aproximado de las motocicletas de la ciudad Cuenca, a través de la obtención de una muestra, mediante aforamiento clasificar el parque automotor de acuerdo al uso y características técnicas.

3.2.4.2. Conteo de motocicletas por las rutas de circulación

La variable de conteo de motocicletas sirve para encontrar el número de motocicletas que circulan por las rutas escogidas en una hora específica, para el modelo IVE, mediante el uso de cámaras de video, realizando la filmación del flujo vehicular en las vías seleccionadas; este video se obtendrá al instalarse en un punto específico de las rutas.

- RUTA 1 ARTERIAL (Av. Huayna Cápac, Av. 12 de Abril y Av. Solano)

Filmación. - Se realizó en la Av. Huayna Cápac y la calle Pachacamac, en los horarios de 08:00 a 09:00, de 13:00 a 14:00 y de 18:00 a 19:00 con la finalidad de contar las motocicletas en circulación, obteniendo: 107, 110 y 101 motocicletas que pasaron por el lugar de filmación a las horas descritas, respectivamente. La figura 3.4 muestra el lugar de la filmación.



Figura 3.4. Filmación en ruta arterial.

- RUTA 2 COLECTORA (Av. Remigio Crespo)

Filmación. - Se realizó en la Av. Remigio Crespo Toral y la calle Federico Proaño, en los horarios de 08:00 a 09:00, de 13:00 a 14:00 y de 18:00 a 19:00, obteniendo los siguientes resultados: 70, 69 y 93 motocicletas que pasaron por el lugar de filmación a las horas descritas, respectivamente. La figura 3.5 muestra el lugar de la filmación.



Figura 3.5. Filmación en ruta colectora.

- RUTA 3 AUTOPISTA (Carretera Panamericana)

Filmación. - Se realizó en la carretera panamericana y la Av. Doce de Octubre, en los horarios de 08:00 a 09:00, de 13:00 a 14:00 y de 18:00 a 19:00, obteniendo: 57, 72 y 67 motocicletas que pasaron por el lugar de filmación a las horas descritas, respectivamente. En la figura 3.6 se muestra el lugar de la filmación.



Figura 3.6. Filmación en ruta autopista.

3.2.5. Recolección de información por medio de encuestas

La recolección de información por medio de encuestas, proporciona datos de variables como: modelo de la motocicleta, tipo de combustible empleado, kilometraje, cilindraje, presencia de equipos para control de emisiones, número de veces que se enciende la motocicleta por día y cantidad de combustible consumido por kilómetros.

3.2.5.1. Tamaño de la muestra

La variable de tamaño de muestra, es el número de motociclistas a encuestar, éste va de acuerdo al número total de motocicletas matriculadas en la ciudad de Cuenca.

Para obtener esta variable, primero se encuentra el tamaño del universo, en este caso, el parque automotor de motocicletas de la ciudad de Cuenca, siendo de 4827 unidades que corresponde a las motocicletas matriculadas en el año 2015, dato obtenido de la empresa municipal de movilidad (EMOV). La siguiente ecuación determina el tamaño de la muestra.

Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Dónde:

- n = Tamaño de la muestra.
- N = Tamaño de la población.
- σ = Desviación estándar de la población que generalmente es una constante de 0,5.
- Z = Valor constante obtenido mediante niveles de confianza, en el caso de no poseerlo, se lo toma en relación al 95%, que equivale a 1,96.
- e = Límite aceptable de error muestral, al no tener el valor, se puede utilizar un valor que va de 1% (0,01) hasta 9% (0,09), depende del encuestador.

Se calcula el tamaño de la muestra, utilizando los siguientes datos:

- El tamaño de la población = 4.827
- El error máximo aceptable = 5% = 0,05
- El porcentaje estimado de la muestra = 50% = 0,5
- El nivel deseado de confianza = 95% = 1,96

$$n = \frac{4.827(0,5)^2(1,96)^2}{(4.827 - 1)0,05^2 + (0,5)^2(1,96)^2}$$

$$n = \frac{4.635,8508}{13,0254}$$

$$n = 355,91$$

$$n \approx 356$$

3.2.5.2. Modelo de motocicleta

Esta variable define los modelos existentes de motocicletas hasta el año que se realiza la investigación.

La variable se encuentra al preguntar a los conductores el modelo de motocicleta en la cual circulan.

3.2.5.3. Kilometraje recorrido de motocicletas

El kilometraje de la motocicleta, permite determinar el recorrido con el que cuenta ésta, ya que esto influye en las emisiones contaminantes.

3.2.5.4. Cilindrada del motor de la motocicleta

Permite determinar cuántas motocicletas existen en la ciudad según su cilindraje.

3.2.5.5. Sistemas de control de emisiones en motocicletas

Para la variable de sistemas de control de emisiones, hay tres tipos de sistemas que reducen los gases contaminantes de los vehículos, el más utilizado en vehículos modernos es el catalizador, el cual actúa como un filtro en el escape reduciendo los principales índices de contaminación como son los HC, NO_x y el CO. Otro sistema utilizado es de recirculación de gases de escape o EGR que permite reducir los porcentajes de NO_x, el sistema envía parte de los gases de escape al múltiple de admisión para quemarlos nuevamente en el interior del motor, por último el sistema de control de evaporamiento el mismo evita que los gases que se generan en el interior del depósito de combustible salgan al exterior enviándolos directamente al múltiple de admisión (Crouse, William y Anglin, 1992).

Para el estudio se encuesta a los conductores de motocicletas sobre qué tipo de sistemas de control de emisiones tienen las motocicletas, ya que es un factor importante para determinar las emisiones contaminantes.

3.2.6. Diseño de la encuesta

Según el tamaño de la muestra y la cantidad de motociclistas en la ciudad de Cuenca, se aplicaron 356 encuestas a conductores de motocicletas con cada uno de los aspectos mencionados anteriormente.

En el anexo 1 se indica el modelo de la encuesta, con cada una de las preguntas para obtener las variables y posteriormente analizar con los modelos IVE y LEAP.

3.2.7. Resultados de encuesta

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta.

3.2.7.1. Cilindraje de motocicletas

El cilindraje de las motocicletas se muestra a través de la tabla 3.1 dando el número de motocicletas por su cilindraje. En la figura 3.7 se muestra el total de las motocicletas, tanto en uso como el tipo de motor.

Tabla 3.1. Clasificación de las motocicletas por su cilindraje y su tipo de motor.

CILINDRAJE	PARTICULARES		UTILITARIAS		TOTAL
	2T	4T	2T	4T	
100cc	2	2	11	3	18
110cc		6			6
115cc		7		2	9
125cc		11		37	48
150cc		61		31	92
160cc		1			1
175cc		2			2
200cc		34		25	59
220cc		2			2
230cc		2		2	4
250cc		17		22	39
300cc		1		15	16
350cc		2			2
390cc		2			2
400cc		1			1
450cc		3			3
500cc		7			7
600cc		2			2
650cc		6			6
690cc		2			2
700cc				5	5
750cc		2			2
800cc		1			1
850cc		1			1
860cc		1			1
883cc		2			2

990cc		7			7
1000cc		8			8
1100cc		1			1
1130cc		1			1
1150cc		1			1
1190cc		1			1
1200cc		2			2
1340cc		2			2
	2	201	11	142	356
	TOTAL	203	TOTAL	153	

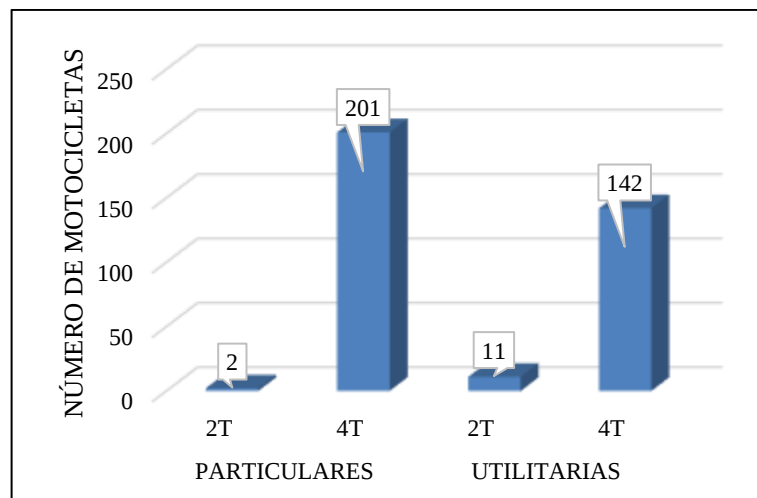


Figura 3.7. Total de motocicletas particulares y utilitarias según el tipo de motor.

3.2.7.2. Kilometraje actual de las motocicletas

Los siguientes resultados, muestran la cantidad de motocicletas, clasificadas por el kilometraje recorrido. Teniendo en cuenta los rangos de kilometraje recorrido: menores a 25.000 km, de 26.000 km a 50.000 km y mayores a 50.000 km, con base en el modelo IVE. También se sub-clasifican en motocicletas de 4T sin catalizador y con catalizador y las motocicletas de 2T, se observa en las siguientes figuras 3.8, 3.9 y 3.10.

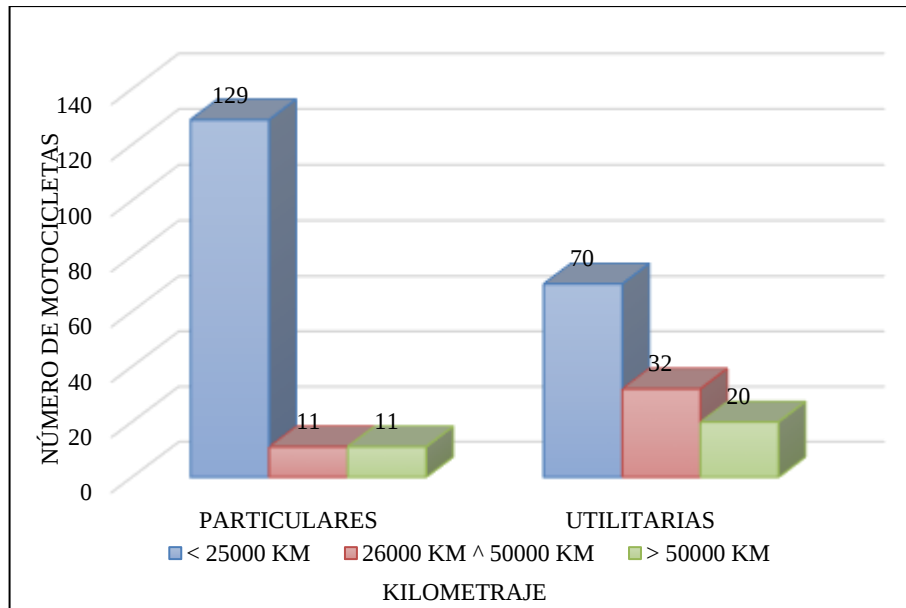


Figura 3.8. Motocicletas de 4T clasificadas por su recorrido.

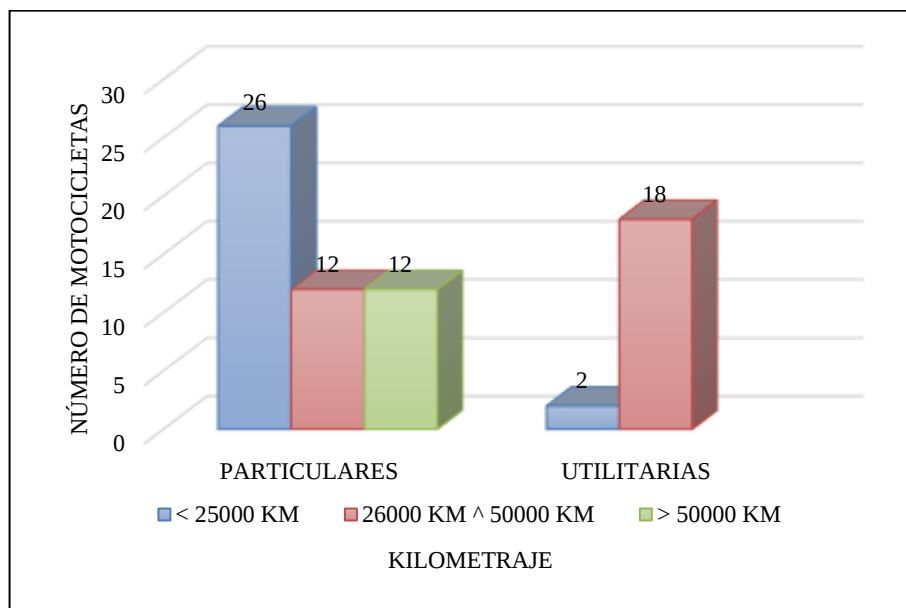


Figura 3.9. Motocicletas de 4T con catalizador clasificadas por su recorrido.

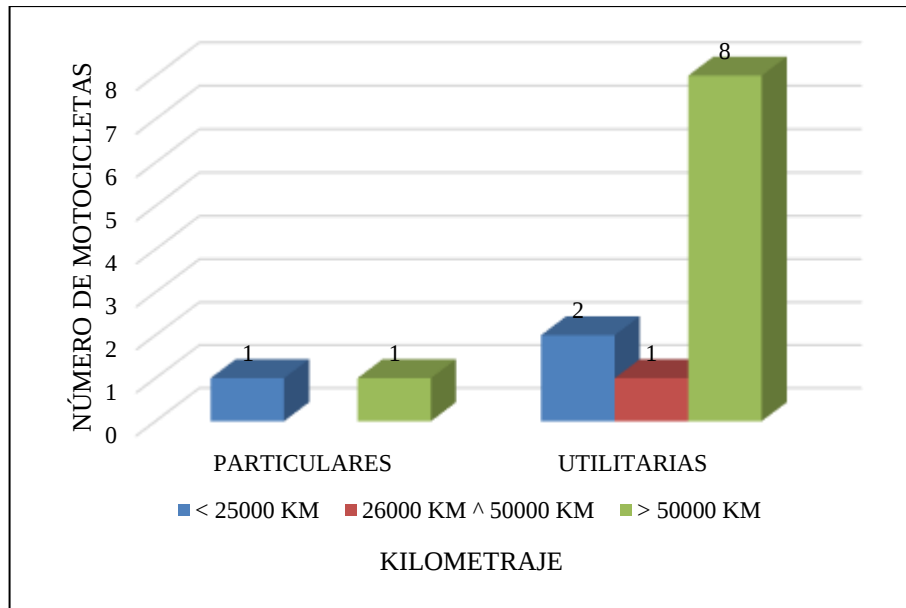


Figura 3.10. Motocicletas de 2T clasificadas por su recorrido.

3.2.7.3. Número de partidas de las motocicletas en la hora de levantamiento de información

Los siguientes datos de las partidas que tienen las motocicletas, se clasifican según la hora que se realizó el estudio, tabla 3.2.

Tabla 3.2. Número de partidas de las motocicletas.

MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES		
8 - 9 Am	NÚMERO DE PARTIDAS	1
13 - 14 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	2
18 - 19 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	2
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES		
8 - 9 Am	NÚMERO DE PARTIDAS	2
13 - 14 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	4
18 - 19 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	2
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS		
8 - 9 Am	NÚMERO DE PARTIDAS	3
13 - 14 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	1
18 - 19 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	4
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS		
8 - 9 Am	NÚMERO DE PARTIDAS	3
13 - 14 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	3
18 - 19 Pm	NÚMERO DE PARTIDAS	5

3.2.7.4. Tiempos de encendido

Los siguientes datos expresan en porcentaje (%), la cantidad de motocicletas que permanecen apagadas antes de volverlas a encender, en los rangos de tiempo

establecidos, las cuales se clasifican según el tipo de uso y motor. Los valores se muestran en las tablas 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6.

Tabla 3.3. Lapso de tiempo de motocicletas 4T particulares apagadas antes de volverlas a prender.

MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES										
HORA	15 MIN.	30 MIN.	1H	2H	3H	4H	6H	8H	12H	18H
8 - 9 Am	9,95	12,44		39,8				17,91	19,9	
13 - 14 Pm	8,96	7,46	14,93	24,87		33,83	9,95			
18 - 19 Pm	9,95	9,95	12,44	7,46		14,92		24,88		20,4

Tabla 3.4. Lapso de tiempo de motocicletas 2T particulares apagadas antes de volverlas a prender.

MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES										
HORA	15 MIN.	30 MIN.	1H	2H	3H	4H	6H	8H	12H	18H
8 - 9 Am	50							50		
13 - 14 Pm		50				50				
18 - 19 Pm	50	50								

Tabla 3.5. Lapso de tiempo de motocicletas 4T utilitarias apagadas antes de volverlas a prender.

MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS										
HORA	15 MIN.	30 MIN.	1H	2H	3H	4H	6H	8H	12H	18H
8 - 9 Am	21,13	10,56	4,93				7,04	14,09	42,25	
13 - 14 Pm	26,76	24,65	17,61	14,08	8,45	8,45				
18 - 19 Pm	29,58	28,17	17,61	10,56	7,04	7,04				

Tabla 3.6. Lapso de tiempo de motocicletas 2T utilitarias apagadas antes de volverlas a prender.

MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS										
HORA	15 MIN.	30 MIN.	1H	2H	3H	4H	6H	8H	12H	18H
8 - 9 Am	45,46	18,18						36,36		
13 - 14 Pm		36,36	63,64							
18 - 19 Pm	72,73	27,27								

3.2.8. Variables ambientales

Las variables ambientales intervienen para el cálculo de los factores de emisiones y son: temperatura ambiente y humedad relativa.

La ciudad de Cuenca, provincia del Azuay (figura 3.11), se encuentra ubicada a 2.527 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), con una temperatura promedio de 15°C, con registros de temperatura promedio de 7°C hasta 15°C entre los meses de abril y

septiembre, y registros de 12°C a 25°C de octubre a marzo (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2015).



Figura 3.11. Localización del estudio.

Fuente: (Vanservice Transporte y Turístico, 2007)

La humedad relativa en la ciudad de Cuenca es en promedio 62% del año 2015 (Pesantez, 2015). Considerando lo anterior y el estudio a realizar, se obtienen estos datos por rutas que se describen posteriormente; en la tabla 3.7 se observa la temperatura promedio y humedad relativa por rutas en las horas que se realiza el estudio.

Tabla 3.7. Temperatura promedio y humedad relativa por rutas y horas.

RUTA HUAYNA CAPAC (29 de marzo 2016)		
HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD
8 - 9 Am	15 °C	82,50%
13 - 14 Pm	24 °C	44,00%
18 - 19 Pm	19 °C	80,50%
RUTA REMIGIO CRESPO (30 de marzo 2016)		
HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD
8 - 9 Am	16 °C	91,00%
13 - 14 Pm	18 °C	78,00%
18 - 19 Pm	17 °C	64,00%
RUTA AUTOPISTA (31 de marzo 2016)		
HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD
8 - 9 Am	14 °C	82,50%
13 - 14 Pm	21 °C	54,50%
18 - 19 Pm	16 °C	85,50%

Fuente: (Freemeteo, 2007)

3.2.9. Características del combustible

Se toma en cuenta las propiedades del combustible que se mencionan en el anexo 5 de acuerdo a la norma RTE INEN 935:2010, ya que las mismas pueden representar una variación en las emisiones de un vehículo.

3.3. Descripción del software para el análisis del consumo energético

El análisis de consumo energético es una política de estado de los países, el cual consiste en determinar el nivel de crecimiento de este consumo y la aplicación de nuevas políticas para optimizar el uso de sus recursos energéticos. Por lo general este tipo de información se realiza anualmente. Aparte de eso, se realizan proyecciones con el fin de estimar si el país será auto sustentable para las demandas que existirían en los años venideros. Al ser esta información muy extensa se ha visto la necesidad de la utilización de un software que permita realizar proyecciones de la oferta y demanda de esta información. Entre los programas que permiten estimar el consumo energético están: AIGUASOL, LEAP, WEAP entre otros; Los dos primeros permiten realizar análisis de la demanda de energía en sectores específicos como es el transporte (Di Sbroiavacca y Lallana 2010).

Para el presente estudio se ha utilizado el software LEAP, donde las siglas significan sistema de planificación de alternativas energéticas de largo alcance, el mismo, que es una herramienta que permite realizar un seguimiento de consumo energético, por intermedio de un modelo integrado, también permite realizar estimaciones de emisiones contaminantes a nivel local o regional, para realizar estudios de demanda en el transporte utiliza un modelo llamado rotación de existencias mientras que para la oferta utiliza un modelo a largo plazo.

3.4. Variables que intervienen en el consumo energético de las motocicletas

Las variables para la determinación del consumo energético de las motocicletas en la ciudad de Cuenca, son: cantidad de motocicletas existentes por modelo que se encuentran hasta el año de estudio, número de ventas de motocicletas hasta el año base, recorrido de motocicletas en kilómetros, consumo específico de las motocicletas, cargas ambientales.

3.4.1. Tipo de vehículos para el análisis de consumo energético

El estudio se concentra en las motocicletas que se encuentran en el parque automotor de la ciudad de Cuenca, las mismas que serán clasificadas según el tipo de motor que utilicen, ya que pueden ser motor de ciclo Otto de dos y cuatro tiempos como se ve en la figura 3.12.

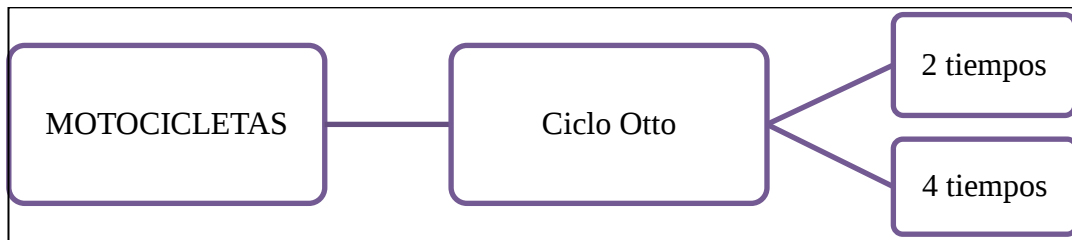


Figura 3.12. Clasificación de las motocicletas.

3.4.2. Cantidad de motocicletas en la ciudad de Cuenca

Se define a las motocicletas que circulan en la ciudad de Cuenca según su tipo de motor; esta variable es necesaria para el modelo LEAP, ya que el consumo de energía se debe clasificar según el tipo de vehículos y la cantidad que existe en la ciudad de estudio. Esta variable se encuentra en la encuesta planteada anteriormente.

3.4.3. Recorrido promedio de las motocicletas

Esta variable es necesaria para encontrar el consumo de energía, ya que de acuerdo al recorrido de las motocicletas se puede cuantificar la cantidad de energía utilizada para completar dicho recorrido en kilómetros.

La variable de recorrido, de igual forma, se encuentra en las encuestas realizadas a los conductores de motocicletas, preguntando cuánto es el recorrido promedio al día de una motocicleta.

3.4.4. Consumo de combustible del vehículo

El consumo de combustible o consumo específico de las motocicletas, es el consumo de combustible por una distancia recorrida, esto quiere decir que al recorrer una distancia en kilómetros se utiliza una cantidad de combustible.

Esta variable se la encuentra al preguntar a los conductores de motocicletas cuántos galones de combustible utilizan para realizar sus recorridos habituales. Posteriormente se mostrará cómo se calcula el consumo específico de las motocicletas.

3.4.5. Cargas ambientales de las motocicletas

Esta variable se refiere a la cantidad de contaminantes criterio producidos por las motocicletas, cada uno de los contaminantes requiere el modelo LEAP, para estimar el consumo de energía. Estos datos deben ser definidos en gramos por los kilómetros que recorren las motocicletas.

Las variables de cargas ambientales las proporciona el modelo IVE, teniendo en cuenta que con base en el recorrido promedio de las motocicletas se encuentra los datos que requiere el modelo LEAP.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

En este capítulo se realiza el análisis de emisiones contaminantes de la flota de motocicletas en la ciudad de Cuenca durante el periodo 2015 mediante el Modelo IVE y se idealiza un escenario diferente al actual, donde se observará los cambios que existen en los niveles de contaminantes emitidos.

4.1. Análisis de las emisiones contaminantes de la ciudad de Cuenca en el periodo 2015

Al recolectar todos los datos por medio del GPS y en conjunto con el modelo IVE, se obtienen las emisiones contaminantes. El análisis se divide por las 3 rutas mencionadas en el capítulo anterior.

Los datos proporcionados por el software, se dividen en tres grupos que son:

- Contaminantes criterio
- Tóxicos Producidos
- Calentamiento Global

Como se observa en la figura 4.1.

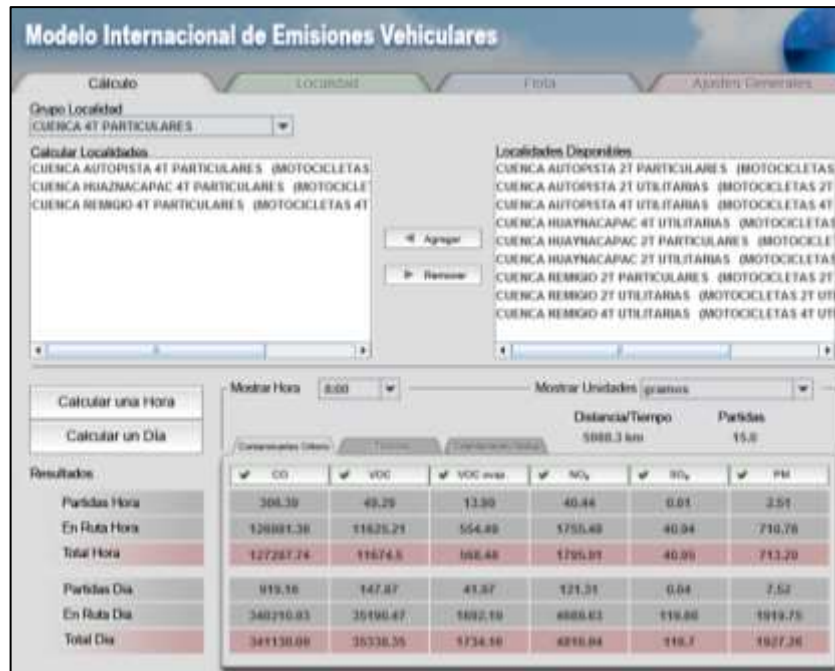


Figura 4.1. Datos proporcionados por modelo IVE.

En la siguiente sección se menciona cada uno de los contaminantes proporcionados por el Modelo IVE, con base en la norma NTE INEN 2204: 2002, que son: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x).

4.1.1. Contaminantes por rutas producidos por motocicletas

A continuación, se observa los resultados del monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NO_x) producidos en las tres rutas mencionadas, donde hay mayor densidad vehicular. Se observa en las figuras 4.2 y 4.3 en porcentaje obtenidos por el modelo IVE.

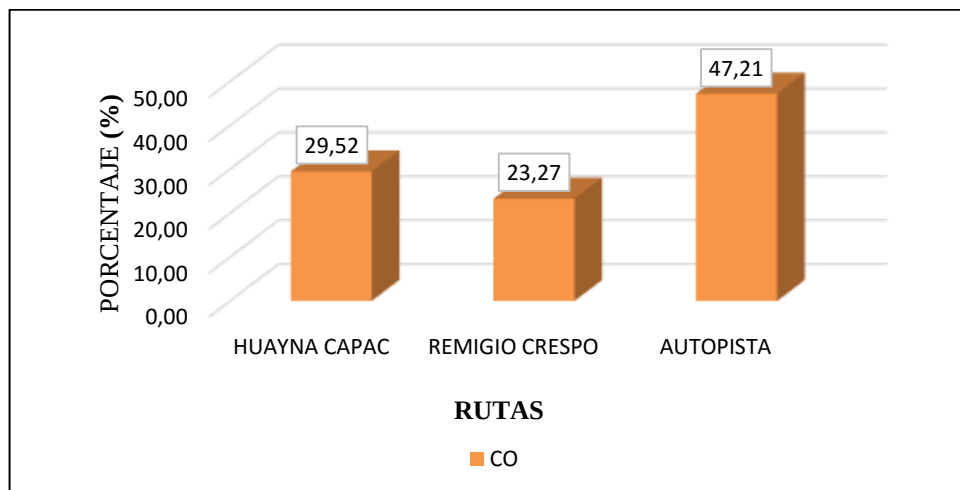


Figura 4.2. Monóxido de carbono (CO) producido en rutas por motocicletas.

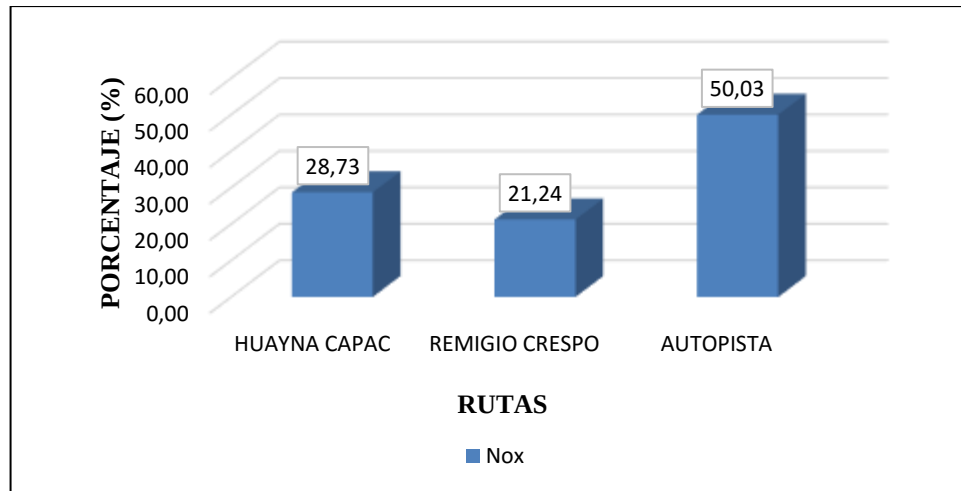


Figura 4.3. Óxido de nitrógeno (NO_x) producido en rutas por motocicletas.

4.1.2. Proyección de contaminantes por rutas producidos por las motocicletas

Con los valores de los contaminantes CO y NO_x en el año 2015, se encontrará la proyección a futuro de cinco años, diez años y quince años. Considerando el número de motocicletas de los años 2012, 2013, 2014 registrados en los anuarios de estadísticas de transporte del INEC de dichos años, se obtendrá una tasa de crecimiento anual con la siguiente ecuación.

Tasa de crecimiento anual.

$$Tasa\ de\ Crecimiento\ Anual = \left(\left(\frac{f}{s} \right)^{1/y} - 1 \right) * 100$$

Dónde:

$f = Valor\ Final$

$s = Valor\ Inicial$

$y = Cantidad\ de\ años$

Para remplazar los datos tenemos el número de motocicletas durante tres años, que va desde el año 2012, 2013, 2014 con una cantidad de 5.385, 7.164, 8.641 respectivamente, calculamos la tasa de crecimiento anual. Teniendo $f = 8.641$, $s = 5.385$, $y = 3$, remplazando los datos tenemos.

$$Tasa\ de\ crecimiento\ anual = \left(\left(\frac{8.641}{5.385} \right)^{1/3} - 1 \right) * 100$$

$$Tasa\ de\ crecimiento\ anual = 17,07\%$$

Teniendo la tasa de crecimiento anual de las motocicletas se multiplica por los años que se quiere proyectar, en este caso a cinco años, diez años y quince años, observamos en la tabla 4.1 la tasa de crecimiento anual para sacar una proyección de datos.

Tabla 4.1. Tasa de crecimiento anual de las motocicletas para proyectar en años

Crecimiento de Motocicletas Anual			Proyección a Futuro en Años		
2012	5.385	3	5	10	15
2013	7.164	17,07%	85,37%	170,74%	256,11%
2014	8.641				

En las siguientes figuras 4.4 y 4.5 se observa los valores en toneladas métricas del escenario normal, de los contaminantes criterio: CO y NO_x con las proyecciones de todas las rutas.

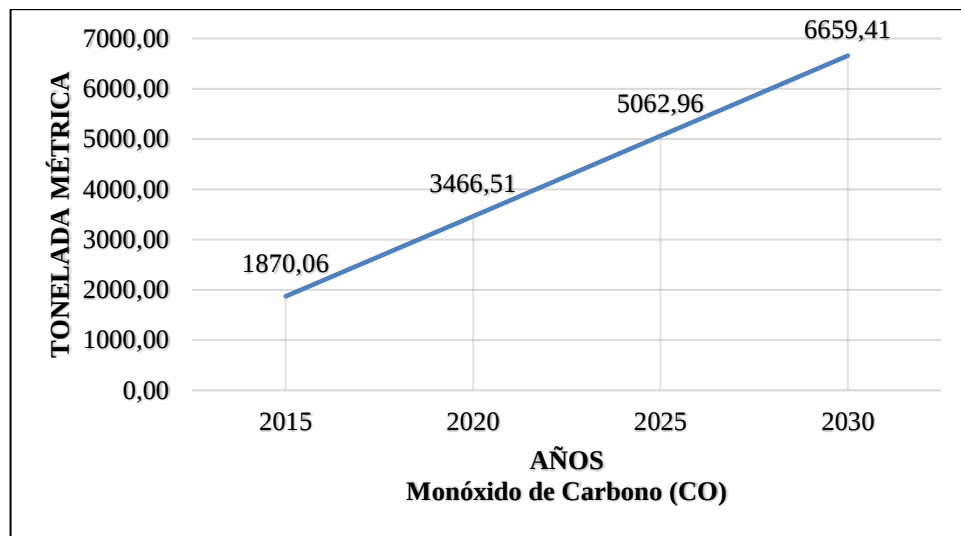


Figura 4.4. Proyección a quince años de monóxido de carbono (CO) producido en todas las rutas por motocicletas.

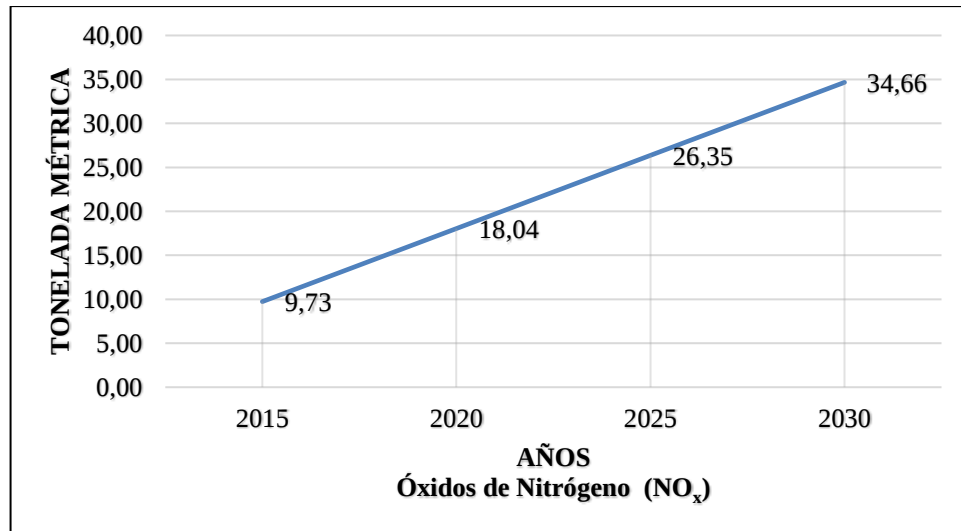


Figura 4.5. Proyección a quince años de óxido de nitrógeno (NO_x) producido en todas las rutas por motocicletas.

4.1.3. Proyección de contaminantes en escenario con catalizador por todas las rutas producidos por las motocicletas

A continuación, se muestra las proyecciones con el escenario, donde, todas las motocicletas utilizan catalizador. Se muestra en las figuras 4.6 y 4.7 la proyección normal y el escenario, para observar si existe modificación en los contaminantes: monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NO_x).

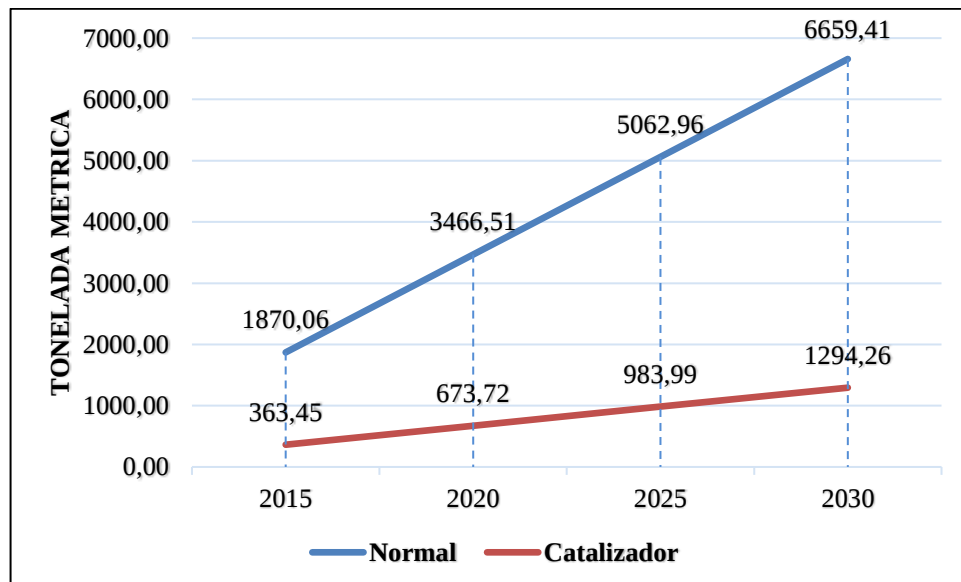


Figura 4.6. Proyección a quince años de monóxido de carbono (CO), con escenario, producido en todas las rutas por las motocicletas.

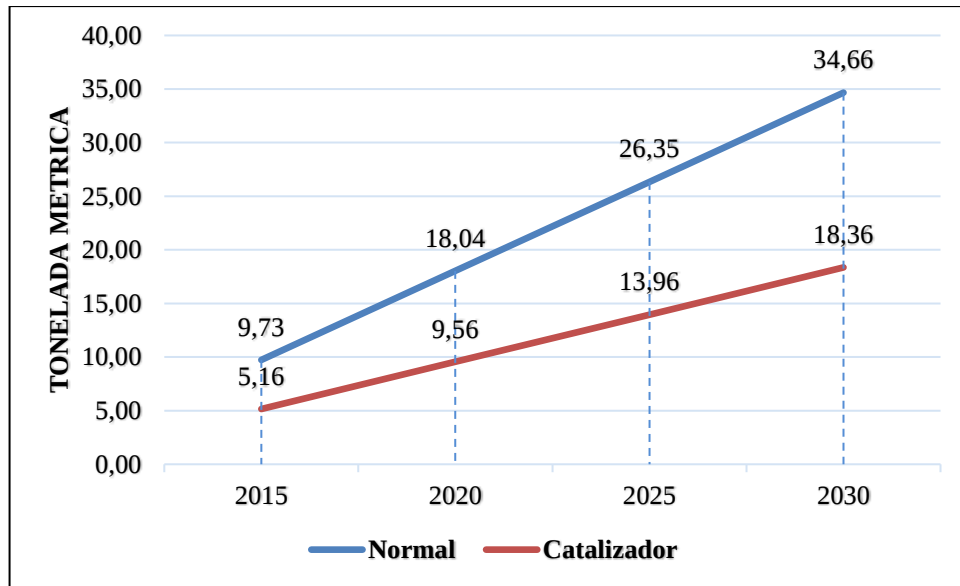


Figura 4.7. Proyección a quince años de óxido de nitrógeno (NO_x), con escenario, producido en todas las rutas por las motocicletas.

Se observa la disminución de los contaminantes al utilizar catalizador en todas las motocicletas a las que se realiza el estudio, esto proporciona una reducción en todos los contaminantes, a continuación, podemos ver esta reducción en porcentaje del monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, entre otros.

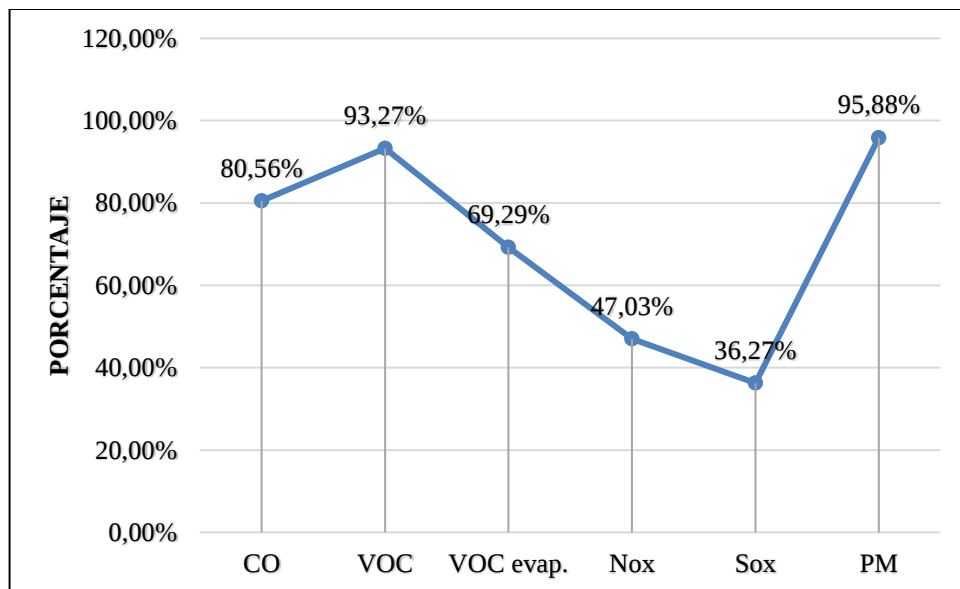


Figura 4.8. Reducción en porcentaje de contaminantes criterio, en estado normal y con escenario, producido en todas las rutas por las motocicletas.

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LAS MOTOCICLETAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

Para encontrar el consumo energético se deben tomar en cuenta varios factores, como la cantidad de motocicletas matriculadas en la ciudad, número de ventas por año, recorrido promedio, consumo específico. Estos valores son encontrados con base en las encuestas. Al ingresar cada uno de los datos en el software LEAP, se puede encontrar el consumo energético, desarrollando escenarios a través del software, donde un escenario es mejorar la tecnología de las motocicletas.

5.1. Análisis del consumo energético en la ciudad de Cuenca en el periodo 2015

El análisis de consumo energético por motocicletas se da con base en los datos que se mencionaron en capítulos anteriores, estos datos se obtienen a través de encuestas como: emisiones obtenidas del software IVE, el recorrido diario de una motocicleta, consumo de combustible, número de motocicletas, entre otros. Estos datos son necesarios para empezar el análisis en el software LEAP.

Este análisis se realizará con una proyección a 15 años, tomando como el año base el 2015 y el 2030 como el año en el que termina el análisis del consumo energético.

5.1.1. Datos básicos para iniciar el análisis de consumo energético en LEAP

Para comenzar el análisis se ingresan los años donde inicia y termina el estudio, en este caso, el año 2015 es el año base y el 2030 en el cual termina, año del primer escenario que es el año 2016, se ingresan las unidades en las cuales el software va a trabajar como: unidades de distancia y energía. En las figuras 5.1 y 5.2, se observa el ingreso de datos en parámetros básicos, en las pestañas de años y unidades, respectivamente.

Parámetros Básicos

Scope & Scale | **Años** | Default Units | Cálculos | Optimization | Existencias | Internet | Charts | Folders | Security

Base Year: 2015 (First calculated year)

First Scenario Year: 2016 (First year in which scenario expressions used)

End Year: 2030 (Año final de cálculo)

Resultados Cada: 1 years (must=1 for cost and stock turnover analyses)

Año Base Monetario: 2010 (Year to which all costs are discounted)

First Depletion Year: 2015 (First year in which reserves are depleted)

☒ Count Costs to End Year

Last Year to Count Costs: 2020 (costs after this year will be ignored)

Años de las Series de Tiempo por omisión:

1. 2. 3. 4.

Cerrar Ayuda

Figura 5.1. Parámetros básicos en años.

Parámetros Básicos

Scope & Scale | **Default Units** | Cálculos | Optimization | Existencias | Internet | Charts | Folders | Security

Unidad de Energía: Gallons Gasoline Equiv (US)

Unidad Monetaria: U.S. Dollar

Unidad de Distancia: Kilometer

Unidades Estándar para Informe de Cargas Ambientales

Para Energía: Metric Tonne / Gallons Gasoline Equiv (US)

Para Transporte: Metric Tonne / Vehicle-km

Indian Number Scaling: Off

Cerrar Ayuda

Figura 5.2. Parámetros básicos en unidades.

5.1.2. Datos de motocicletas del año base en la ciudad de Cuenca

Es la cantidad de motocicletas existentes en cada año expresadas en porcentaje de los modelos anteriores al año base, en este caso al año 2015.

Se considera que en el ítem 0, el porcentaje es 0% por ser el año base, el ítem 1 es el año 2014 que tiene el 23% de motocicletas de ese año, así sucesivamente hasta el ítem 23 que es el modelo de año de más antigüedad de motocicletas que hay en la ciudad. A continuación, en la figura 5.3 se observa cada uno de los porcentajes ingresados en los 23 ítems.

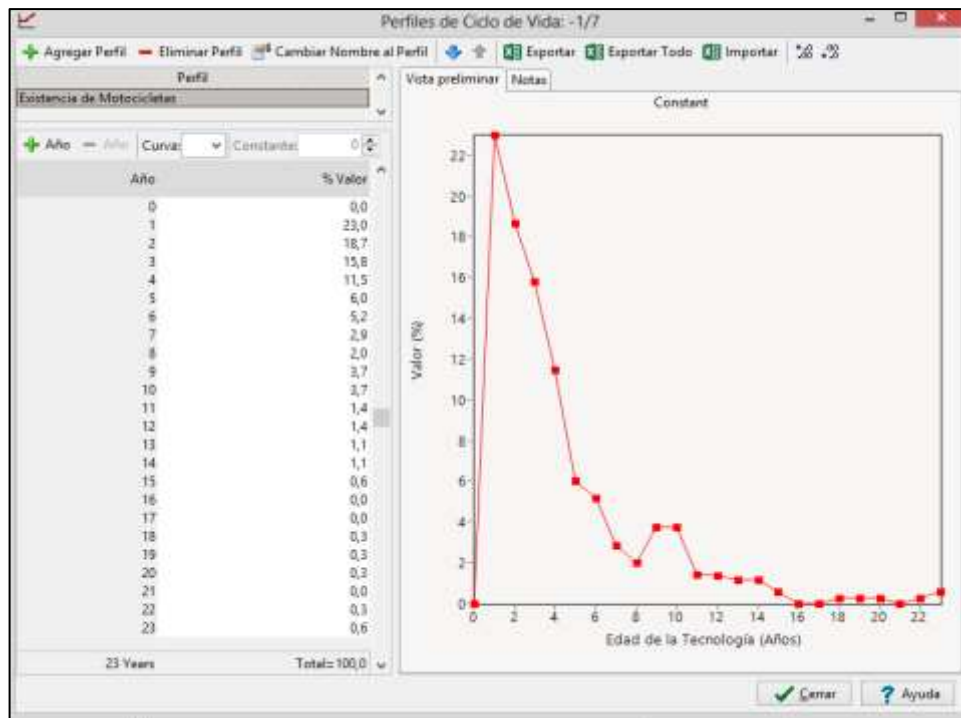


Figura 5.3. Existencia de motocicletas.

5.1.3. Supervivencia de motocicletas en la ciudad de Cuenca

Debido a la cantidad de motocicletas en el año base, a medida que la antigüedad de las motocicletas aumenta, serán retiradas gradualmente del parque vehicular. Se puede representar un perfil de los automotores remanentes que describa este retiro de vehículos por medio de una función exponencial (Lazarus, 1995).

Perfil de supervivencia.

$$S_t = S_{t-1} * e^{-t*0,02}$$

Donde S equivale a la fracción de motocicletas que aún están en circulación, t es la edad de las motocicletas en años y e representa una función exponencial, de igual manera crear un perfil del ciclo de vida de la supervivencia de motocicletas como en la sección anterior, donde se creará una curva exponencial con el parámetro constante – 0,02 figura 5.4. Este perfil se ingresará en el parámetro de cantidad de motocicletas, para el análisis.

Perfil de recorrido.

$$S_t = S_{t-1} * e^{-t*0,002}$$

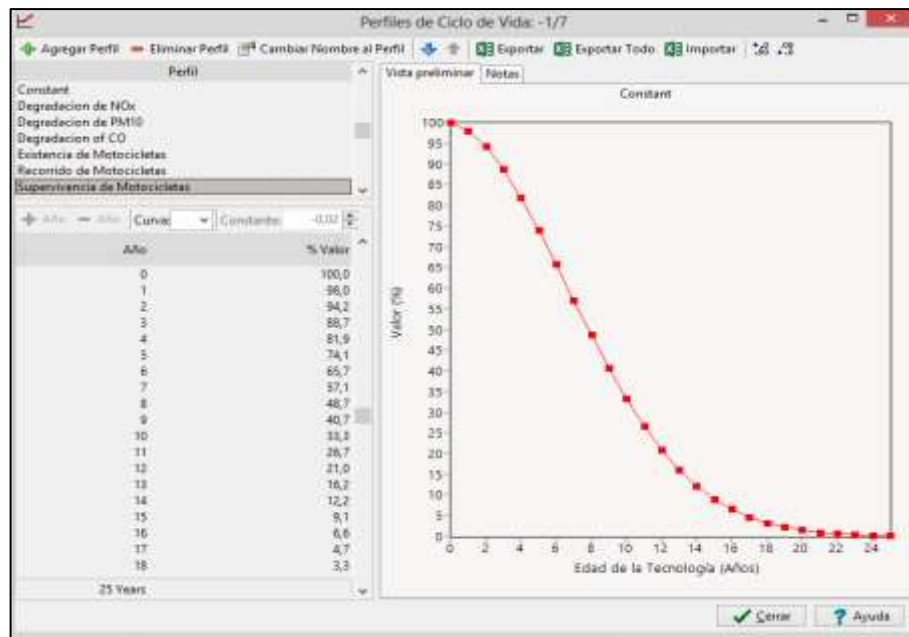


Figura 5.4. Supervivencia de motocicletas.

5.1.4. Recorrido de las motocicletas en la ciudad de Cuenca

Para el recorrido de las motocicletas se toma en cuenta el promedio de todas estas en el año 2015. A medida que la antigüedad del vehículo aumenta, aumenta también su consumo y emisiones contaminantes disminuyendo su vida útil. Esta disminución se puede representar por medio de una función exponencial, similar a la anterior, usando el parámetro constante $-0,002$ (Lazarus, 1995), como se muestra en la figura 5.5.

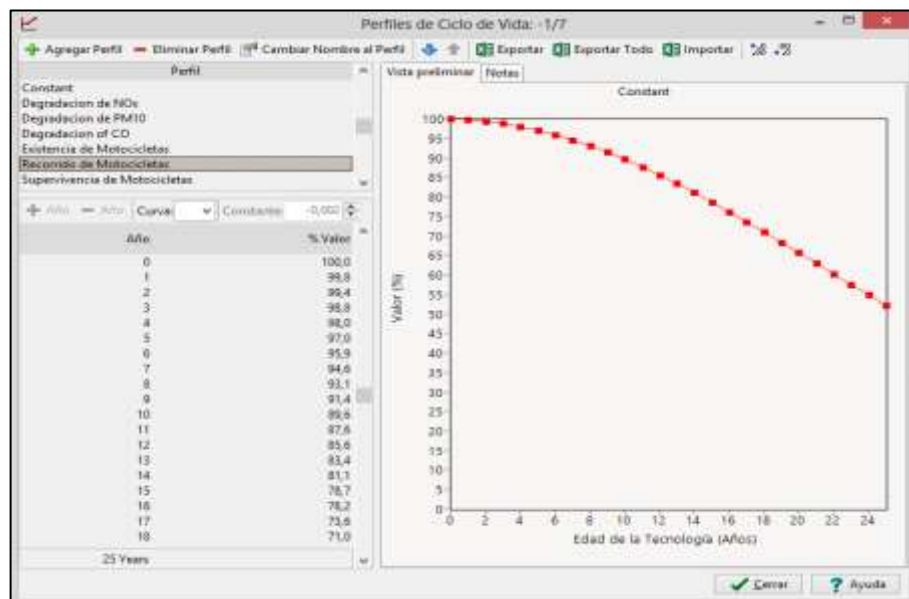


Figura 5.5. Recorrido de motocicletas.

El recorrido promedio de todas las motocicletas en el año 2015, se encuentra a través de encuestas y se muestra en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Kilometraje promedio en el año 2015 de motocicletas por utilidad y tipo de motor.

	Recorrido promedio diario (km)	Días laborables	Recorrido al año (km)	# motos	Rec. prom. al año (km)
Motocicletas Particulares 4T	25,47	240	6.112,80	201	1.228.672,8
Motocicletas Utilitarias 4T	164,2	240	39.408,00	142	5.595.936
Motocicletas Particulares 2T	15,5	240	3.720,00	2	7.440
Motocicletas Utilitarias 2T	199,1	240	47.784,00	11	525.624

Los datos del recorrido promedio por tipos de motocicletas y tipo de motor proporcionan el recorrido promedio en el año. Estos son necesarios para determinar los límites máximos de emisiones para desarrollar el software LEAP que se muestra a continuación en la figura 5.6.

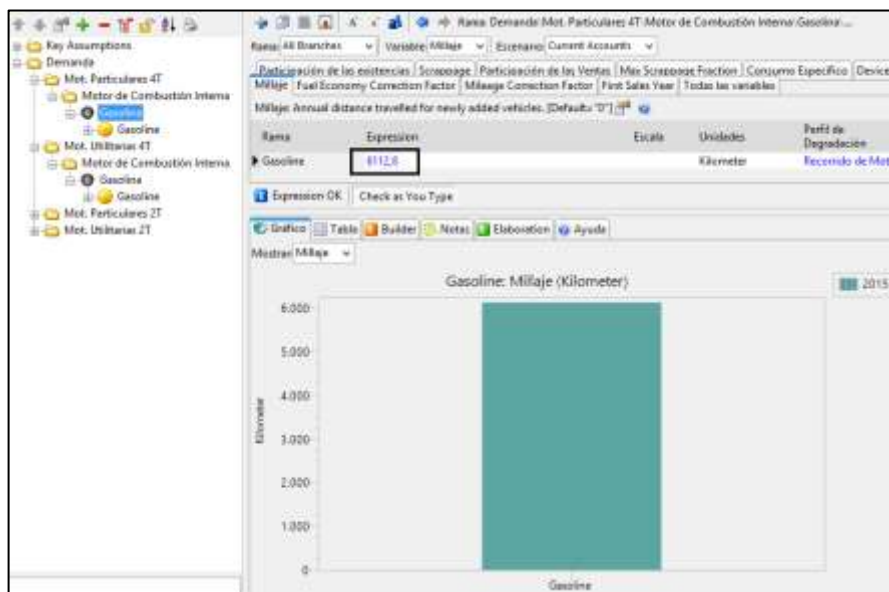


Figura 5.6. Ingreso del recorrido de motocicletas en software LEAP.

5.1.5. Existencia de motocicletas

Es la cantidad de motocicletas que hay por utilidad y por tipo de motor, como se ve en la tabla 5.2, a continuación, se aprecia el ingreso en el software LEAP. Figura 5.7.

Tabla 5.2. Cantidad de motocicletas en el año base.

Motocicletas Particulares 4T	2.722
Motocicletas Utilitarias 4T	1.926
Motocicletas Particulares 2T	29
Motocicletas Utilitarias 2T	150

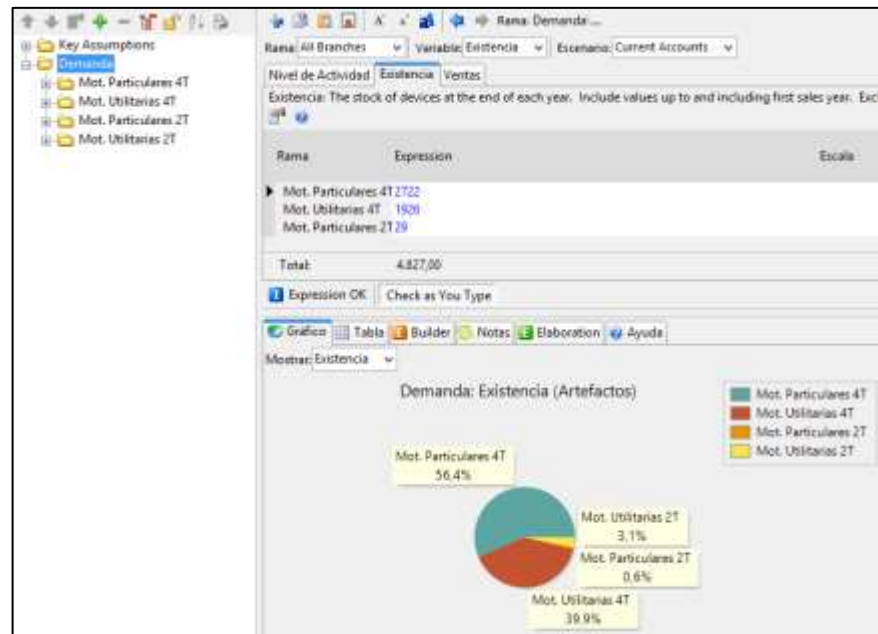


Figura 5.7. Cantidad de motocicletas.

5.1.6. Ventas de motocicletas

La venta de motocicletas es un dato necesario para que el software pueda determinar la cantidad de motocicletas a futuro. Se estima un 5% de crecimiento en las ventas de la cantidad de motocicletas desde el año base hasta el 2030. Si en el 2015 hubo 4.827 motos, en el 2016 habrá 5.068, restando las cifras del año 2016 con las del 2015 se obtiene un total de 241 motos vendidas. Así se encuentra la proyección hasta el 2030, como se evidencia en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Proyecciones de ventas y cantidad de motocicletas.

Existencia de Motos en el 2015=	4.827
Existencia de Motos en el 2016=	5.068
Tasa de crecimiento anual =	5%
Existencia de Motos en el 2030=	10.035
Ventas de Motocicletas en 2015=	241
Ventas de Motocicletas hasta el 2030=	5.208

Teniendo la cantidad de motocicletas del año base se clasifica según su utilidad y tipo del motor. Las proyecciones en ventas de cada clasificación, se encuentran en la tabla 5.4, donde se observa la cantidad de ventas en el año base y en el año 2030.

Tabla 5.4. Proyecciones de ventas de motocicletas según su utilidad y tipo de motor.

	Ventas de Motocicletas	
	2015	2030
Motocicletas Particulares 4T	136	2.937
Motocicletas Utilitarias 4T	96	2.078
Motocicletas Particulares 2T	1	31
Motocicletas Utilitarias 2T	8	162

A continuación, se detalla el ingreso de datos en software LEAP. Figura 5.8 y 5.9.

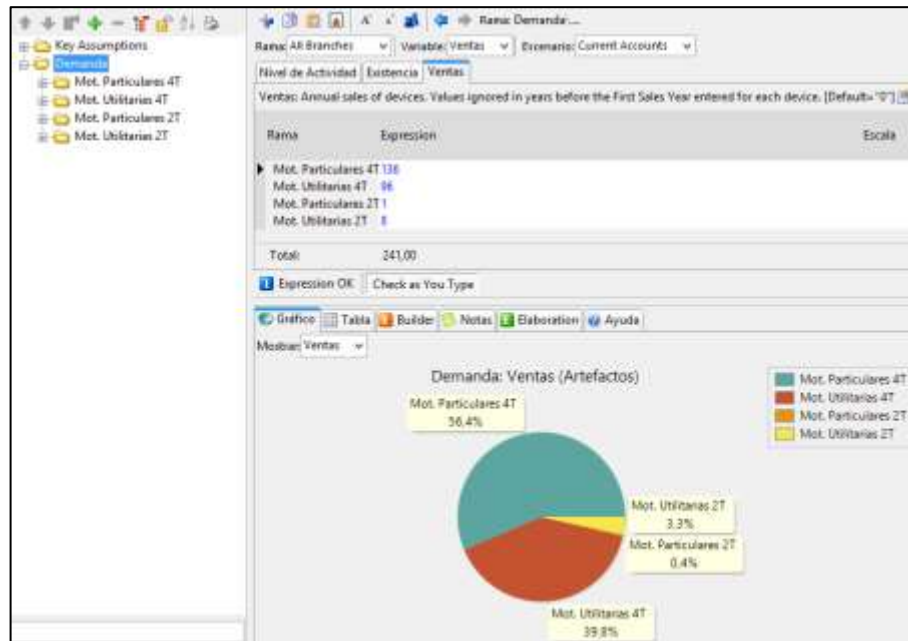


Figura 5.8. Venta de motocicletas en el año base.

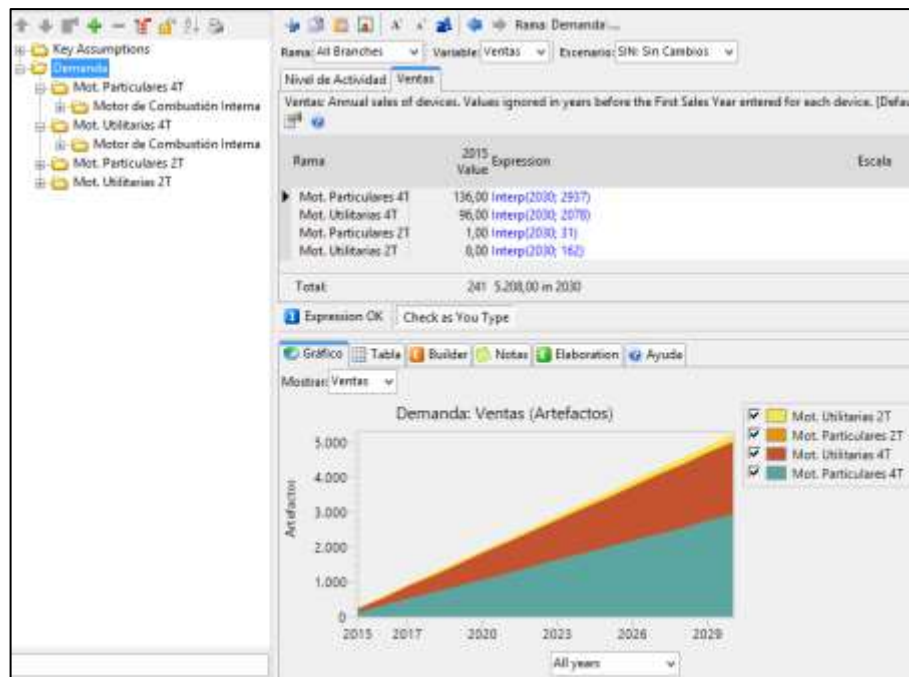


Figura 5.9. Venta de motocicletas en el año 2030.

5.1.7. Consumo específico de combustible de motocicletas en la ciudad de Cuenca

Se encuentra en base a datos obtenidos en las encuestas, corroborando con la ficha técnica del fabricante por cilindraje de cada una de las motocicletas, lo cual se registra en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Consumo específico de combustible de motocicletas según encuestas.

CILINDRAJE	CONSUMO Km/Gl		CONSUMO Km/Gl	
	PARTICULARES		UTILITARIAS	
	2T	4T	2T	4T
100cc	124,92	170	124,92	170
110cc		190		
115cc		120		120
125cc		140		140
150cc		150		150
160cc		150		
175cc		90		
200cc		130		130
220cc		120		
230cc		120		120
250cc		130		130
300cc		100		100
350cc		85		
390cc		90		
400cc		85		

450cc		85		
500cc		95		
600cc		90		
650cc		85		
690cc		80		
700cc		80		80
750cc		80		
800cc		80		
850cc		80		
860cc		80		
883cc		75		
990cc		75		
1000cc		70		
1100cc		70		
1130cc		70		
1150cc		70		
1190cc		70		
1200cc		70		
1340cc		70		
Consumo Promedio	124,92	98,38	124,92	126,67

En la siguiente tabla 5.6 se registra el consumo específico de combustible promedio, en unidades de kilómetros por galón, pero las unidades que requiere el software LEAP es en kilómetros por litro. Donde 1 galón es igual a 3,78 litros.

Tabla 5.6. Consumo específico promedio de motocicletas por utilidad y tipo de motor.

	Consumo Km/Gl	Consumo Específico Km/Lt
Motocicletas Particulares 4T	98,38	25,99
Motocicletas Utilitarias 4T	126,67	33,46
Motocicletas Particulares 2T	124,92	33,00
Motocicletas Utilitarias 2T	124,92	33,00

Estos valores se ingresan en el software LEAP, en la respectiva pestaña de cada flota considerando el año base 2015. Figuras 5.10.

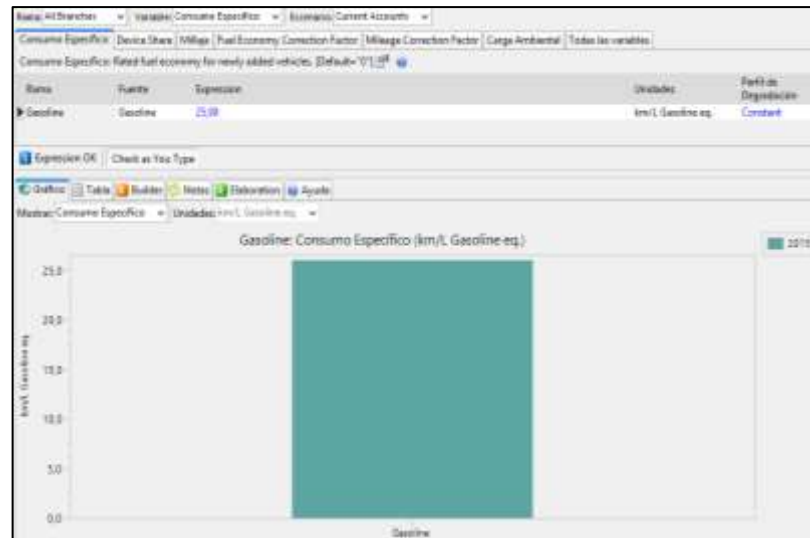


Figura 5.10. Ingreso del consumo específico de combustible para motocicletas en el software LEAP

5.1.8. Factor de emisión en el año base en la ciudad de Cuenca

Los factores de emisión se establecen en base al software IVE, el cual proporciona el valor de los gases contaminantes como: contaminantes criterio, tóxicos y calentamiento global expuestos en el anexo 6. Estos datos se deben transformar según el recorrido promedio por año encontrado anteriormente en base a encuestas. En las tablas 5.7, 5.8 y 5.9, se observa el valor de cada gas.

Tabla 5.7. Factores de emisiones de contaminantes criterio por motocicletas

	CO (gr)	VOC (gr)	VOC evap. (gr)	NO _x (gr)	SO _x (gr)	PM (gr)	Recorr. Al Año (Km)
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES							
TOTAL AÑO	319.773.683,2	31.901.132,8	1.061.452,8	4.264.672	152.454,4	1.661.382,4	1.228.672,8
gr/km	260,26	25,96	0,86	3,47	0,12	1,35	
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS							
TOTAL AÑO	315.765.632	33.454.553,6	1.603.328	4.186.848	139.712	1.853.350,4	5.595.936
gr/km	56,43	5,98	0,29	0,75	0,02	0,33	
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS							
TOTAL AÑO	688.399.795,2	186.635.065,6	4.111.840	675.584	84.307,2	8.178.950,4	525.624
gr/km	1.309,68	355,07	7,82	1,29	0,16	15,56	
MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES							
TOTAL AÑO	546.125.222,4	160.655.379,2	2.777.555,2	607.212,8	81.427,2	7.175.603,2	7.440
gr/km	73.403,93	21.593,46	373,33	81,61	10,94	964,46	
TOTAL gr/km	75.030,30	21.980,48	382,30	87,12	11,25	981,71	

Tabla 5.8. Factores de emisiones de tóxicos producidos por motocicletas.

	LEAD (gr)	1,3 BUTADIENE (gr)	ACETALDEHYDES (gr)	FORMALDEHYDES (gr)	NH ₃ (gr)	BENZENE (gr)	Recorr. Al Año (Km)
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES							
TOTAL AÑO	0	165.868,8	736.140,8	2.944.550,4	939.340,8	642.963,2	1.228.672,8
gr/km	0	0,13	0,60	2,40	0,76	0,52	
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS							
TOTAL AÑO	0	187.481,6	824.070,4	3.296.275,2	1.049.011,2	746.432	5.595.936
gr/km	0	0,03	0,15	0,59	0,19	0,13	
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS							
TOTAL AÑO	0	337.331,2	3.035.968	12.143.865,6	3.029.817,6	4.029.894,4	525.624
gr/km	0	0,64	5,78	23,10	5,76	7,67	
MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES							
TOTAL AÑO	0	290.400	2.613.568	10.454.259,2	2.658.630,4	3.468.928	7.440
gr/km	0	39,03	351,29	1.405,14	357,34	466,25	
TOTAL gr/km	0	39,84	357,81	1.431,23	364,06	474,58	

Tabla 5.9. Factores de emisiones de calentamiento global por motocicletas.

	CO ₂ (gr)	N ₂ O (gr)	CH ₄ (gr)	Recorr. Al Año (Km)
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES				
TOTAL AÑO	844.570.796,8	12,8	6.145.817,6	1.228.672,8
gr/km	687,38	0,00001	5,00	
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS				
TOTAL AÑO	770.285.721,6	12,8	6.605.452,8	5.595.936
gr/km	137,65	0,000002	1,18	
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS				
TOTAL AÑO	202.424.096	6,4	37.327.014,4	525.624
gr/km	385,11	0,00001	71,01	
MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES				
TOTAL AÑO	218.108.211,2	6,4	32.131.078,4	7.440
gr/km	29.315,62	0,001	4.318,69	
TOTAL gr/km	30.525,77	0,001	4.395,89	

Se ingresan las cargas ambientales en “*Key Assumptions*”. Como observamos en la figura 5.11 teniendo en cuenta que las unidades que requiere LEAP, es en gramos por kilómetros.

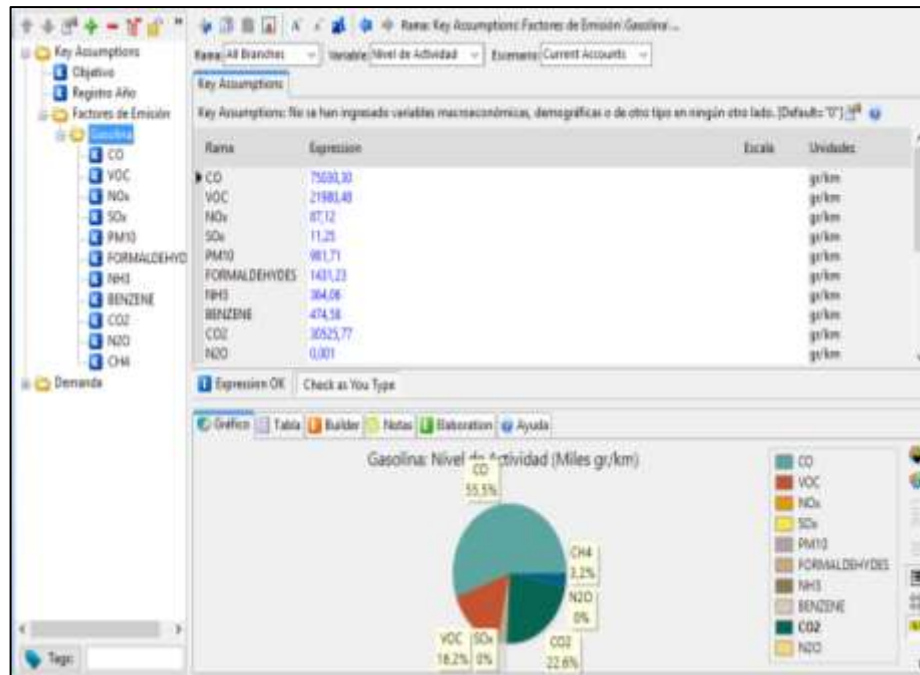


Figura 5.11. Ingreso de cargas ambientales

5.1.9. Cálculo de la demanda energética de las motocicletas en la ciudad de Cuenca

La demanda energética calculada por el software LEAP, considera todos los datos anteriores, como el crecimiento poblacional anual y las ventas de motocicletas hasta el año 2030.

A continuación, en la figura 5.12 se detalla la demanda energética con las proyecciones de crecimiento de motocicletas sin cambios expresados en miles de galones equivalentes de gasolina (US).

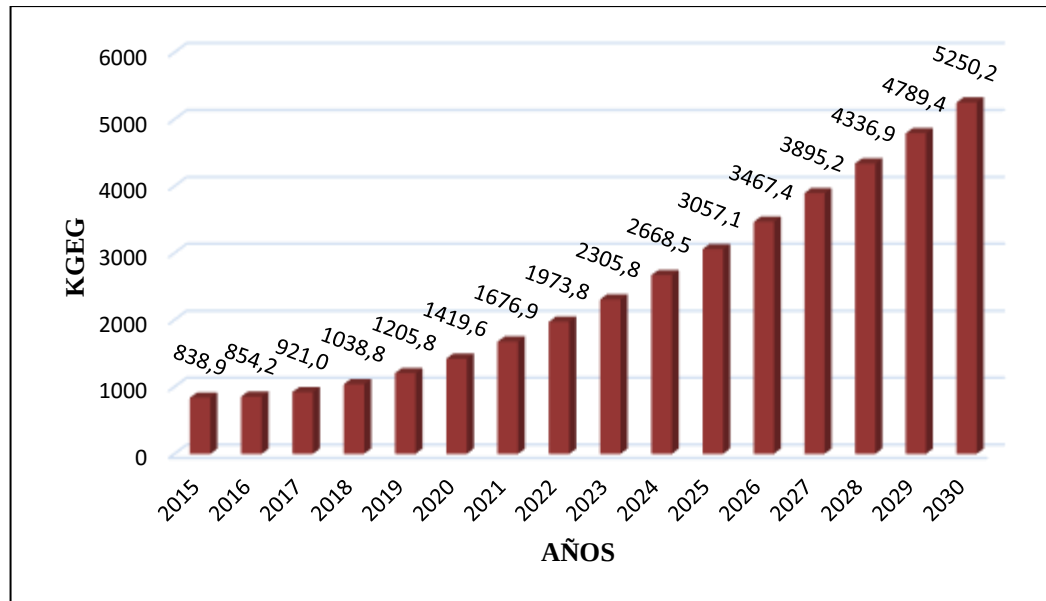


Figura 5.12. Demanda energética sin cambios con proyección a quince Años.

En la tabla 5.10 y la figura 5.13 se analiza el consumo de energía de motocicletas por utilidad y por tipo de motor.

Tabla 5.10. Demanda de energía de motocicletas según su utilidad y tipo de motor.

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Particulares 4T	171,6	174,7	188,4	212,5	246,6	290,4	343,0	403,7	471,7	545,9	625,4	709,3	796,9	887,2	979,9	1074,1
Utilitarias 4T	608,0	618,9	667,3	752,5	873,5	1028,4	1214,9	1430,1	1670,8	1933,6	2215,4	2512,8	2823,0	3143,2	3471,4	3805,4
Particulares 2T	0,9	0,9	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4
Utilitarias 2T	58,4	59,7	64,4	72,8	84,5	99,4	117,3	138,0	161,1	186,3	213,2	241,7	271,3	302,0	333,3	365,2
Unidad	Miles de Galones Equivalentes de Gasolina															

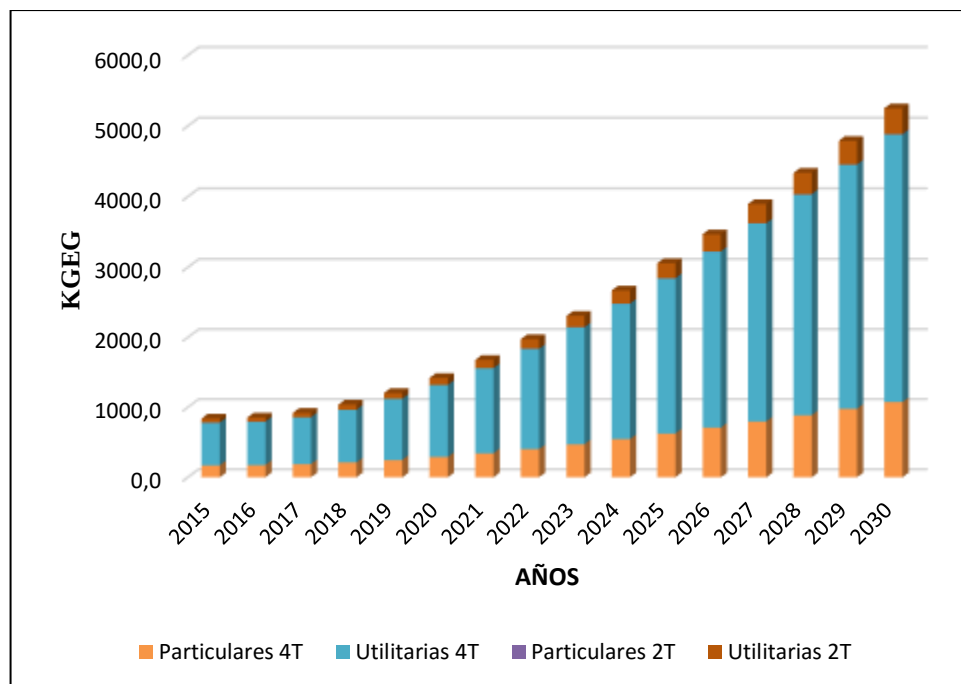


Figura 5.13. Demanda energética de motocicletas por su utilidad y tipo de motor.

5.2. Análisis del consumo energético de la ciudad de Cuenca con escenario.

En el siguiente análisis de consumo de energía, se establece un escenario donde todas las motocicletas usan catalizador, también cambiando el sistema de alimentación de carburador por un sistema de inyección, quiere decir que todas las motocicletas tendrán motor de cuatro tiempos, modernizando su tecnología, por consiguiente el consumo específico de combustible mejorará de un 5% a 20%.

Planteando una hipótesis para la proyección, en 15 años, de la demanda energética, se asume que el consumo específico de combustible mejorará en un 5% en el 2020, 10% en el 2025, 20% en el 2030, mejorando la tecnología a través del tiempo y el consumo.

En la figura 5.14 se muestra el ingreso de datos en el software LEAP en la pestaña “*FE Target*”, introduciendo la siguiente fórmula.

$$\text{Step}(2020; 1,05; 2025; 1,1; 2030; 1,2)$$

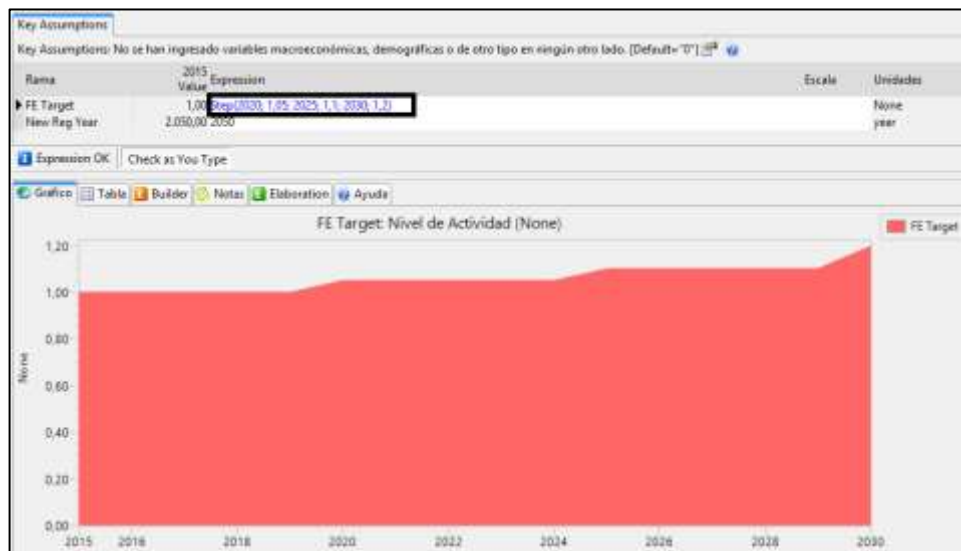


Figura 5.14. Valores de mejoras en el consumo específico de las motocicletas.

A continuación, en la figura 5.15 se comprueba la demanda energética en base a la mejora del consumo específico y la tecnología de las motocicletas con catalizador, expresada en miles de galones equivalentes de gasolina (US).

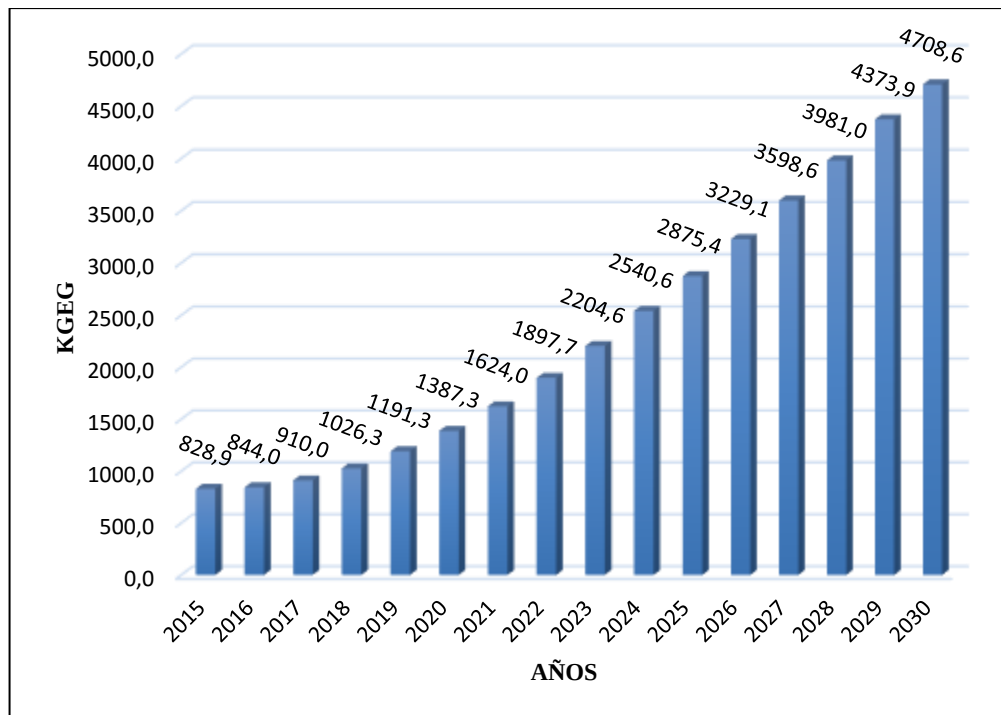


Figura 5.15. Demanda de energía mejorando la tecnología de las motocicletas.

A continuación, en la figura 5.16 se compara el escenario normal de motocicletas sin cambios y el escenario de motocicletas mejoradas en su tecnología.

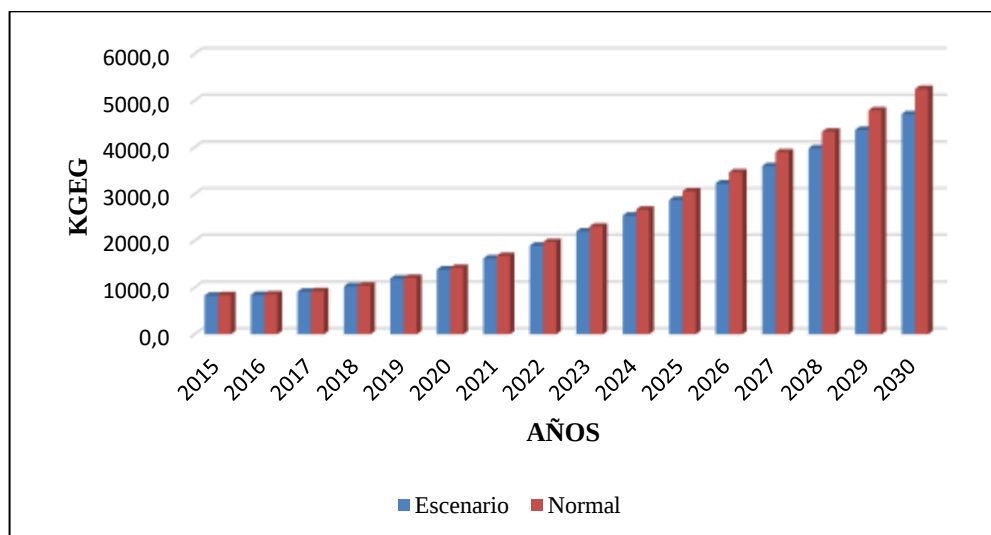


Figura 5.16. Demanda de energía entre los dos escenarios.

Valores de comparación entre los dos escenarios de motocicletas normal y mejorada su tecnología, expuestos en la tabla 5.11.

Tabla 5.11. Valores de comparación entre las motocicletas con catalizador y sin cambios.

[illegible]

CONCLUSIONES

- Con el estudio realizado se generó una línea base en los datos de movilidad de motocicletas en la ciudad de Cuenca como su recorrido promedio anual; las motocicletas particulares recorren un promedio anual de 4.916,4 Km, utilitarias 43.596 Km. Consumo específico promedio de las motocicletas según las encuestas, motocicletas 4T 112,53 Km/Gl, 2T 124,92 Km/Gl. Las motocicletas más utilizadas son las de cilindrajes entre 125cc a 250cc. Por último, las motocicletas de 2T ocupan apenas el 3,7% de la flota total y cada vez disminuyen por ser más contaminantes.
- A partir de la utilización de los software IVE y LEAP que permiten determinar los niveles de contaminación y consumo energético de una manera sencilla, también se pueden evaluar diferentes estrategias que permitan reducir los mismos, como la mejora en la tecnología, instalación de catalizadores, o renovación del parque automotor de las motocicletas.
- La proyección de emisiones contaminantes en 15 años, con referencia al año base aumenta el 256,11%. Al utilizar nuevas tecnologías, como es el caso del convertidor catalítico, hay una reducción del 80,56% en CO y 47,03% en NO_x.
- Por otro lado, para el consumo energético de las motocicletas, al implementar el convertidor catalítico, con la hipótesis de reducir cada 5 años un 5%, 10% y 20% el consumo específico de las motocicletas, observamos que existe un 10,32% de consumo de combustible menos que el escenario normal.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos por el software IVE, es recomendable que existan políticas municipales, donde el parque automotor de motocicletas se actualice cada cierto tiempo; con el fin de mejorar la tecnología de las mismas y por ende, reducir la cantidad de emisiones contaminantes.
- A medida que la tecnología de las motocicletas mejore, se recomienda que los índices máximos de emisiones contaminantes de la norma que rige la revisión técnica vehicular, sean más estrictos.
- Se debe tener en cuenta la cantidad de motocicletas que se venden por año de al menos 5 años anteriores al año base, para una proyección más apegada a la realidad.
- Para corroborar datos y medir el factor error que nos proporciona el presente estudio, se recomienda realizar pruebas dinámicas en un banco dinamométrico, donde se podrá medir consumo de energía, y cantidad de emisiones contaminantes.

GLOSARIO

IVE	Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares
LEAP	Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de largo alcance
$E_{i,k}$	Emisiones del contaminante <i>i</i> producidas por la categoría vehicular <i>k</i>
$FE_{i,k}$	Factor de emisión del contaminante <i>i</i> para las fuentes de la categoría <i>k</i> .
N_k	Número de fuentes de la categoría “k”.
NA_k	Nivel de actividad de la categoría “k”.
<i>n</i>	Tamaño de la muestra.
<i>N</i>	Tamaño de la población.
σ	Desviación estándar de la población.
<i>Z</i>	Valor constante obtenido mediante niveles de confianza.
<i>E</i>	Límite aceptable de error muestral.
TM	Tonelada Métrica.
KGEG	Miles de Galones Equivalentes de Gasolina.
AEMOTO	Asociación Ecuatoriana de Motociclistas

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., Pellicer, G., Sandoval, P., Bravo, V., Gómez, R., Rogers, J. y Honstein, D. (2007). *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*. México, México: Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Asociación Ecuatoriana de Motociclistas (AEMOTO). (2008). *Ordenanza Metropolitana de Homologación Ambiental de Motocicletas nuevas, registro, regulación y fiscalización de la circulación de Motocicletas en el Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado de <http://www.aemoto.com/FilesAEMoto/Ordenanza.html>.
- Betancourt, C. A. (2012). *Las Motos, una industria en crecimiento*. Recuperado de http://www.elmundo.com/porta/noticias/economia/las_motos_una_industria_en_crecimiento.php#.WHb5tPnhDIU.
- Caballero, M. (2011). *Análisis de Emisiones de Vehículos Livianos según Ciclos de Conducción Específicos para la Región Metropolitana*. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile
- Carrasco, D. G. (2009). *Medición y Análisis de Factores de Emisión para Vehículos Motorizados de la Región Metropolitana de Santiago*. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Canal Motor Mapfre. (2015). *Cómo calcular el consumo de gasolina en un viaje*. Recuperado de <http://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-para-ahorrar/5575/como-calculas-consumo-gasolina>.
- Celi, J. C. (2016). *Werner 1894*. Recuperado de <http://lat.motorsport.com/all/photo/user-uploads/1471340236-10181689/?a=807516>.
- Cevallos, J. (2015). *Estimación del consumo de combustibles en el transporte terrestre en Ecuador*. Quito, Ecuador: Centro de Prospectiva Estratégica (CEPROEC).
- Crouse, William H. y Anglin, D. L. (1992). *Mecánica de la Motocicleta*. Barcelona, España: Print Book.

- Di Sbroiavacca, N. y Lallana, F. (2010). *Modelización Energética*. Comahue, Argentina: Climagua.
- Dora, C., Hosking, J., Mudu, P. y Fletcher, E. (2011). *Transporte Urbano y Salud*. Bonn, Germany: Dominik Schmid.
- Escobar, N. (2012). *Historia y Evolución de la moto*. Recuperado de <http://juancoferia.blogspot.com/>.
- Fernández, E. S. (2012). *Sistemas auxiliares del motor*. Macmillan Iberia, S.A.
- Freemeteo. (2007). *Cuenca - Historial meteorológico diario*. Recuperado de <http://freemeteo.ec/eltiempo/cuenca/historia/historial-diario/?gid=3658666&station=23075&date=2016-03-29&language=spanish&country=ecuador>.
- Giraldo, L. A. (2005). *Estimación del Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles para la Ciudad de Bogotá e Identificación de Variables Pertinentes*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
- Giraldo, W. A. y Toro, M. V. (2008). *Estimación de la Emisión de Contaminantes por Motocicletas en el Valle de Aburrá*. Valle de Aburrá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gomez, L. (2015). *Historia de la motocicleta: orígenes, evolución y tipos*. Recuperado de <http://www.beevoz.com/2015/04/08/historia-de-la-motocicleta-origenes-evolucion-y-tipos/>.
- Heaps, C. (2012). *Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP system) (Version [Software version 2015.0.19])*. Somerville, MA, USA: Stockholm Environment Institute. Recuperado de <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=171>
- Hervás, I. V. (2009). *Motores Térmicos*. Recuperado de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/11/motores-termicos2.pdf>.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2015). *Haciendo sitio para todos: Una Ciudad Inclusiva. Plan de Movilidad y Espacios Públicos*, 14. Cuenca, Ecuador: Municipalidad de Cuenca - PEMP.

- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2015a). *Plan de Movilidad y Espacios Públicos*. Cuenca, Ecuador: Municipalidad de Cuenca - PEMP.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2015b). *Una Diagnósis en 9 Puntos para el Centro Histórico* (p. 42). Cuenca, Ecuador: Municipalidad de Cuenca - PEMP.
- INEN. (2012). *NTE INEN 935:2010 Gasolina. Requisitos, Séptima revisión*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- INEN. (2014). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 "Motocicletas"*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2013). *Contaminantes criterio*. Recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/calair-indicadores/523-calair-cont-criterio>.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (2015a). *INER I. Energía Limpia, No. 1*. Recuperado de <http://view.ceros.com/layout/iner-feb2015/p/3>.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (2015b). *INER II. Energía Limpia, No. 2*. Recuperado de <http://view.ceros.com/boom-digital-experience/iner-edicion-segunda/p/1>.
- Izurieta, F., Corral, A. y Guayanlema, V. (2013). *Identificación de las necesidades de eficiencia energética en el transporte*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Eficiencia Energética Y Energías Renovables (INER).
- Kreuzer, F. M. y Wilmsmeier, G. (2014). *Eficiencia Energética y Movilidad en América Latina y El Caribe: Una hoja de ruta para la sostenibilidad*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Lazarus, M., Heaps, C. y Raskin, P. (1995). *LEAP Long-range Energy Alternatives Planning System*. Stockholm Environment Institut.
- López, J. y Morrillo, M. (2009). *Diseño y Construcción de un Remolque con Capacidad para Dos Motocicletas*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

- Narváez, A. (2014). *Cada vez son más las motos en Cuenca, (Movilidad)*. Cuenca, Ecuador: El Mercurio.
- Pesántes, M. (2012). *Confort Térmico en el Área Social de una Vivienda Unifamiliar en Cuenca-Ecuador*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca
- Poveda, R. (2014). *Balance Energético Nacional 2014*. Quito, Ecuador: Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.
- Poveda, R. (2015). *Balance Energético Nacional 2015*. Quito, Ecuador: Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.
- Rodríguez, D., Santana, M. y Pardo, C. (2015). *La motocicleta en América Latina: caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región*. (Despacio, Ed.). Bogotá, Colombia: Banco de Desarrollo de América Latina (CAF).
- Ruiz, R. (2015). *Cómo funciona un motor de 2 y 4 tiempos*. Recuperado de <http://motos.about.com/od/mecanica-basica/ss/Como-Funciona-Un-Motor-De-2-Tiempos.htm>.
- Salgado, G. (2009). *Prospectiva Energética de Honduras*. Honduras: Secretaria de Recursos Naturales y Ambientales (SERNA).
- Sbroiavacca, N. (2013). *El Modelo LEAP, principales características y su aplicación en el diseño de Políticas Energéticas y Ambientales*. La Serena, Chile: Fundación Bariloche.
- Serrano, M., Folch, W., Triviño, R., Villafranca, R., Jadrijevic, M., Contreras, C., Silva, J., Ulloa, P., Montes, C., Escobar, J y Bordones, J. C. (2009). *Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*. Santiago de Chile, Chile: Departamento de Control de la Contaminación de CONAMA.
- Sleepingdog. (2012). *Las Máquinas de Vapor*. Recuperado de <https://bashny.net/t/es/101028?page=2#>.
- Toro, M. V. y Quinceno, D. M. (2015). *Estimación de la demanda energética y de las emisiones vehiculares en el Valle de Aburrá durante el periodo 2000-*

2010, usando el modelo LEAP. Valle Aburra, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Vanservice Transporte y Turístico. (2016). *Información Turística. Cuenca*. Recuperado de

http://www.vanservice.com.ec/paginas/informacion_turistica.php.

Yumpu. (2012). *Motor de Dos Tiempos*. Recuperado de <http://tecnologia-lcp.orgfree.com/Documentos/MOTOR DE DOS TIEMPOS.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta

Proyecto Técnico: Kilómetros Vehículo Recorrido para la Ciudad de Cuenca					N°. De Encuesta	
Registro de kilómetros recorridos por día laboral						
Modelo de la motocicleta			Kilometraje actual		Año	
Cilindraje			Número de Km recorridos por tanque lleno		Catalizador	Si ☐
Motor	MCI	4T ☐	Km diario			No ☐
		2T ☐				
			Tipo de uso	Particular ☐		
				Utilitaria ☐		
Tipo de sistema de alimentación			Carburador ☐			
			Inyección ☐			
1. En promedio cuantas veces usted apaga y enciende el motor en el día?						
2. Que lapso de tiempo permanece su motocicleta apagada antes de volverla a encender?					Número de veces	
15 - 30 min		4 - 5 h				
30 - 60 min		6 - 7 h				
1 - 2 h		8 - 12 h				
2 - 3 h		12 - 18 h				
3 - 4 h		más de 18				
La siguiente encuesta no tiene fines comerciales ni políticos a sido diseñada por estudiantes de la Universidad del Azuay para generar una base de datos sobre las características de movilidad de los vehículos en la ciudad de Cuenca, el manejo de datos será de uso exclusivo para investigación sobre CAMBIO CLIMÁTICO. Es fundamental que la persona que colabore con la encuesta procure ser muy responsable con el llenado de los diferentes campos ya que esto contribuirá de manera significativa con los resultados de la investigación.						
Gracias por su colaboración						

Anexo 2

Solicitud a la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV)

Cuenca, 7 de Octubre del 2015

Ing. Mateo Cobos

GERENTE DE TRANSPORTE Y TRANSITO

De mis consideraciones

Reciba un cordial saludo de parte de estudiantes egresados de la carrera de mecánica Automotriz de la Universidad del Azuay.

Como parte de nuestro trabajo de graduación nos planteamos realizar un estudio sobre la contaminación en la ciudad de Cuenca por motocicletas y su impacto en el desarrollo de la ciudad, para este estudio requerimos de datos estadísticos que serían muy difíciles de obtener, por tal razón acudimos a la empresa de movilidad y su persona para que nos ayuden con tales datos y así realizar un estudio lo más real y poder plantear posibles soluciones en relación a la contaminación en la ciudad de Cuenca.

Los datos que solicitamos serían el número de motocicletas matriculadas en los últimos 5 años, si sería posible mensualmente, y así poder hacer una estimación de crecimiento y a la vez de contaminación por parte de las motocicletas en la ciudad de Cuenca actualmente.

Esperando su pronta respuesta agradecemos sinceramente por su atención.

Atentamente,


Wilson Romero Ramírez


Pablo José Quezada Toro

07 OCT 2015

Cuenca, 8 de Enero del 2016

Ing. Mateo Cobos

GERENTE DE TRANSPORTE Y TRANSITO

De mis consideraciones

Reciba un cordial saludo de parte de estudiantes egresados de la carrera de mecánica Automotriz de la Universidad del Azuay.

Como parte de nuestro trabajo de graduación nos planteamos realizar un estudio sobre la contaminación en la ciudad de Cuenca por motocicletas y su impacto en el desarrollo de la ciudad, para este estudio requerimos de datos estadísticos que serían muy difíciles de obtener, por tal razón acudimos a la empresa de movilidad y su persona para que nos ayuden con tales datos y así realizar un estudio lo más real y poder plantear posibles soluciones en relación a la contaminación en la ciudad de Cuenca.

Los datos que solicitamos serían el número de motocicletas matriculadas en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2015, para hacer el estudio sobre la contaminación por parte de las motocicletas en la ciudad de Cuenca actualmente.

Esperando su pronto respuesta agradecemos sinceramente por su atención.

Atentamente,



Wilson Romero Ramirez
wrcmaxi@hotmail.com

Celular: 0997327467

Telf. : (07)-4098420



Pablo José Quezada Toro
p.quezada_18@hotmail.com

✱ Celular: 0990891680

Telf. : (07)-4098024

Anexo 3**Cantidad de motos matriculadas en Cuenca**

Oficio No. EMOV EP-MAT-2015-05717-OF
Cuenca, 21 de Octubre de 2015

Señor
Pablo Jose Quezada Toro
Señor
Wilson Romero Ramirez
Su despacho

En respuesta al oficio con fecha 07 de Octubre de 2015, remito información de motos matriculadas desde el mes de enero del año 2013 hasta el mes de septiembre de 2015.-

<u>MESES</u>	<u>2013</u>	<u>2014</u>	<u>2015</u>
ENERO	146	180	234
FEBRERO	351	227	411
MARZO	506	225	438
ABRIL	583	305	438
MAYO	504	471	405
JUNIO	403	531	343
JULIO	437	471	343
AGOSTO	467	423	296
SEPTIEMBRE	263	508	343
OCTUBRE	393	479	
NOVIEMBRE	395	397	
DICIEMBRE	405	452	
TOTAL:	4853	4669	3251

En espera de una favorable acogida, con sentimientos de consideración y estima.



EMPRESA DE MOVILIDAD,
TRÁNSITO Y TRANSPORTE
DE CUENCA, EMOV EP.

Carlos Arizaga Toral y Torquino Cordero,
sector Mixicoto
Teléfono: (07) 2854 878
Cuenca, Ecuador

 @iemov_ep
 EMOV Cuenca



Oficio No. EMOV EP-MAT-2016-00361-OF
Cuenca, 15 de Enero de 2016

Señor
Wilson Romero Ramírez
Señor
Pablo Jose Quezada Toro
Su despacho

Luego de enviarle un atento saludo, por medio del presente, me permito dar repuesta al oficio S/N de fecha de 08 de enero de 2016 en el cual solicita **número de motocicletas matriculadas en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2015**, al respecto remito información solicitada.

	AÑO
MESES	2015
OCTUBRE	517
NOVIEMBRE	461
DICIEMBRE	598
TOTAL	1576

En espera de una favorable acogida, con sentimientos de consideración y estima.

Atentamente,


Ing. Com. Angelica Mariel Ordoñez
Inaguazo
JEFE DE MATRICULACION (E)


Ing. Com. Mateo Cobos Peña
GERENTE TRANSPORTE
TERRESTRE Y TRANSITO

NUT. EMOV EP-2016-0422
AOI



EMPRESA DE MOVILIDAD,
TRANSITO Y TRANSPORTE
DE CUENCA, EMOV EP.

Carlos Andrés Toro y Tanguino Condori,
Sector Maquila
Teléfono: (07) 2854 878
Cuenca, Ecuador

 @temov_ep
 EMOV Cuenca

Anexo 4

Listado de los vehículos y motocicletas de la EMOV y kilometraje recorrido de las motos del gobierno autónomo descentralizado (GAD) de Cuenca

LISTADO DE VEHICULOS PATRULLAS			CHASIS	DUIN	SERIE
T-01	AMA1113	GRAND VITARA	8L0CK7376D0179134	87670340371	
T-02	AMA1115	GRAN VITARA		87670340373	EXCLUIDA
T-03	AMA1116	GRAND VITARA	8L0CK7378D0194007	87670340374	
T-04	AMA1123	GRAND VITARA	8L0CK7379D0178582	87670340368	
T-05	AMA1122	GRAND VITARA	8L0CK7372D0179132	87670340369	
T-06	AMA1112	GRAND VITARA	8L0CK7374D0179133	87670340370	
T-07	AMA1114	GRAND VITARA	8L0CK7378D0179135	87670340372	
T-13	AMA1127	LUV D' MAX	PERDIDA TOTAL	87670340363	EXCLUIDA
T-08	AMA1117	LUV D' MAX	8LBET3E3X00195392	87670340361	
T-09	AMA1126	LUV D' MAX	8LBET3E9D0196260	87670340367	
T-10	AMA1124	LUV D' MAX	8LBET3E3X00195988	87670340362	
T-11	AMA1125	LUV D' MAX	8LBET3E3X00195991	87670340365	
T-12	AMA1131	LUV D' MAX	8LBET3E8D0195990	87670340364	
T-14	AMA1121	LUV D' MAX	8LBET3E2D0196259	87670340366	
T-15	PEA4288	GRAND VITARA	8L0CK7379B0081101	80263583	
T-16	PEA4289	GRAND VITARA	8L0CK7371D0081108	80263588	
T-17	PEA4159	LUV D' MAX	8LBET3E9B0080764	80263513	
MM-01	GAB05C	HONDA	9C2JD20109R501288	C00818591	
MM-02	GAB04C	HONDA	9C2JD20109R501347	C00818590	
MM-03	GAB01C	HONDA	9F8K8006572721227	C00531212	
MM-04	GAB00C	HONDA	9C2JD20107R500268	C00470089	
MM-05	GAB03C	HONDA	9C2JD20109R501341	C00418592	
MM-06	GAB06C	HONDA	9C2MED09U26R700743	C00293810	
MM-07	GAB02C	HONDA	9C2MED09U96R700753	C00293781	
MM-08	GAB48C	HONDA	9C2JD20107R500292	C00470090	
MM-09	GAB73C	HONDA	LTMD19A3C5312168	G01157641	
MM-10	GAB71C	HONDA	LTMD19A3C5307491	G01141172	
MM-11	GAB72C	HONDA	LTMD19A1C5321504	G01203872	
MM-12	GAB16C	HONDA	LTMD079KF5014755	G01546756	
MM-13	GAB17C	HONDA	LTMD079BF5104754	G01546767	
GERENCIA GENERAL	AMA1172	FORD	8AFAR22D0E165367	T01404655	
SUBGERENCIA ADMINISTRATIVA	AMA1086	CHEVROLET	8LBET4D890021592	80191680	
SEMAFORIZACION	AMA1087	CHEVROLET	8LBOT1D570006996	80133208	
RTV	AMA1137	NISSAN	3N6D02314E0008056	C01207531	
RTV	GAB97C	KTM	V8K0G408EC224394	G01444211	
SEGWAY 12 PATROLLER 4X2		SEGWAY	132381086131		
SEGWAY 12 PATROLLER 4X2		SEGWAY	132381086128		
SEGWAY 12 PATROLLER 4X2		SEGWAY	132381086123		
SEGWAY 12 PATROLLER 4X2		SEGWAY	132381086132		
SEGWAY 12 PATROLLER 4X2		SEGWAY	132381086129		
SEGWAY 12 PATROLLER 4X2		SEGWAY	132381086134		
SEGWAY 12 PATROLLER 4X4		SEGWAY	132041080285		
M-01	GAB92C	HONDA	9H2RC63A10K600406	G01365558	
M-02	GAB93C	HONDA	9H2RC63A20K600395	G01365559	
M-03	GAB91C	HONDA	9H2RC63A00K600394	G01365554	
M-04	GAB76C	HONDA	9H2RC63A4CK500300	G01216014	
M-05	GAB75C	HONDA	9H2RC63A9CK500373	G01208711	
M-06	GAB82C	HONDA	9C2ND12100R700040	G01290960	
M-07	GAB89C	HONDA	9C2ND12100R700043	G01290969	
M-08	GAB86C	HONDA	9C2ND12100R700077	G01290973	
M-09	GAB81C	HONDA	9C2ND12100R700078	G01290962	
M-10	GAB90C	HONDA	9C2ND12100R700080	G01290975	
M-11	GAB74C	HONDA	9C2ND12100R700041	G01290967	
M-12	GAB79C	HONDA	9C2ND12100R700081	G01290964	
M-13	GAB78C	HONDA	9C2ND12100R700073	G01290968	
M-14	GAB85C	HONDA	9C2ND12100R700075	G01290974	
M-15	GAB83C	HONDA	9C2ND12100R700060	G01290976	
M-16	GAB80C	HONDA	9C2ND12100R700031	G01290965	
M-17	GAB77C	HONDA	9C2ND12100R700050	G01290966	
M-18	GAB88C	HONDA	9C2ND12100R700034	G01290970	
M-19	GAB87C	HONDA	9C2ND12100R700044	G01290971	
M-20	GAB83C	HONDA	9C2ND12100R700082	G01290977	

LISTADO DE VEHICULOS PATRULLAS			CHASIS	DUIN
VEHICULOS QUE NO SE ENCUENTRAN EN EL CUADRO DE DECLARACIONES CON EL QUE SE ELABORÓ EL PROGRAMA 28OCT 2015				
T-18	AMA1210	LUV D'MAX	8LBETF3NXF0299321	87670343911
T-19	AMA1208	LUV D'MAX	8LBETF3N1F0299319	87670343909
T-20	AMA1213	LUV D'MAX	8LBETF3N5F0299324	87670343914
T-21	AMA1216	LUV D'MAX	8LBETF3N0F0299327	87670343917
T-22	AMA1209	LUV D'MAX	8LBETF3N8F0299320	87670343910
T-23	AMA1215	LUV D'MAX	8LBETF3N9F0299326	87670343916
T-24	AMA1212	LUV D'MAX	8LBETF3N1F0299322	87670343912
T-25	AMA1211	LUV D'MAX	8LBETF3N3F0299323	87670343913
T-26	AMA1217	LUV D'MAX	8LBETF3N2F0299328	87670343918
T-27	AMA1214	LUV D'MAX	8LBETF3N7F0299325	87670343915
T-28	AMA1218	LUV D'MAX	8LBETF3N4F0299329	87670343919
T-30	AMA1227	GRAND VITARA	8LDCK7374F0297136	87670343903
T-31	AMA1204	GRAND VITARA	8LDCK7378F0297138	87670343905
T-32	AMA1205	GRAND VITARA	8LDCK7377F0299639	87670343906
T-33	AMA1207	GRAND VITARA	8LDCK7373F0299640	87670343907
T-34	AMA1206	GRAND VITARA	8LDCK7375F0299641	87670343908
SEMAFORIZACIÓN	AMA1085	VOLKSWAGEN	9533D52R3CR153915	C01116435
GCT	AMA1203	GRAND VITARA	8LDCK7376F0297137	
SEMAFORIZACIÓN	T01564025	CAMION PLATAFORMA CON CABINA TIPO FURGON HINO	9E3UCL1H3F3102008	T01564025
MOTO SCOOTER ELITE CHA 125/3WHE 2016 BLANCO		HONDA	LWBJF5499G1204184	G01789812
MOTO SCOOTER ELITE CHA 125/3WHE 2016 BLANCO		HONDA	LWBJF5499G1204198	G01789813
MOTO SCOOTER ELITE CHA 125/3WHE 2016 BLANCO		HONDA	LWBJF5490G1204106	G01789857
MOTO SCOOTER ELITE CHA 125/3WHE 2016 BLANCO		HONDA	LWBJF5497G1204202	G01789811
M-21	GA908C	HONDA	9C2MD3400ER510796	G01418358
M-22	GA910C	HONDA	9C2MD3400ER510805	G01418362
M-23	GA903C	HONDA	9C2MD3400ER511610	G01418375
M-24	GA904C	HONDA	9C2MD3400ER511588	G01418378
M-25	GA913C	HONDA	9C2MD3400ER511581	G01418284
M-26	GA909C	HONDA	9C2MD3400ER510853	G01418360
M-27	GA905C	HONDA	9C2MD3400ER511653	G01418382
M-28	GA906C	HONDA	9C2MD3400ER511682	G01418290
M-29	GA911C	HONDA	9C2MD3400ER510808	G01418351
M-30	GA912C	HONDA	9C2MD3400ER510790	G01418348
M-31	GA907C	HONDA	9C2MD3400ER510811	G01418349

Anexo 5

Características de la gasolina extra

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Número de Octano Research	RON ^J	87.0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10%	°C	--	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	
90%	°C	--	189	
Punto Final	°C	--	215	
Residuo de destilación ϕ_r	%	--	2	
Relación vapor - líquido, a 60°C, V/L	--	--	20	NTE INEN 932 ASTM D 5188 ^D
Presión de Vapor	kPa ^A	--	60 ^B	NTE INEN 928 ^C ASTM D 4953 ASTM D 5191 ^D
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	--	--	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	--	3.0	NTE INEN 933
Contenido de azufre	Ppm	--	650	NTE INEN 929 ASTM D 4294 ^D
Contenido de aromáticos, ϕ_a	%	--	30.0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Contenido de benceno, ϕ_b	%	--	1.0	ASTM D 3606 ^C ASTM D 5580 ^D ASTM D 6277 ASTM D 6730
Contenido de olefinas, ϕ_o	%	--	18.0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	mín.	240	--	NTE INEN 934 ^D ASTM D 7525
Contenido de oxígeno, W _{O2}	%	--	2.7 ^E	ASTM D 4815 ^D ASTM D 5845 ASTM D 6730
Contenido de plomo	mg/l	--	No Detectado F, G	ASTM D 3237 ASTM D 5185
Contenido de manganeso	mg/l	--	No Detectado F, H	ASTM D 3831 ASTM D 5185
Contenido de hierro	mg/l	--	No Detectado F, J	ASTM D 5185

^A kPa = 0, 01 kgf/cm² = 0,10 N/cm² = 0,145 kgf/pul².

^B En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.

^C Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol.

^D Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación.

- ^E El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla.
^F Sin adición intencional.
^G No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237.
^H No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831.
^I No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185.
^J No existe unidad del Sistema Internacional.
^φ Porcentaje en volumen.
^w Porcentaje en masa.

Fuente: INEN (2012)

Características de la gasolina súper

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Número de Octano Research	RON ^J	92.0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10%	°C	--	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	
90%	°C	--	190	
Punto Final	°C	--	220	
Residuo de destilación ϕ_r	%	--	2	
Relación vapor - líquido, a 60°C, V/L	--	--	20	NTE INEN 932 ASTM D 5188 ^D
Presión de Vapor	kPa ^A	--	60 ^B	NTE INEN 928 ^C ASTM D 4953 ASTM D 5191 ^D
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	--	--	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	--	4.0	NTE INEN 933
Contenido de azufre	Ppm	--	650	NTE INEN 929 ASTM D 4294 ^D
Contenido de aromáticos, ϕ_a	%	--	35.5	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Contenido de benceno, ϕ_b	%	--	2.0	ASTM D 3606 ^C ASTM D 5580 ^D ASTM D 6277 ASTM D 6730
Contenido de olefinas, ϕ_o	%	--	25.0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	mín.	240	--	NTE INEN 934 ^D ASTM D 7525
Contenido de oxígeno, W _{O2}	%	--	2.7 ^E	ASTM D 4815 ^D ASTM D 5845
Contenido de plomo	mg/l	--	No Detectado F, G	ASTM D 3237 ASTM D 5158
Contenido de manganeso	mg/l	--	No Detectado F, H	ASTM D 3831 ASTM D 5185

Contenido de hierro	mg/l	--	No Detectado F, J	ASTM D 5185
^A kPa = 0,01 kgf/cm ² = 0,10 N/cm ² = 0,145 kgf/pul ² . ^B En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa. ^C Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol. ^D Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación. ^E El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla. ^F Sin adición intencional. ^G No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237. ^H No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831. ^I No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185. ^J No existe unidad del Sistema Internacional. ^º Porcentaje en volumen. ^w Porcentaje en masa.				

Fuente: INEN (2012)

Anexo 6

Datos que proporciona el modelo IVE

Contaminantes criterio producidos por las motocicletas en la ciudad de Cuenca en el año 2015.

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES						
TOTAL AÑO	319.773.683, 20	31.901.132, 80	1.061.452, 80	4.264.672, 00	152.454, 40	1.661.382, 40
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS						
TOTAL AÑO	315.765.632, 00	33.454.553, 60	1.603.328, 00	4.186.848, 00	139.712, 00	1.853.350, 40
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS						
TOTAL AÑO	688.399.795, 2	186.635.065, 6	4.111.840	675.584	84.307,2	8.178.950, 4
MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES						
TOTAL AÑO	546.125.222, 4	160.655.379, 2	2.777.555, 2	607.212,8	81.427,2	7.175.603, 2
TOTAL	1.870.064.33 3	412.646.131 ,2	9.554.176	9.734.316, 8	457.900, 8	18.869.286 ,4
	1.870,06	412,65	9,55	9,73	0,46	18,87

Contaminantes Criterio en Motocicletas de 4T Particulares

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
TOTAL AÑO TON. MÉTRICAS	319,77	31,90	1,06	4,26	0,15	1,66

Contaminantes criterio en motocicletas de 4T utilitarias

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
TOTAL AÑO TON. MÉTRICAS	315,77	33,45	1,60	4,19	0,14	1,85

Contaminantes Criterio en Motocicletas de 2T Particulares

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
TOTAL AÑO TON. MÉTRICAS	546,13	160,66	2,78	0,61	0,08	7,18

Contaminantes Criterio en Motocicletas de 2T Utilitarias

	CO	VOC	VOC evap.	NO _x	SO _x	PM
TOTAL AÑO TON. MÉTRICAS	688,40	186,64	4,11	0,68	0,08	8,18

Contaminantes criterio en la ruta autopista

RESULTADOS	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM
Partidas Día	1.588,15	371,02	72,51	64,3	0,04	15,19
En Ruta Día	1.377.922,47	173.009,76	4.161,97	7.544,8	272,99	14.280,51
TOTAL DÍA	1.379.510,62	173.380,78	4.234,48	7.609,1	273,03	14.295,7
TOTAL	3.678.694,99	462.348,75	11.291,95	20.290,93	728,08	38.121,87
DÍAS DEL AÑO	240	240	240	240	240	240
TOTAL AÑO	882.886.796,80	110.963.699,20	2.710.067,20	4.869.824,00	174.739,20	9.149.248,00
TONELADAS MÉTRICAS	882,89	110,96	2,71	4,87	0,17	9,15

Contaminantes criterio en la ruta Huayna Capac

RESULTADOS	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM
Partidas Día	1.497,72	351,12	84,36	62,73	0,04	15,27
En Ruta Día	860.938	272.522,63	6.120,45	4.306,76	256,71	9.064,17
TOTAL DÍA	862.435,72	272.873,75	6.204,81	4.369,49	256,75	9.079,44
TOTAL	2.299.828,59	727.663,33	16.546,16	11.651,97	684,67	24.211,84
DÍAS DEL AÑO	240	240	240	240	240	240
TOTAL AÑO	551.958.860,80	174.639.200,00	3.971.078,40	2.796.473,60	164.320,00	5.810.841,60
TONELADAS MÉTRICAS	551,96	174,64	3,97	2,80	0,16	5,81

Contaminantes criterio en la ruta Remigio Crespo

RESULTADOS	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM
Partidas Día	1.656,53	358,16	88,55	63,06	0,04	15,04
En Ruta Día	678.372,66	198.146,87	4.400,55	3.168,23	185,64	6.092,73
TOTAL DÍA	680.029,19	198.505,03	4.489,1	3.231,29	185,68	6.108,13
TOTAL	18.134.211,17	529.346,75	11.970,93	8.616,77	495,15	16.288,35
DÍAS DEL AÑO	240	240	240	240	240	240
TOTAL AÑO	435.218.681,60	127.043.219,20	2.873.024,00	2.068.025,60	118.835,20	3.909.203,20
TONELADAS MÉTRICAS	435,22	127,04	2,87	2,07	0,12	3,91

Tóxicos producidos por las motocicletas en la ciudad de Cuenca en el año 2015

	LEA D	1,3 BUTADIE NE	ACETALDEHY DES	FORMALDEHY DES	NH ₃	BENZEN E
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES						
TOTA L AÑO	0	165.868,8	736.140,8	2.944.550,4	939.340,8	642.963,2
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS						
TOTA L AÑO	0	187.481,6	824.070,4	3.296.275,2	1.049.011, 2	746.432
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS						
TOTA L AÑO	0	337.331,2	3.035.968	12.143.865,6	3.029.817, 6	4.029.894, 4
MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES						
TOTA L AÑO	0	290.400	2.613.568	10.454.259,2	2.658.630, 4	3.468.928
TOTA L	0,00	981.081,60	7.209.747,20	28.838.950,40	7.676.800, 00	8.888.217, 60
	0,00	0,98	7,21	28,84	7,68	8,89

Tóxicos producidos por motocicletas de 4T particulares

	LEA D	1,3 BUTADIENE	ACETALDEHY DES	FORMALDEH YDES	NH ₃	BENZE NE
TOTAL AÑO	0,00	0,17	0,74	2,94	0,94	0,64

Tóxicos producidos por motocicletas de 4T utilitarias

	LEA D	1,3 BUTADIENE	ACETALDEHY DES	FORMALDEH YDES	NH ₃	BENZE NE
TOTAL AÑO	0,00	0,19	0,82	3,30	1,05	0,75

Tóxicos producidos por motocicletas de 2T particulares

	LEA D	1,3 BUTADIENE	ACETALDEHY DES	FORMALDEH YDES	NH ₃	BENZE NE
TOTAL AÑO	0,00	0,29	2,61	10,45	2,66	3,47

Tóxicos producidos por motocicletas de 2T utilitarias

	LEA D	1,3 BUTADIENE	ACETALDEHY DES	FORMALDEH YDES	NH ₃	BENZE NE
TOTAL AÑO	0,00	0,27	2,43	9,72	3,03	3,22

Tóxicos producidos por ruta Huayna Cápac

RESULTADOS	LE AD	1,3 BUTADIENE	ACETALDE HYDES	FORMAL DEHYDES	NH ₃	BENZE NE
Partidas Día	0	0,81	5,54	22,14	7,75	7,58
En Ruta Día	0	648,06	4.769,03	19.076,1	3.676,55	5.890,37
TOTAL DÍA	0	648,87	4.774,57	19.098,24	3.684,3	5.897,95
TOTAL	0,00	1.730,32	12.732,19	50.928,64	9.824,80	15.727,87
DÍAS DEL AÑO	240	240	240	240	240	240
TOTAL AÑO	0	415.276,8	3.055.724,8	12.222.873,6	2.357.952	3.774.688
TONELADAS	0,00	0,42	3,06	12,22	2,36	3,77

Tóxicos producidos por ruta Remigio Crespo

RESULTADOS	LE AD	1,3 BUTADIENE	ACETALDE HYDES	FORMAL DEHYDES	NH ₃	BENZE NE
Partidas Día	0	0,82	5,63	22,52	8,31	7,73
En Ruta Día	0	471,31	3.469,05	13.876,19	2.483,59	4.286,93
TOTAL DÍA	0	472,13	3.474,68	13.898,71	2.491,9	4.294,66
TOTAL	0,00	1.259,01	9.265,81	37.063,23	6.645,07	11.452,43
DÍAS DEL AÑO	240	240	240	240	240	240
TOTAL AÑO	0	302.163,2	2.223.795,2	8.895.174,4	1.594.816	2.748.582,4
TONELADAS	0,00	0,30	2,22	8,90	1,59	2,75

Tóxicos Producidos por Ruta Autopista

RESULTADOS	LE AD	1,3 BUTADIENE	ACETALD EHYDES	FORMALD EHYDES	NH ₃	BENZE NE
Partidas Día	0	0,76	5,03	20,1	7,75	6,77
En Ruta Día	0	359,13	2.542,56	10.170,24	5.811,06	3.066,71
TOTAL DÍA	0	359,89	2.547,59	10.190,34	5.818,81	3.073,48
TOTAL	0,00	959,71	6.793,57	27.174,24	15.516,83	8.195,95
DÍAS DEL AÑO	240	240	240	240	240	240
TOTAL AÑO	0	230.329,6	1.630.457,6	6.521.817,6	372.4038,4	1.967.027,2
TONELADAS	0,00	0,23	1,63	6,52	3,72	1,97

Calentamiento global producido por las motocicletas en la ciudad de Cuenca en el año 2015

	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
MOTOCICLETAS DE 4T PARTICULARES			
TOTAL AÑO	844.570.796,8	12,8	6.145.817,6
MOTOCICLETAS DE 4T UTILITARIAS			
TOTAL AÑO	770.285.721,6	12,8	6.605.452,8
MOTOCICLETAS DE 2T UTILITARIAS			
TOTAL AÑO	202.424.096	6,4	37.327.014,4
MOTOCICLETAS DE 2T PARTICULARES			
TOTAL AÑO	218.108.211,2	6,4	32.131.078,4
TOTAL	2.035.388.826	38,40	82.209.363,2
	2035,39	0,000038	82,21

Calentamiento global producido por motocicletas 4T particulares

	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
TOTAL AÑO	844,57	0,000013	6,15

Calentamiento global producido por motocicletas 4T utilitarias

	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
TOTAL AÑO	770,29	0,0000128	6,61

Calentamiento global producido por motocicletas 2T particulares

	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
TOTAL AÑO	218,11	0,0000064	32,13

Calentamiento global producido por motocicletas 2T utilitarias

	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
TOTAL AÑO	202,42	0,0000064	37,33

Calentamiento global producido por motocicletas en ruta Huayna Capac

RESULTADOS	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Partidas Día	217,07	0,02	70,22
En Ruta Día	1.139.461,82	0	54.342,53
TOTAL DÍA	1.139.678,89	0,02	54.414,75
TOTAL	3.039.143,71	0,05	145.100,67
DÍAS DEL AÑO	240	240	240
TOTAL AÑO	729.394.489,6	12,8	34.824.160
TONELADAS	729,39	0,000013	34,82

Calentamiento global producido por motocicletas en ruta Remigio Crespo

RESULTADOS	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Partidas Día	224,03	0,02	71,63
En Ruta Día	828.953,44	0	39.521,54
TOTAL DÍA	829.177,47	0,02	39.593,17
TOTAL	2.211.139,92	0,05	105.581,79
DÍAS DEL AÑO	240	240	240
TOTAL AÑO	530.673.580,8	12,8	25.339.628,8
TONELADAS	530,67	0,000013	25,34

Calentamiento global producido por motocicletas en ruta autopista

RESULTADOS	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Partidas Día	217,07	0,02	74,2
En Ruta Día	1.211.221,63	0	34.371,99
TOTAL DÍA	1.211.438,7	0,02	34.446,19
TOTAL	3.230.503,20	0,05	91.856,51
DÍAS DEL AÑO	240	240	240
TOTAL AÑO	775.320.768	12,8	22.045.561,6
TONELADAS	775,32	0,000013	22,05

Contaminantes criterio con convertidor catalítico en el año 2015

	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM
ESCENARIO PARTICULARES						
TOTAL AÑO	194.638.195,2	14.864.582,4	1.094.432	2.760.953,6	153.363,2	416.454,4
ESCENARIO UTILITARIAS						
TOTAL AÑO	168.810.508,8	12.893.804,8	1.839.449,6	2.395.008	138.470,4	361.222,4
TOTAL	363.448.704	27.758.387,2	2.933.881,6	5.155.961,6	291.833,6	777.676,8
	363,45	27,76	2,93	5,16	0,29	0,78

Tóxicos producidos por motocicletas con convertidor catalítico en el año 2015

	LEAD	1,3 BUTADIENE	ACETALD EHYDES	FORMAL DEHYDES	NH ₃	BENZE NE
ESCENARIO PARTICULARES						
TOTAL AÑO	0	39.628,8	198.124,8	792.492,8	254.336	99.097,6
ESCENARIO UTILITARIAS						
TOTAL AÑO	0	34.368	171.846,4	687.392	220.550,4	85.958,4
TOTAL	0,00	73.996,80	369.971,20	1.479.884,80	474.886,40	185.056,00
	0,00	0,07	0,37	1,48	0,47	0,19

Calentamiento global producido por motocicletas con convertidor catalítico

	CO₂	N₂O	CH₄
ESCENARIO PARTICULARES			
TOTAL AÑO	853.657.260,8	12,8	2.418.150,4
ESCENARIO UTILITARIAS			
TOTAL AÑO	769.394.156,8	12,8	2.097.664
TOTAL	1.623.051.417,60	25,60	4.515.814,40
	1.623,05	0,0000256	4,52