


| | | | | |
|---|---|---------------------|-------------------|----------|
|  | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | Documento | Código | Fecha | Revisión |
| | FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 10-04-2012 | A |
| Dependencia | Aprobado | | Pág. | |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADEMICO | | i(81) | |

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

| | | | |
|---|---|----------------|---------|
| AUTORES | KAREN JULIETH GALVIS FONSECA ELVIA CAROLINA MORENO DELGADO | | |
| FACULTAD | CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE | | |
| PLAN DE ESTUDIOS | INGENIERIA AMBIENTAL | | |
| DIRECTOR | ALEXANDER ARMESTO ARENAS | | |
| TÍTULO DE LA TESIS | INVENTARIO DE EMISIONES POR FUENTES MOVIES EN EL PERIMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER | | |
| RESUMEN (70 palabras aproximadamente) | | | |
| <p>EN ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SE MIDIERON LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS QUE SE PRESENTAN EN OCHO VÍAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE OCAÑA DURANTE UNA SEMANA POR CADA VIA Y A PARTIR DE LOS DATOS REGISTRADOS SE ESTIMARON LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS (CO, COV, NOX, PM2.5, N20). DEL MISMO MODO SE IDENTIFICÓ EL TIPO Y LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE LOCAL. LAS EMISIONES FUERON ESTIMADAS MEDIANTE UN FACTOR DE EMISIÓN, LA DISTANCIA DE LA VÍA Y LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS.</p> | | | |
| CARACTERÍSTICAS | | | |
| PÁGINAS: | PLANOS: | ILUSTRACIONES: | CD-ROM: |



**INVENTARIO DE EMISIONES POR FUENTES MOVILES EN EL PERIMETRO
URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER**

AUTORES:

**KAREN JULIETH GALVIS FONSECA
ELVIA CAROLINA MORENO DELGADO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director

ALEXANDER ARMESTO ARENAS

Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Septiembre de 2016

Dedicatoria

A Dios por guiarme, darme fortaleza y permitirme cumplir mis metas propuestas.

A mi madre Yolinda Fonseca quien es mi ejemplo de superación y mi modelo a seguir, dándome su amor incondicional y enseñándome que para lograr las cosas se necesita decisión y determinación.

A Mi padre Manuel Galvis y hermanos Johan, Felipe y Lina por apoyarme a salir adelante.

A mis tías, primos y amigas que comparten este triunfo junto a mí.

KAREN

Dedicatoria

A, DIOS padre celestial fue el que me dio la sabiduría y entendimiento y apoyo incondicional para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto y porque nunca me fallas fuiste esa fuerza que siempre me mantuvo con esperanzas. y sin tu principal ayuda no hubiese terminado este proyecto.

A mis padres que me dieron la vida y siempre me han brindado su apoyo.

A, mi esposo por apoyarme confiar en mí y acompañarme incondicionalmente en todo el proceso de la realización del proyecto.

ELVIA

Agradecimientos

Las autoras presentan sus agradecimientos a:

Al Msc. Alexander Armesto Arenas coordinador del laboratorio de calidad del aire y director del proyecto por su paciencia, apoyo, dedicación, orientación y sobre todo motivación para sacar adelante la investigación.

A la administración municipal, la Secretaria de movilidad y tránsito y la empresas de transporte público que proporcionaron información importante para el desarrollo de este proyecto.

A la universidad francisco de paula Santander Ocaña y cuerpo de docente que ayudaron a nuestra formación integral, que nos permitió lograr esta meta.

Resumen

Este trabajo de investigación presenta el inventario de emisiones por fuentes móviles en el perímetro urbano del municipio de Ocaña N.S. Se midieron la cantidad de vehículos que se presentan en ocho vías principales durante una semana y a partir de los datos registrados se estimaron la concentración de contaminantes atmosféricos (CO, COV, NOX, PM2.5, N20). Del mismo modo se identificó el tipo y la cantidad de combustible local. Las emisiones fueron estimadas mediante un factor de emisión, la distancia de la vía y la cantidad de vehículos. A partir de los resultados se evidencio que la vía más crítica en cuanto al tráfico vehicular y concentración de gases es la vía 8, comprendida desde la ondina hasta el sector de los seguros y la menos critica fue la vía 1, comprendida desde los lagos hasta juan XXIII. El mayor aporte de contaminación lo hace el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), la hora del día con mayor emisión de este contaminantes es de 12:00-13:00 y la categoría vehicular que más contribuye con ello son las motocicletas seguida de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P).

Palabras clave: Inventario de emisiones, contaminación atmosférica, emisiones, fuentes móviles, combustibles vehiculares.

Abstract

This research presents the inventory of emissions from mobile sources in the City of Ocaña S.N. the number of vehicles that are presented in eight major routes for a week and from the recorded data the concentration of air pollutants (CO, VOC, NOX, PM2.5, N20) were estimated measured. Similarly the type and amount of local fuel identified. Emissions were estimated using an emission factor, the distance of the route and the number of vehicles. From the results it was clear that the most critical in terms of traffic and concentration of gases track is track 8, ranging from Undine to the insurance industry and less critical was track 1, including from the lakes to Juan XXIII. The greatest contribution of pollution does carbon monoxide (CO) and volatile organic compounds (VOC), the time of day with increased emission of this pollutant is 12: 00-13: 00 and the vehicle category that most contributes why are motorcycles followed by two small vans axes (C-2P).

Keywords: Inventory of emissions, air pollution, emissions, mobile sources, vehicle fuels.

Índice

| | Pág. |
|--|-----------|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1: Inventario de emisiones por fuentes móviles en el perímetro urbano del municipio de Ocaña Norte de Santander..... | 2 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2. Formulación del problema | 3 |
| 1.3. Objetivos | 3 |
| 1.3.1. Objetivo General. | 3 |
| 1.3.2. Objetivo Específicos..... | 4 |
| 1.4. Justificación | 4 |
| 1.5. Delimitaciones | 5 |
| 1.5.1. Temporal..... | 5 |
| 1.5.2. Geográfica. | 5 |
| 1.5.3. Conceptual..... | 5 |
| 1.5.4. Operativa. | 6 |
| Capítulo 2: Marco Referencial | 7 |
| 2. 1 Antecedentes | 7 |
| 2.2 Marco histórico | 11 |
| 2.3 Marco contextual..... | 13 |
| 2.4 Marco conceptual | 15 |
| 2.5 Marco teórico | 16 |
| 2.6 Marco legal | 19 |
| Capítulo 3: Diseño Metodológico..... | 22 |
| 3.1 Tipo de investigación..... | 22 |
| 3.2 Población..... | 22 |
| 3.3 Muestra..... | 22 |
| 3.4 Recolección de información..... | 23 |
| 3.4.1. Trabajo de campo. | 23 |
| 3.4.2. Trabajo de oficina..... | 24 |
| 3.5 Análisis de información | 24 |
| Capítulo 4: Resultados..... | 25 |
| 2.1. Aforos vehiculares | 25 |
| 2.2. Volumen y tipo de vehículos registrados en el municipio..... | 35 |
| 2.2.1. Distribución del transporte | 35 |
| 2.2.2. Tipo y Cantidad del combustible local..... | 36 |
| 2.3. Factor de emisión para las diferentes categorías vehiculares | 37 |
| 2.4. Estimación de las emisiones de fuentes móviles para las vías seleccionadas..... | 38 |
| 2.4.1. Estimación de emisiones vía 1 | 38 |
| 2.4.2. Estimación de emisiones vía 2 | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.3. Estimación de emisiones vía 3 | 41 |
| 2.4.4. Estimación de emisiones vía 4 | 43 |
| 2.4.5. Estimación de emisiones vía 5 | 44 |
| 2.4.6. Estimación de emisiones vía 6 | 46 |
| 2.4.7. Estimación de emisiones vía 7 | 47 |
| 2.4.8. Estimación de emisiones vía 8 | 49 |
| 2.5. Análisis de resultados | 50 |
| Capítulo 5. Conclusiones | 57 |
| Capítulo 6. Recomendaciones | 58 |
| Bibliografías..... | 59 |
| Apéndices..... | 62 |
| Apéndice A. Formato de aforo vehicular..... | 63 |
| Apéndice B. Aforos vehiculares por semana en las vías seleccionadas | 64 |
| Apéndice C. Evidencias fotográficas | 67 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Tipos de categorías vehiculares | 26 |
| Tabla 2. Distribución del transporte en Ocaña..... | 35 |
| Tabla 3. Factores de emisión de las categorías vehiculares..... | 37 |
| Tabla 4. Factor de emisión camión igual o mayor a 6 ejes (6)..... | 37 |
| Tabla 5. Analisis de varianza vía 1. | 51 |
| Tabla 6. Analisis de varianza vía 2 | 51 |
| Tabla 7. Analisis de varianza vía 3 | 52 |
| Tabla 8. Analisis de varianza vía 4..... | 53 |
| Tabla 9. Analisis de varianza vía 5 | 53 |
| Tabla 10. Analisis de varianza vía 6 | 54 |
| Tabla 11. Analisis de varianza vía 7 | 55 |
| Tabla 12. Analisis de varianza vía 8..... | 55 |
| Tabla 13. Analisis de varianza de todas las vías..... | 56 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización del municipio de Ocaña y delimitación del proyecto. | 13 |
| Figura 2. Delimitación vía 1. | 27 |
| Figura 3. Aforo vehicular de la semana en la vía 1. | 27 |
| Figura 4. Delimitación vía 2. | 28 |
| Figura 5. Aforo vehicular de la semana en la vía 2. | 28 |
| Figura 6. Delimitación vía 3. | 29 |
| Figura 7. Aforo vehicular de la semana en la vía 3. | 29 |
| Figura 8. Delimitación vía 4. | 30 |
| Figura 9. Aforo vehicular de la semana en la vía 4. | 30 |
| Figura 10. Delimitación vía 5. | 31 |
| Figura 11. Aforo vehicular de la semana en la vía 5. | 31 |
| Figura 12. Delimitación vía 6. | 32 |
| Figura 13. Aforo vehicular de la semana en la vía 6. | 32 |
| Figura 14. Delimitación vía 7. | 33 |
| Figura 15. Aforo vehicular de la semana en la vía 7. | 33 |
| Figura 16. Delimitación vía 8. | 34 |
| Figura 17. Aforo vehicular de la semana en la vía 8. | 34 |
| Figura 18. Distribución del combustible del municipio..... | 36 |
| Figura 19. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 1.. | 39 |
| Figura 20. Estimación total de emisiones vía 1. | 39 |
| Figura 21. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 2.. | 40 |
| Figura 22. Estimación total de emisiones vía 2. | 41 |
| Figura 23. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares vía 3. | 42 |
| Figura 24. Estimación total de emisiones vía 3. | 42 |
| Figura 25. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares vía 4. | 43 |
| Figura 26. Estimación total de emisiones vía 4. | 44 |
| Figura 27. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares vía 5. | 45 |
| Figura 28. Estimación total de emisiones vía 5. | 45 |
| Figura 29. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares vía 6. | 46 |
| Figura 30. Estimación total de emisiones vía 6. | 47 |
| Figura 31. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares vía 7. | 48 |
| Figura 32. Estimación total de emisiones vía 7. | 48 |
| Figura 33. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares vía 8. | 49 |
| Figura 34. Estimación total de emisiones vía 8. | 50 |

Introducción

Un inventario de emisiones de fuentes móviles permite mediante metodologías, cálculos y análisis de datos identificar cuáles son las fuentes y contaminantes atmosféricos más representativos en una determinada área de estudio. En este sentido, el propósito de este trabajo es mostrar dicho documento para el municipio de Ocaña, tomando como base ocho vías representativas para el análisis de movilidad de tránsito y del mismo modo el tipo y cantidad de combustible utilizado.

Toda la investigación descrita en el presente trabajo define objetivos y metodología orientados por el Manual de Inventario de Fuentes Móviles dado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de igual forma cuenta con la orientación del Laboratorio de Calidad del Aire de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO) y los entes territoriales pertinentes de la respectiva Ciudad.

Se espera que este proyecto sea un apoyo tanto para investigaciones futuras como también sirva de aporte académico de la UFPSO hacia el desarrollo de nuestra la región.

Capítulo 1: Inventario de emisiones por fuentes móviles en el perímetro urbano del municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1. Planteamiento del problema

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial (Placeres, Olite, & Toste, 2006). Su presencia obedece a emisiones naturales y a las emisiones procedentes de las diversas actividades del hombre (García & Tantaleán, 2008). El gran aumento de los niveles de contaminación del aire constituye en la actualidad uno de los problemas más importantes que afronta la sociedad en general (Orozco, Gandur, & Londoño, 2006). Un estudio realizado en Guadalajara comenta que los niveles máximos en la atmósfera de SO₂ y NO₂ sucedieron en el período seco, disminuyendo en el húmedo. Se observó mayor frecuencia de acidez por NO₂, siendo el indicador principal las fuentes móviles (García, et al., 2013). En Bolivia se pudo establecer que el parque vehicular es la principal fuente de emisiones contaminantes, sobre todo en cuanto a PM₁₀ y NO_x, ya que causan un 92% de las emisiones de estos dos contaminantes. (Pareja, Hinojosa, & Luján, 2011). En los últimos años se han desarrollado varias herramientas de cuantificación y metodologías para determinar el nivel de emisiones de GEI de individuos, organizaciones y unidades administrativas o territoriales. (Valderrama Espindola, 2012). En Bogotá se determinó que el notable deterioro de la calidad del aire es cada vez más severo. Esta situación se explica, en parte, por el acelerado crecimiento económico que se ha presentado. (Gaitán, Cancino, & Behrentz, 2007). Para el caso colombiano, el deterioro ambiental se percibe, por la excesiva contaminación generada por las fuentes fijas y móviles. (Páez & Mora, 2014). En este sentido, una de las recomendaciones de acción es reducir las emisiones por fuentes móviles y controlar la movilidad de los contaminantes (Molina & Molina, 2006).

Ocaña, se constituye como el segundo municipio del departamento después de Cúcuta con 97.479, incluida el área rural según proyección 2014 DANE. En el municipio se ha evidenciado día tras día un aumento de la población y a su vez un desarrollo de la región con un aumento en

actividades económicas fundamentales como la agricultura, la ganadería, el comercio y las pequeñas empresas. Todo este desarrollo ha hecho que el territorio se logre expandir cada vez más y que las distancias para trasladarse de un lugar a otro sean más prolongadas. Esta situación ha llevado a que la población para una mayor comodidad y eficiencia en el servicio de sus actividades, se vea en la necesidad de utilizar el transporte vehicular, generándose así un acelerado crecimiento del parque automotor, obteniendo de esta manera, un impacto ambiental adverso a la calidad del aire, debido al aumento de emisión de gases efecto invernadero y material particulado. En Ocaña las investigaciones que se han realizado sobre esta situación soy muy pocas y aunque se vienen implementando el Monitoreo de Calidad del Aire, (Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental), con la determinación de las emisiones del material particulado, se ha identificado como principal fuente de contaminación a las fuentes móviles, aun no se tiene un inventario de emisiones, que permita dar a conocer, de forma más puntual, el porqué de los resultados obtenidos y de igual forma se logre tener de forma más detallada, la caracterización de las flota vehicular en las principales vías, el tipo y cantidad de combustible y sus respectivas características de emisión.

1.2. Formulación del problema

Pregunta problema: ¿Qué tipo de fuentes móviles y cantidad de contaminantes atmosféricos se emiten en la Ciudad de Ocaña, Norte de Santander?.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Realizar un inventario de emisiones por Fuentes Móviles en el perímetro urbano del municipio de Ocaña Norte de Santander.

1.3.2. Objetivo Específicos.

Identificar las vías con más flujo vehicular del perímetro urbano del municipio de Ocaña Norte de Santander.

Determinar la cantidad y tipo de vehículos que circulan por las vías escogidas para el respectivo estudio.

Conocer el tipo y cantidad de combustible que utiliza el parque automotor.

Estimar la cantidad de emisiones de contaminante Atmosférico por fuente móvil.

1.4. Justificación

La contaminación del aire se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera. Es un problema principal en la sociedad moderna y muchos contaminantes se liberan al aire como resultado del comportamiento humano.

Debido a la situación que se está presentando actualmente en Ocaña, con el aumento del parque automotor y teniendo en cuenta que en el municipio no existe información sobre esto, se hace necesario realizar un inventario de emisiones, ya que este trabajo es una herramienta fundamental que permite conocer e identificar el parque automotor, la cantidad de contaminantes que emiten las diferentes categorías de vehículos y el combustible que más influye en las concentraciones de gases; los cuales son los principales causantes del calentamiento global ya que incide en el aumento del efecto invernadero.

Cabe resaltar que el presente proyecto contribuirá en la parte investigativa como soporte en temas relacionados a inventarios de emisiones de gases efecto invernadero para posteriores investigaciones de contaminación atmosféricas, además permitirá ampliar y profundizar en el ámbito educativo, el conocimiento referente a los gases emitidos por las fuentes móviles como la incidencia que tienen estos en la contaminación y degradación de la atmósfera y la calidad de vida.

Además esta investigación será un instrumento que permitirá a través del análisis de resultados obtenidos en el inventario de emisiones, informar a la comunidad sobre la cantidad de emisiones generadas por las fuentes móviles y las horas donde no es recomendable salir por estar expuestas a un nivel de contaminación mayor, de esta forma poder tomar las medidas preventivas necesarias tendientes a mejorar la calidad de vida de la población y desde el punto de vista ambiental se pueda asegurar la preservación de los recursos naturales, con el fin de garantizar un medio ambiente sano actualmente y en las futuras generaciones.

1.5. Delimitaciones

1.5.1. Temporal.

El tiempo establecido para el desarrollo de la investigación y la obtención de datos e información, comprende una duración de 4 meses.

1.5.2. Geográfica.

La investigación se llevara a cabo en la Zona Urbana del Municipio de Ocaña Norte de Santander.

1.5.3. Conceptual.

La investigación abarca los siguientes conceptos fundamentales como:

- Inventario de emisiones
- Combustibles vehiculares
- Contaminación del aire
- Calidad del aire
- Gases efecto invernadero
- Parque automotor
- Emisiones de gases

- Calentamiento global
- Capa de ozono

1.5.4. Operativa.

Para el desarrollo de esta investigación se propone en primera instancia obtener información como:

- Base de datos del tránsito municipal.
- Características de los combustibles locales.
- Tipo, cantidad y calidad del combustible que se consume.
- Volumen y edad del parque automotor, tendencias de crecimiento en este campo.
- Distribución del transporte urbano.
- Estado actual y uso de las vías principales.
- Realización de conteos y caracterización de la flota vehicular en las principales vías de acuerdo al Manual de Inventarios de Fuentes Móviles.

Capítulo 2: Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Balcázar Gonzaga Diego Vladimir (2012) realizó un estudio sobre el nivel de contaminación atmosférica ocasionado por la emisión de gases de escape del parque automotor en la ciudad de Loja. Para determinar el nivel de contaminación se utilizó la fórmula de tamaño de la muestra, se obtuvo el número de vehículos a investigar y con el Analizador de gases MGT5 sistema Euro, se tomaron las muestras en forma aleatoria de 400 vehículos. Los resultados obtenidos fueron que el 31% total de la muestra, que corresponden a 124 vehículos se encontraban sobre el límite máximo de emisiones establecido según la norma INEN NTE 2204: 2002, dejando en evidencia el alto grado de emisiones emitidas por el parque automotor en la ciudad de Loja.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, debido a que en ese se realiza una medición de gases por el aumento del parque automotor, con el fin de examinar el grado de contaminación del aire producido por los automóviles con motores inferiores al año 1990 hasta el 2012; en dicho trabajo se concluyó que los vehículos que más superan los límites permisibles de contaminantes a la atmosfera de CO y HC son los que cuya fabricación es menor al año 1990. Es decir, cuentan con un porcentaje elevado que se debería principalmente al tiempo de uso de dichos vehículos que sobrepasan los 23 años de antigüedad. Por lo tanto, el proyecto de grado suscrito anteriormente aporta a esta investigación información importante acerca de la influencia que tienen los vehículos de mayor antigüedad en el incremento de emisión de gases contaminantes a la atmosfera.

Giraldo Serna Kristel Jessenia (2011), elaboró un proyecto de grado sobre la contaminación atmosférica por emisiones vehiculares en la Universidad Autónoma de Occidente. El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo con los vehículos que transitan por las vías aledañas a la universidad autónoma de occidente, de los cuales se estimaron las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles

(COV) y material particulado (PM10). La investigación se realizó con una caracterización de los vehículos que transitaban por esa vía, a través de 551 encuestas aplicadas a conductores, para identificar el tipo de vehículo, el modelo, la capacidad de cilindraje, entre otros aspectos, posteriormente se aplicó la metodología escogida para la estimación de las emisiones de NOX, CO, COV y PM10 (CORINAIR), que tiene como objeto recopilar, mantener, manejar y publicar información de emisiones al aire, a través del inventario de emisiones atmosféricas de Europa y un sistema de bases de datos. Entre los resultados obtenidos se determinó que las mayores emisiones son presentadas por los buses y camiones, además que las emisiones aumentan en las horas donde existe mayor tránsito vehicular (07:00 a 09:00 y 15:00 las 19:00) debido a que las velocidades de circulación son menores y que el contaminante con mayor tasa de emisión fue el monóxido de carbono.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada debido a que ambos pretenden determinar las emisiones atmosféricas provenientes de los vehículos y establecer el riesgo asociado al que se encuentra el sector de influencia y a partir de estos resultados tomar medidas que puedan conducir a la disminución de la concentraciones de contaminantes producto de las emisiones estudiadas. Este proyecto aporta a la investigación en curso, que los vehículos que utilizan combustibles como la gasolina son los principales generadores de gases atmosféricos.

Guayanlema Córdova Verónica Maritza (2013), desarrollo una tesis de grado sobre el factor transporte al 31 23 1. Fof b f j ! rlf j n bdj o!ef!fn j jpod !ef!HFJ! fl fbrj !n fejbo fl rlf n f pep rh bl propuesta por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), en el cual se utilizó un software donde se ingresan datos de consumo y propiedades de combustibles; así como factores de emisión. En este caso se evaluaron las emisiones de dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano y se elaboró un historial de las mismas, en el que se determinó el porcentaje de contribución de cada tipo de transporte (Aéreo, marítimo, terrestre), más no la contribución de cada tipo de transporte (autos, camiones, motocicletas, etc.). En este estudio se demostró que el gas de mayor abundancia era el CO₂, seguido por el CO y que las emisiones del resto de gases eran muy bajas en términos de porcentajes, además que el transporte que genera más

contaminación de CO₂, CH₄, N₂O, CO es el transporte terrestre y que el transporte de aviación no representan un problema para el ambiente.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación, debido a que el objetivo de esta tesis de grado era estimar las emisiones de gases efecto invernadero emitidas por las diferentes fuentes móviles y de esta forma conocer el grado de incidencia en la atmosfera de acuerdo al tipo de contaminante y la pertinencia que tiene con la investigación aquí planteada es que esta es un soporte para la realización de este trabajo ya que ambos están muy relacionados a pesar de que se realizaron en lugares diferentes; además según los resultados obtenidos del análisis del alto crecimiento de vehículos hay que recalcar que el número de vehículos no es un indicador claro de emisiones sino la eficiencia de los motores de los mismos.

Quiceno Rendón Diana Marcela)31 25 -!fkfd p! ! bc bkp!ef!h bep! pc fl!rh F jn bdj o!
de emisiones atmosféricas de fuentes móviles en el Valle de Aburrá usando el modelo Lfb /
Este trabajo tiene por objetivo generar información para la definición de estrategias que contribuyan a disminuir la contaminación atmosférica. Para la estimación de emisiones de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero en el año base 2011 y en el periodo 2000-2010 se utilizó el modelo Sistema de Planteamiento de Alternativas Energéticas a Largo Plazo (LEAP), en el cual se introdujo información sobre la composición del parque automotor, el perfil de antigüedad de la flota, el kilometraje recorrido en el primer año de vida del vehículo, entre otros. En este análisis se incluyeron los gases de efecto invernadero dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O); y los contaminantes criterios monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y material particulado menor de 2,5 µm (PM_{2,5}).

Entre los resultados de emisión de contaminantes los camiones fueron los principales aportantes, contribuyendo con el 35%, 51%, 30% y 67% de las emisiones de CO, NO_x, VOC y PM_{2,5} respectivamente, mientras los autos hacen una importante contribución a las emisiones de CO y SO_x, pues participaron con el 40% y 52% de las emisiones de estos dos contaminantes; también sobresalieron las emisiones de VOC provenientes de las motos, que contribuyeron con el 41% de las emisiones de dicho contaminante. En lo referente a la emisión de gases de efecto

invernadero se encontró que en el año 2011 el parque automotor del Valle de Aburra emitió 2.852.556 toneladas de CO₂ equivalente.

Esta investigación se relaciona con el presente trabajo en que, aunque el modelo para la estimación de los gases es diferente, la finalidad de los dos es determinar el grado de emisiones de los contaminantes atmosféricos generados por las fuentes móviles, para que a partir de los resultados las autoridades ambientales puedan diseñar las medidas pertinentes para disminuir la contaminación. Por otro lado el aporte que dicho trabajo hace al nuestro, es que según los datos arrojados, los combustibles más contaminantes son la gasolina y el diésel y que el GNV (gas natural vehicular) emite contaminación pero de una manera menos significativa al aire; es por ello que es fundamental la adopción de medidas donde se promueva la sustitución del combustible por otras alternativas que sean más amigables con el medio ambiente.

Céspedes Clavijo Tatiana (2014) ejecuto una tesis de grado sobre la "Prospectiva del Comportamiento de las Emisiones Generadas por las Fuentes Móviles en el Área Metropolitana de Bogotá" base desde el 2012 de las emisiones generadas y se construyó un modelo dinámico hacia el 2030 que permitió ver el comportamiento de dichas emisiones. La cuantificación de las emisiones generadas por las fuentes móviles se llevó a cabo mediante la utilización del modelo MOBILE 6.2@Mexico, los gases a los cuales se les determinó el nivel de emisión promedio generadas por año fueron el CO, HC, NO_x, CO₂, PM, NH₃, SO₂. En esta tesis los resultados obtenidos de las emisiones generadas por las fuentes móviles del AMM durante el año 2012 fueron de 11,657,824 toneladas, el CO₂ aporta el 96.8% de las emisiones totales, seguida por el CO con un 2.52% del total de las emisiones liberadas y los porcentajes de los demás contaminantes criterios están entre los 0 y 0.5 por ciento. En cuanto a la tendencia es evidente que hay un crecimiento en las emisiones procedentes, debido a que en los últimos 10 años se ha presentado un aumento en las emisiones atmosféricas del 40% y un aumento en el parque vehicular del 31.5%, lo que llega a proponer que seguirá la misma tendencia en su crecimiento.

La relación que existe entre esta tesis y el presente trabajo es que ambas pretenden realizar una evaluación de las emisiones generadas por las fuentes móviles, debido a que para poder

formular e implementar un plan de gestión de calidad del aire, se debe partir de generar la información pertinente de dichas emisiones. El aporte que hace este documento a la investigación aquí planteada es que teniendo en cuenta el modelo tendencial, es claro que si no se toman las medidas correctivas adecuadas, se incrementarían el nivel de las emisiones puesto que día a día las personas utilizan más el transporte particular y que con las políticas actuales para reducir emisiones no basta si no que hay que promover aquellas que conlleven al desincentivo del uso del vehículo privado.

2.2 Marco histórico

La contaminación atmosférica es un fenómeno que siempre ha existido desde la creación de la vida en la tierra, por causas naturales como erupciones volcánicas, incendios, tormentas arenas, entre otros y por causas antropogénicas se inició desde que el hombre descubrió el fuego; desde ese momento se ha venido alterando la composición del aire (Aránguez, et al., 1999).

A partir del siglo XIX la contaminación del aire se presentó de manera significativa con la revolución industrial y el uso masivo de combustibles fósiles como fuente de energía; el crecimiento de la producción industrial y del tráfico rodado trajo como consecuencia emisiones de humo y de gases tóxicos al aire (Albentosa, 1979). Con el tiempo, se presentaron altos índices de contaminación en diferentes partes del mundo, entre ellas está en Santiago de Chile que en los comienzos de los noventa se consideró como una de las más contaminadas, generando efectos adversos en la salud de las personas (vías respiratorias y los ojos). En el año 1995 se determinó que era una de las ciudades más saturadas de material particulado (PST), ozono y monóxido de carbono; las mayores descargas de emisiones se presentaban en el centro de la ciudad donde se concentraban las actividades industriales y el mayor tránsito vehicular, a partir de estos datos se tomaron medidas de control y se logró disminuir los contaminantes con excepción del ozono (O'rian & Larraguibel, 2000). Además en la ciudad de Arequipa se diagnosticó que su principal fuente de contaminación era el parque automotor por ser una de las principales actividades; en datos registrados por el ministerio de salud se arrojó que se superaban el doble a los límites permisibles en cuanto Óxidos de nitrógeno (NOX), hidrocarburos y monóxidos de carbono (CO)

(Llanque, 2003). Del mismo modo en la ciudad de Juárez Chihuahua se presentaron serios problemas de contaminación atmosférica debido a la alta expansión demográfica y el crecimiento de su actividad económica que a su vez condujo a un incremento del parque automotor y no obstante estos vehículos se encontraban en inadecuadas condiciones, generando así mayores contaminantes tóxicos a la atmosfera (Hernández, et al., 2000). Entre tanto en la ciudad de Beijing en octubre de 2005 se determinó por medio de un satélite de la Agencia Espacial Europea que era la ciudad más contaminada de la tierra, esto causó que las provincias adyacentes tuvieran también los peores niveles de Dióxido de Nitrógeno. El Banco Mundial subraya que 16 de las 20 ciudades más contaminadas se encontraba china (Cook, 2001).

En Colombia ha existido un crecimiento acelerado de las ciudades, este hecho ha traído como consecuencia un aumento en las concentraciones de contaminantes del aire superior a los experimentados en los países industrializados en la primera mitad del siglo XX, esto se debe principalmente al crecimiento demográfico, que a su vez generó un uso intensivo de combustibles fósiles y un crecimiento de la flota vehicular (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). Estudios realizados por la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire Redaire en el Valle de Aburra determinaron que se sobrepasan los límites permisibles establecidos por la normatividad ambiental vigente en cuanto a parámetros como (CO, NO_x, SO₂, PM₁₀ y COV) provenientes de fuentes móviles; del mismo modo en Envigado para el año 20120 se realizaron mediciones de la calidad del aire, que permitieron evidenciar que las mayores emisiones se presentan en las vías donde existía mayor tránsito vehicular y que el principal contaminante era el monóxido de carbono (Londoño, Correa & Palacio, 2011).

Debido a la situación que se venía presentando con la contaminación del aire, en diferentes ciudades de Colombia como Bogotá, Cali, Barranquilla entre otras, se comenzaron a realizar estudios por medios de diversas metodologías escogidas para conocer los niveles de concentración de los gases emitidos por las fuentes móviles y así poder tomar las medidas pertinentes que permitieran mejorar esta situación. En los resultados obtenidos del inventario de emisiones en Bogotá se determinó que las mayores emisiones de gases eran de dióxido de carbono y que se debía especialmente a los automóviles; cabe resaltar que según un análisis

prospectivo el combustible más contaminante es el diésel seguido de la gasolina (Manzi et al., 2003).

En Ocaña N.S en los últimos años se ha presentado un acelerado crecimiento poblacional y por lo tanto se ha notado un incremento en el índice de movilidad de vehículos, los cuales son la principal fuente de contaminación atmosférica. Por ello se ejecutó un proyecto con Corponor y Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña (Laboratorio de Calidad del Aire) sobre el análisis de material particulado y se determinó que la calidad del aire es moderada, (Diario La Opinión, 2015). En cuanto a estudios sobre un inventario de emisiones por fuentes móviles no existe ningún registro en el municipio.

2.3 Marco contextual

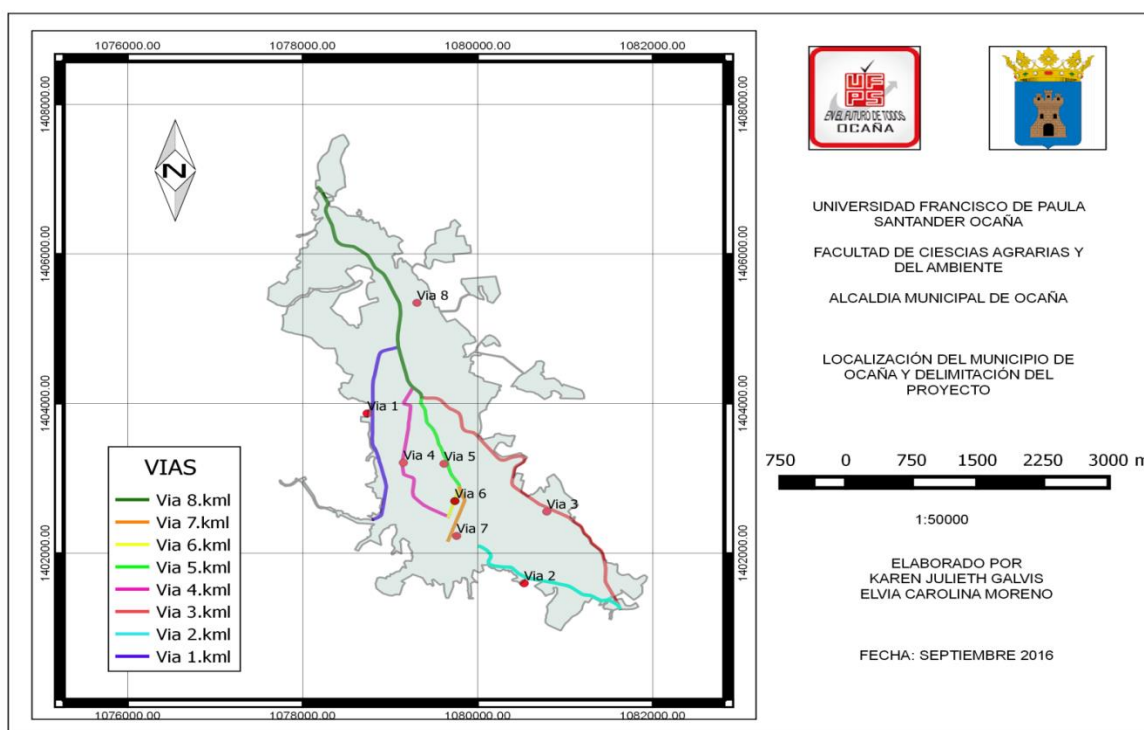


Figura 1. Localización del municipio de Ocaña y delimitación del proyecto.

Fuente: QGIS 2.8.2 (2016).

El municipio de Ocaña N.S está situada a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m. La superficie del municipio es 460Km², los cuales representan el 2,2% del departamento; la Provincia de Ocaña tiene un área de 8.602 km² y posee una altura máxima de 2.065 m sobre el nivel del mar y una mínima de 761 m sobre el nivel del mar. Dentro de sus límites, por el Norte limita con el municipio de Gonzáles (Departamento del Cesar), por el Occidente limita con el municipio de Río de Oro (Departamento del Cesar), por el sur limita con el municipio de San Martín (Departamento del Cesar). Ocaña está conformada por tres grandes sectores económicos, los cuales se encuentran distribuidos así; 3% industrial, 26% de servicios y 71% comercial. Además según datos facilitados por la secretaria de movilidad y tránsito cuenta con un parque automotor constituido aproximadamente por 6.100 automóviles y 32.776 motocicletas, usados para transporte público y privado (Alcaldía de Ocaña - Norte de Santander, 2014).

El área de influencia del proyecto son ocho vías del municipio, que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- Vía 1. (El corredor vial estudiado comunica principalmente la entrada del barrio los lagos hasta Juan XXIII).
- Vía 2. (El corredor vial estudiado comunica principalmente la entrada de los almendros hasta Acolsure).
- Vía 3. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de los seguros hasta Acolsure).
- Vía 4. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el cruce primero de Mayo hasta el semáforo de la calle El Torito).
- Vía 5. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de los seguros hasta el Parque San Agustín).
- Vía 6. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector del Parque San Agustín hasta el semáforo de la oficina principal de Movistar).
- Vía 7. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el Parque San Agustín hasta el Parque San Francisco).
- Vía 8. (El corredor vial estudiado comunica el sector de la Ondina hasta los Seguros).

Las vías 3 y 8 corresponden a una vía nacional y las vías 1, 2, 4, 5 y 6 pertenecen a vías urbanas. Estas zonas elegidas son consideradas puntos de mayor tránsito vehicular y presentan una pendiente semiondulada.

Nota: la vía 3 y la vía 8 corresponden a la misma vía nacional, sin embargo para el análisis fue necesaria dividirla en dos tramos.

2.4 Marco conceptual

En la presente investigación se abarcaron diferentes conceptos que fueron un soporte para el desarrollo del mismo. En cuanto a la definición del aire, este es una mezcla gaseosa que forma la atmósfera de la tierra. Los componentes del aire son alrededor de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y el 1% restante se compone de gases como el dióxido de carbono, argón, neón, helio, hidrógeno, otros gases y vapor de agua.

En lo que respecta a La Contaminación del aire, es cualquier alteración de su composición natural, por la presencia en la atmósfera de compuestos que tienen efectos adversos sobre el ser humano y sus bienes materiales, así como también sobre los animales y las plantas. Esta contaminación puede ser producto de factores naturales como emisiones de gases y cenizas volcánicas, el humo de incendios no provocados, el polvo y el polen y esporas de plantas, hongos y bacterias; sin embargo, la contaminación derivada de las actividades del ser humano, llamada contaminación antropogénica, es la que representa el riesgo más grave para la estabilidad de la biosfera en general, esta contaminación es provocada por diversas causas, pero el mayor índice se debe a las actividades industriales, comerciales, domésticas, agropecuarias y a los motores de los vehículos, por el impacto que tienen las sustancias que arrojan a la atmósfera. (La gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar, 2000. p.1).

Los contaminantes son fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales

renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.

Otra definición importante en esta investigación son las fuentes móviles, es aquella fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza. Dentro de los gases principales emitidos por las fuentes móviles encontramos el CO (Monóxido de carbono) que es un gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión de combustibles fósiles.

El NO₂ (Dióxido de Nitrógeno) es un gas de color pardo rojizo fuertemente tóxico cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas y el SO₂ (Dióxido de Azufre), es un gas incoloro, no inflamable que posee un fuerte olor en altas concentraciones. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p.1).

2.5 Marco teórico

Según la Red Ambiental de Austria (2015):

La contaminación atmosférica se produce por la descarga en el aire, ya sea continua o discontinua, de sustancias, materias o fuentes de energía, procedentes de cualquier fuente susceptible de producir contaminación. Además menciona que los principales contaminantes atmosféricos son los gases NO_x, CO_x Y SO_x. Los óxidos de azufre (SO_x), se forman por la combustión de cualquier sustancia que contenga azufre, como el carbón o el petróleo, generando anhídrido sulfuroso (SO₂), y en menor proporción, anhídrido sulfúrico (SO₃). Los óxidos de nitrógeno (NO_x), la mayor parte de las emisiones antrópicas de óxidos de nitrógeno se producen en forma de óxido nítrico (NO) en los procesos de combustión, oxidándose, la oxidación posterior del NO por acción del ozono da lugar al dióxido de nitrógeno (NO₂) y los óxidos de carbono (CO_x), son otra importante familia de contaminantes siendo los principales el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de

carbono es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmósfera, el principal origen de las emisiones de monóxido de carbono es antropogénico, derivadas de la combustión incompleta de combustibles, en especial los carburantes de los automóviles.

El dióxido de carbono (CO₂) es el más importante de los gases menores, involucrado en un complejo ciclo global. Se libera desde el interior de la Tierra a través de fenómenos tectónicos, vulcanismo y a través de la respiración, procesos de suelos, combustión de compuestos con carbono y la evaporación oceánica. Por otro lado es disuelto en los océanos y consumido en procesos fotosintéticos. En la actualidad su concentración ya superó las 400 ppmv (partes por millón volumen) y el máximo histórico sigue subiendo año tras año, producto de la acción antropogénica: quema de combustibles fósiles y materia orgánica en general y procesos industriales como la fabricación de cemento (Cambio Climático Global, 2014, p.1).

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2005), denomina Cambio climático como a la variación global del clima de la Tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.

En el año 2001 el Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) ponía de manifiesto la evidencia proporcionada por las observaciones de los sistemas físicos y biológicos que mostraba que los cambios regionales en el clima, en concreto los aumentos de las temperaturas, estaban afectando a los diferentes sistemas y en distintas partes del globo terráqueo. Señalaba, en definitiva, que se están acumulando numerosas evidencias de la existencia del cambio climático y de los impactos que de él se derivan. En promedio, la temperatura ha aumentado aproximadamente 0,6°C en el siglo XX. El nivel del mar ha crecido de 10 a 12 centímetros y los investigadores consideran que esto se debe a la expansión de océanos, cada vez más calientes. El impacto potencial del cambio climático es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor.

Hernández, Eduardo. R. (2001), define el efecto invernadero como aquel que es causado por la presencia creciente en el aire de una serie de gases que atrapan el calor impidiendo su salida al espacio exterior. Estos gases transmiten el calor atrapado al resto de la atmósfera provocando un incremento general de temperatura. Cuanta mayor cantidad haya de gases de efecto invernadero en la atmósfera, mayor es la energía que son capaces de atrapar, y más se calienta el planeta. El hecho cierto es que estos gases han estado aumentando desde hace más de un siglo y medio, desde el comienzo de la revolución industrial y a causa de ella. Lo peor es que en las últimas décadas este incremento se está acelerando.

Las consecuencias previsibles del aumento del efecto invernadero son; el aumento del nivel del mar: provocado por el continuo derretimiento de los hielos polares y los glaciares (ya comenzado), y por la expansión del volumen del agua en estado líquido por aumento de la temperatura. La predicción de los expertos del Panel es que en este siglo el nivel del mar subirá entre 8 y 88 centímetros, este último valor implicaría sumergir cerca de 400.000 kilómetros cuadrados en los litorales de todo el mundo, además está el aumento de los fenómenos atmosféricos violentos: cuanto más energía calórica queda atrapada en la atmósfera los gases de invernadero, más grande es la posibilidad de transformarla en energía cinética (de desplazamiento de grandes masas de aire de un lugar a otro), lo que significa tormentas más violentas y dañinas. Por último el cambio del clima en las distintas regiones del planeta: se afectarán los regímenes de precipitaciones, ocasionando sequías o inundaciones en lugares donde antes no las había.

Durante los últimos años, la capa de ozono, se ha debilitado formando un verdadero agujero, que en algunos sectores ha producido disminuciones de hasta el 60% en la cantidad de ozono estratosférico. Este desgaste se debe al uso de un componente químico producido por el hombre, los clorofluorocarburos (CFC) de productos, como los aerosoles, disolventes, propelentes y refrigerantes. La acción de estos gases en la Estratosfera libera átomos de Cl a través de la radiación UV sobre sus enlaces moleculares; cada átomo de Cl destruye miles de moléculas de Ozono transformándolas en moléculas de dióxígeno. Otros compuestos que afectan la capa de ozono por contener cloro (Cl) son el metilcloroformo (solvente), el tetracloruro de carbono (un químico industrial) y sustancias que contengan bromo (Br), como los halones,

El Ministerio del Medio Ambiente (1997), reglamenta:

El Decreto 1228 DE 1997 (mayo 6), Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

Artículo 1, que Modifica el inciso primero del artículo 91 del Decreto 948 del 5 de junio de 1995, el cual quedará así: "Artículo 91: Certificación del cumplimiento de normas de emisión para vehículos automotores. Para la importación de vehículos automotores CBU (Completed Built Up) y de material CKD (Completed Knock Down) para el ensamble de vehículos, el Instituto de Comercio Exterior -INCOMEX-, exigirá a los importadores la presentación del formulario de registro de importación, acompañado del Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica el cual deberá contar con el visto bueno del Ministerio del Medio Ambiente. Para obtener el visto bueno respectivo, los importadores allegarán al Ministerio del Medio Ambiente dicho Certificado, que deberá acreditar entre otros aspectos, que los vehículos automotores que se importen o ensambren, cumplen con las normas de emisión por peso vehicular establecidas por este Ministerio. Los requisitos y condiciones del mismo, serán determinados por el Ministerio del Medio Ambiente."

El Ministerio de Medio Ambiente (1995), reglamenta:

Decreto 2107 DE 1995 (noviembre 30), Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

Artículo 3. Modificase el artículo 38 del Decreto 948 de 1995, de la siguiente manera: Emisiones de Vehículos Diésel. Se prohíben las emisiones visibles de contaminantes en vehículos activados por Diésel, conocido también como ACPM, que presenten una opacidad superior a la establecida en las normas de emisión.

Artículo 7. Modificase los incisos segundo y tercero del artículo 92 del Decreto 948 de 1995, de la siguiente manera: Evaluación de emisiones de vehículos automotores. El Ministerio del Medio Ambiente establecerá los requisitos técnicos y condiciones que deberán cumplir los centros de diagnóstico oficiales o particulares para efectuar la verificación de emisiones de fuentes móviles. Dichos centros deberán contar con la dotación completa de los aparatos exigidos de medición y diagnóstico ambiental, en correcto estado de funcionamiento, y con personal capacitado para su operación, en la fecha, que mediante resolución, establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

El Congreso de Colombia (2010), decreta:

La LEY 1383 DE 2010 (marzo 16), Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes.

Artículo 10. El artículo 50 de la Ley 769 de 2002, quedará así: Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Por razones de seguridad vial y de protección al ambiente, el propietario o tenedor del vehículo de placas nacionales o extranjeras, que transite por el territorio nacional, tendrá la obligación de mantenerlo en óptimas condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad.

Artículo 11, El artículo 51 de la Ley 769 de 2002, quedará así: Revisión periódica de los vehículos. Todos los vehículos automotores, deben someterse anualmente a revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes. Los vehículos de servicio particular, se someterán a dicha revisión cada dos (2) años durante sus primeros seis (6) años contados a partir de la fecha de su matrícula; las motocicletas lo harán anualmente.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2010), reglamenta:

Resolución 610 del 2010. Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.

Artículo 2°, modifica el Artículo 4° de la Resolución 601 de 2006, el cual quedará así: Se establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio, los cuales se calculan con el promedio geométrico para PST y promedio aritmético para los demás contaminantes. Con diferente tiempo de exposición.

Capítulo 3: Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativo longitudinal, porque se utiliza la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, además, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadísticas para establecer con exactitud, patrones de comportamiento en una población y a su vez realiza un seguimiento de los mismos sujetos a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Además es de tipo cualitativo no participativa debido a que se estudia relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema mediante la observación y toma de datos.

3.2 Población

La población corresponde a todas las fuentes móviles que existen en Ocaña N.S. El municipio está constituido aproximadamente por 6.100 automóviles y 32.776 motocicletas, usados para transporte público y privado, según datos facilitados por la secretaria de movilidad y tránsito.

3.3 Muestra

La muestra establecida son las ocho vías seleccionadas; vía 1. (El corredor vial estudiado comunica principalmente la entrada del barrio los lagos hasta Juan XXIII), vía 2. (El corredor vial estudiado comunica principalmente la entrada de los almendros hasta Acolsure), vía 3. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de los seguros hasta Acolsure), vía 4. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el cruce primero de Mayo hasta el semáforo de la calle El Torito), vía 5. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de los

seguros hasta el parque san Agustín), vía 6. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector del parque san Agustín hasta el semáforo de la oficina principal de movistar), vía 7. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el parque san Agustín hasta el parque san Francisco), vía 8. (El corredor vial estudiado comunica el sector de la ondina hasta los seguros). Las cuales fueron escogidas por ser las zonas donde existe mayor tránsito vehicular.

El tipo de muestreo es Aleatorio Simple.

3.4 Recolección de información

Para llevar a cabo el proceso de acopio de la información, se parte de una investigación de campo en donde se busca identificar, conocer y recopilar datos sobre el número, tipo y modelo de vehículos, el combustible que utilizan, parámetros climáticos, entre otros. Con la información adquirida se realizara el trabajo correspondiente de oficina (laboratorio de calidad del aire de la UFPSO), que dé como resultado el inventario de emisiones por fuentes móviles.

Este proyecto de investigación se realizara en dos etapas:

3.4.1. Trabajo de campo.

El trabajo de campo se realizara mediante la búsqueda de información, a través de un aforo y caracterización de la flota vehicular en las principales vías.

Además visitar a las entidades correspondientes en donde nos faciliten información sobre:

- Base de datos del tránsito municipal.
- Características de los combustibles locales.
- Tipo, cantidad del combustible que se consume.
- Volumen del parque automotor.
- Distribución del transporte urbano.

- Estado actual y uso de las vías seleccionados.

3.4.2. Trabajo de oficina.

El trabajo de oficina se realizara en el laboratorio de calidad de aire de la UFPSO, el cual consiste en organizar, tabular, interpretar los datos obtenidos en campo para realizar todo lo concerniente a la estructura del informe que da soporte a cada uno de los procedimientos realizados para la elaboración de este proyecto de investigación.

3.5 Análisis de información

Los análisis serán descritos en tablas de frecuencia y representados en gráficos de barras de igual forma se analizara la varianza significativa entre los días de muestreos.

Capítulo 4: Resultados

En esta sección se muestran los datos de la actividad realizada en campo, segundo la información obtenida por fuentes secundarias, la estimación de emisiones de fuentes móviles en las ocho vías seleccionadas por medio del factor de emisión y por último el análisis de los resultados.












A partir del MANUAL DE INVENTARIOS DE FUENTES MOVILES (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial) se identificó la aplicabilidad de los inventarios de emisiones en Colombia según el número de habitantes, que de acuerdo a la población que tiene el municipio de Ocaña requiere un SVCA TIPO I: Indicativo (Población inferior a 150000 Habitantes y mayor a 50000), con un inventario de fuentes móviles basado en factores de emisión. Además nos permitió definir las fuentes primarias y secundarias, las cuales fueron necesarias para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación.

2.1. Aforos vehiculares

Los aforos vehiculares se realizaron en cada vía por una semana, mediante la observación directa y utilizando cámaras de videos.

Para los aforos se definieron las siguientes categorías vehiculares:

Tabla 1*Tipos de categorías vehiculares*

| CATEGORIAS VEHICULARES | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TAXI | AUTOS | AMBULANCIAS | BUS INTERM | BUSETA | C-2P | C-2G | C-3-4 | C5 | ≤C6 | MOTO |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fuente: Civilgeeks.com (2012).

C-2P: Camionetas de dos ejes pequeños.

C-2G: Camión de dos ejes (camión sencillo).

C-3-4: Camión de tres y cuatro ejes (Doble troque).

C5: Camión de cinco ejes (Tracto camión de tres ejes con semirremolque de dos ejes).

D7;!Dbn j o!jh b!p!n b p !d 7!fkf !(Tracto camión de tres ejes con semirremolque de tres ejes).

- Vía 1. (El corredor vial estudiado comunica principalmente la entrada del barrio los lagos hasta Juan XXIII).

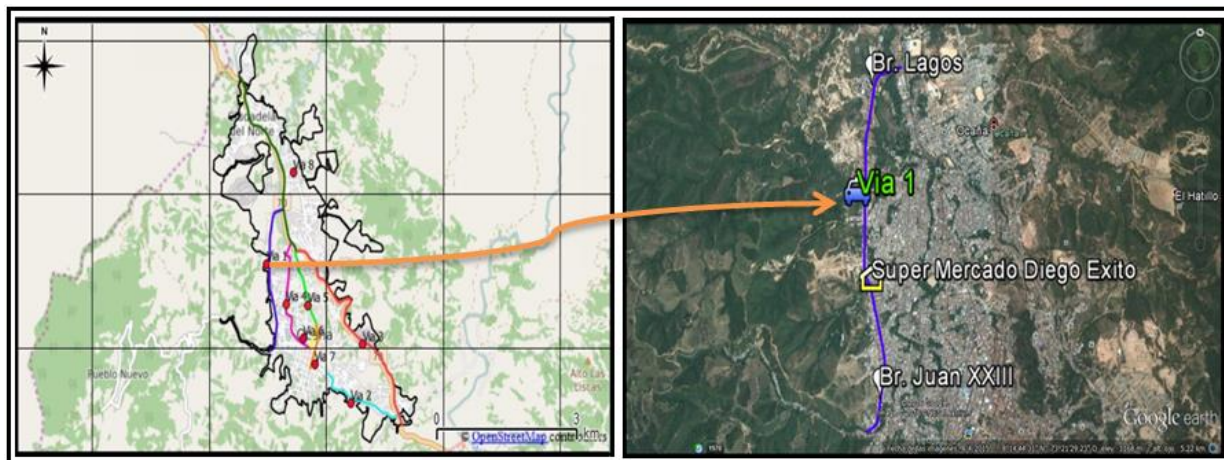


Figura 2. Delimitación vía 1.

Fuente. Google Open Street Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 41.995 y el menor fue de tipo ambulancias con un total de 1, ver figura 3.

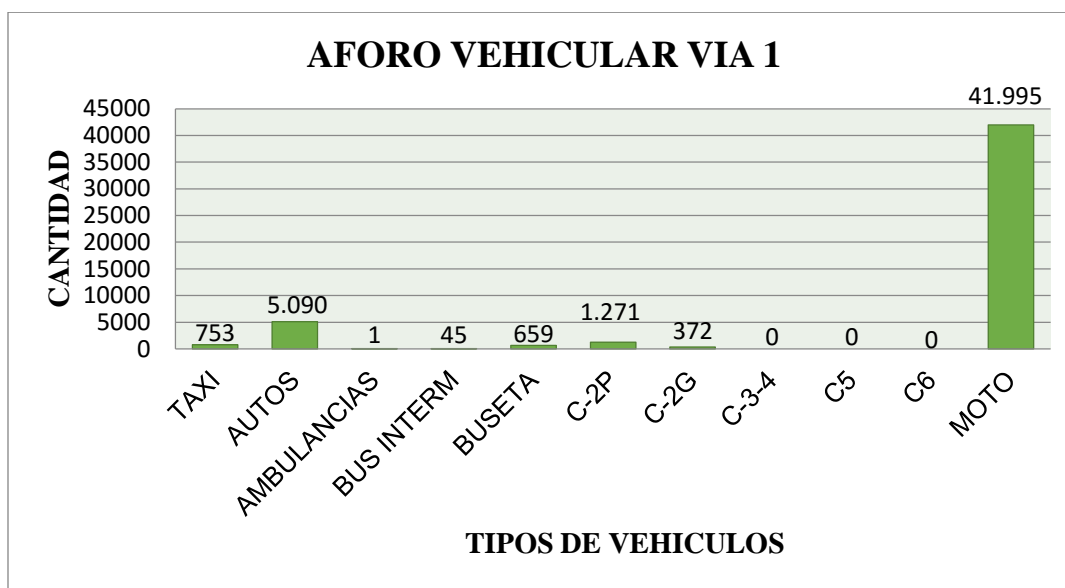


Figura 3. Aforo vehicular de la semana en la vía 1.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

- Vía 2. (El corredor vial estudiado comunica principalmente la entrada de los almendros hasta acolsure).

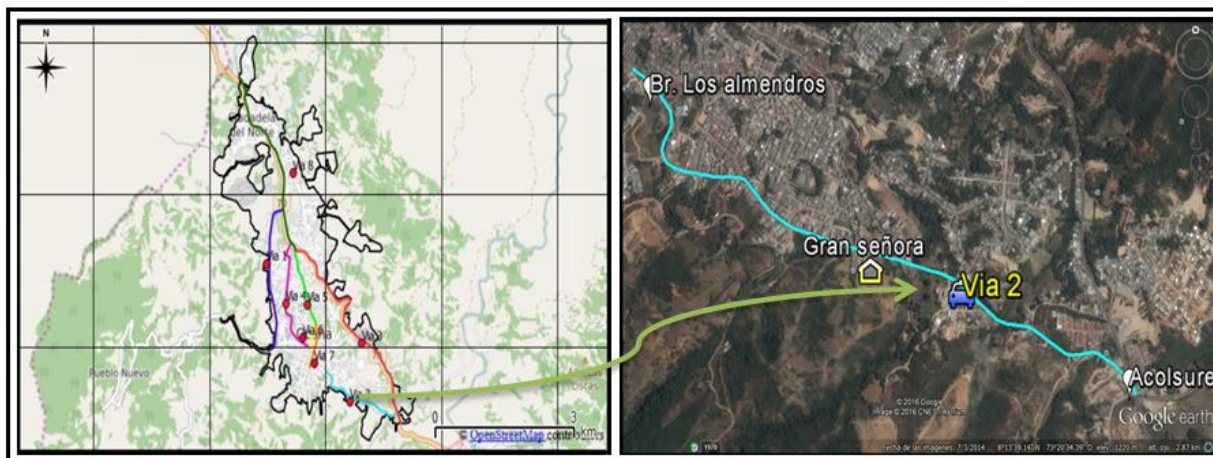


Figura 4. Delimitación vía 2.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 57.074 y el menor fue de tipo Camión de tres y cuatro ejes (C-3-4) con un total de 5, ver figura 5.

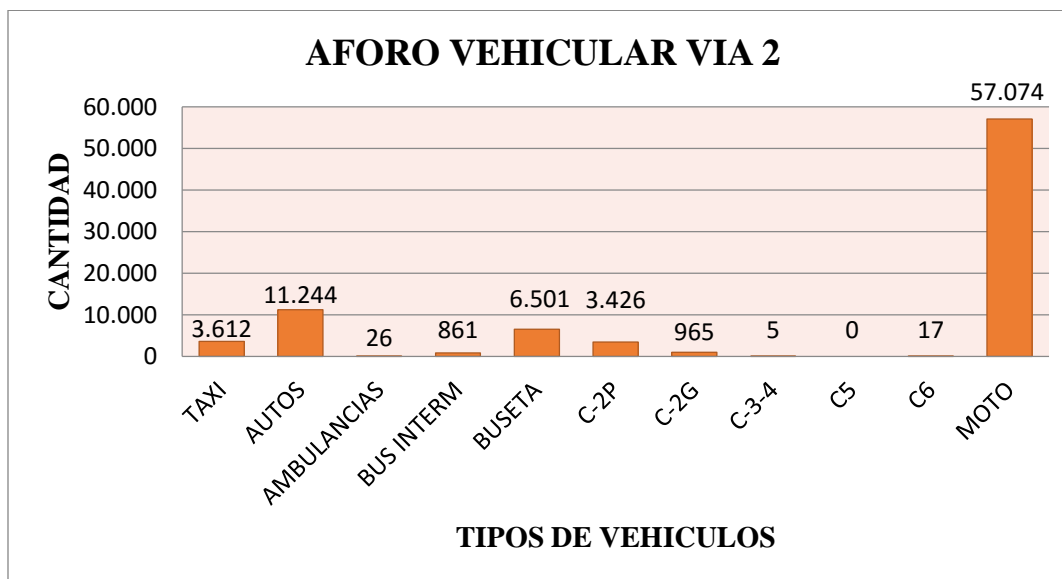


Figura 5. Aforo vehicular de la semana en la vía 2.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

- Vía 3. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de los seguros hasta acolsure).

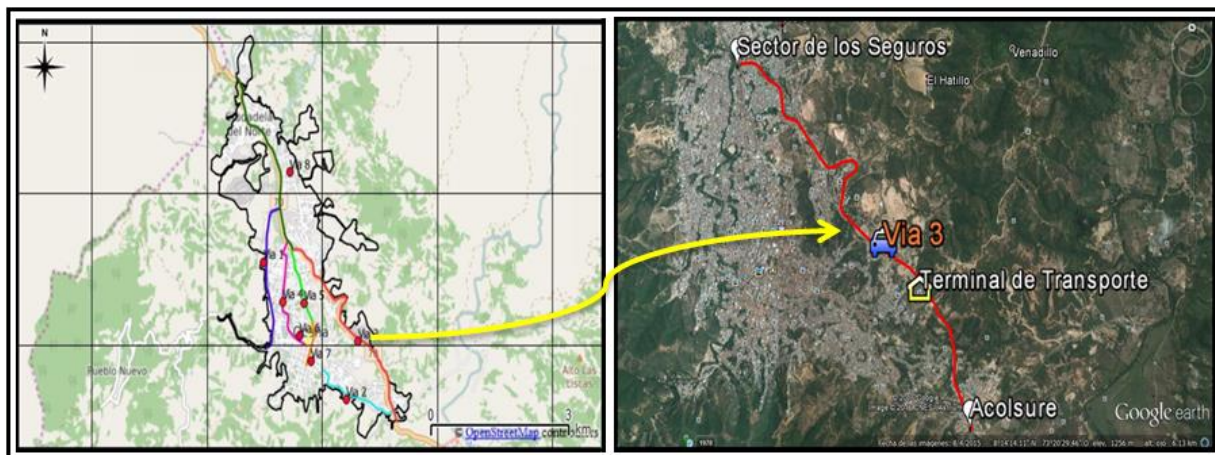


Figura 6. Delimitación vía 3.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 62.578 y el menor fue de tipo Ambulancias con un total de 125, ver figura 7.

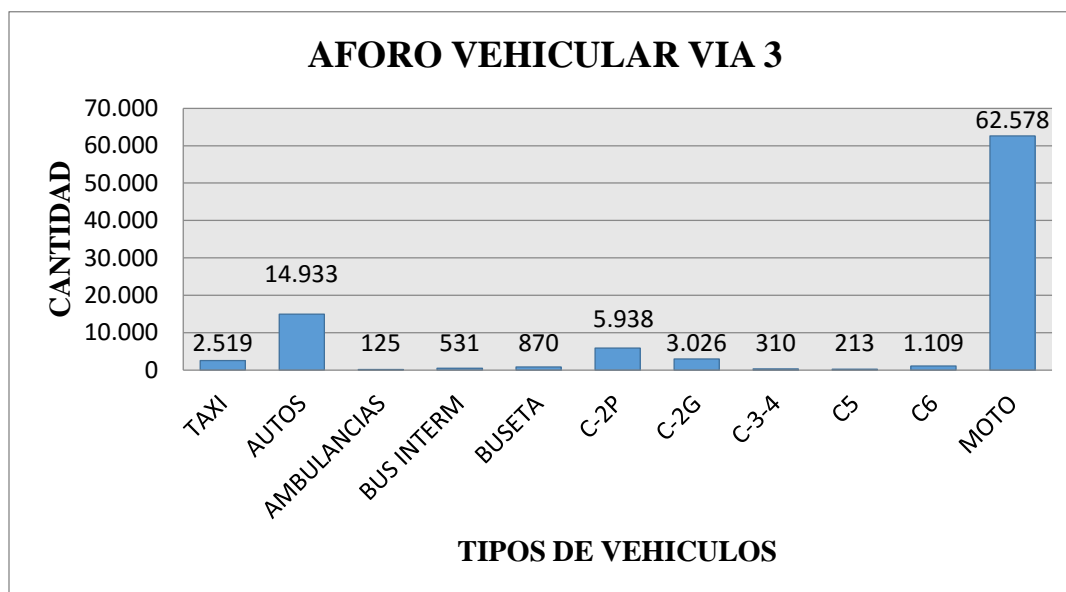


Figura 7. Aforo vehicular de la semana en la vía 3.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

- Vía 4. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el cruce primero de mayo hasta el semáforo de la calle el torito).

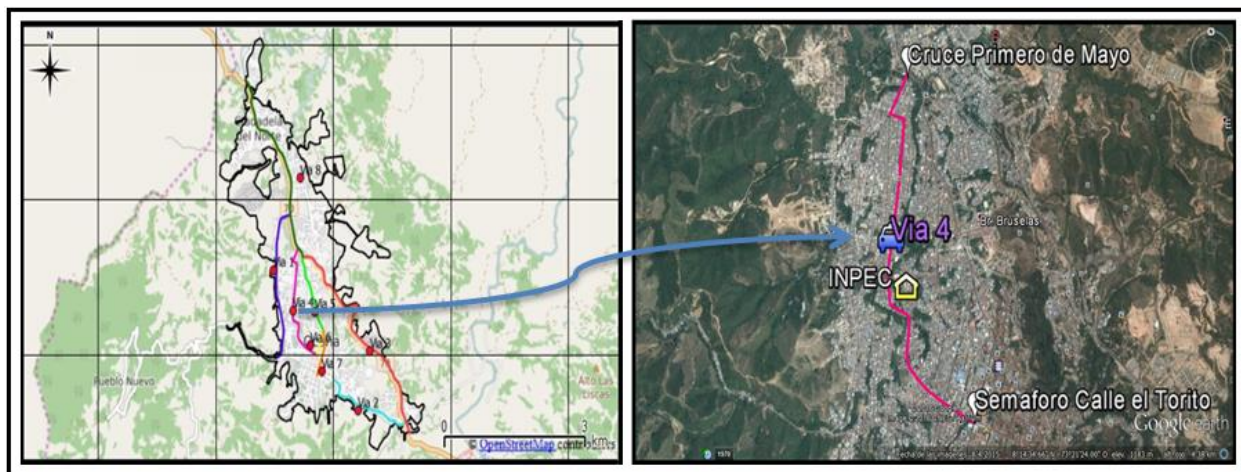


Figura 8. Delimitación vía 4.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 90.417 y el menor fue de tipo Camión de tres y cuatro ejes (C-3-4) con un total de 1, ver figura 9.

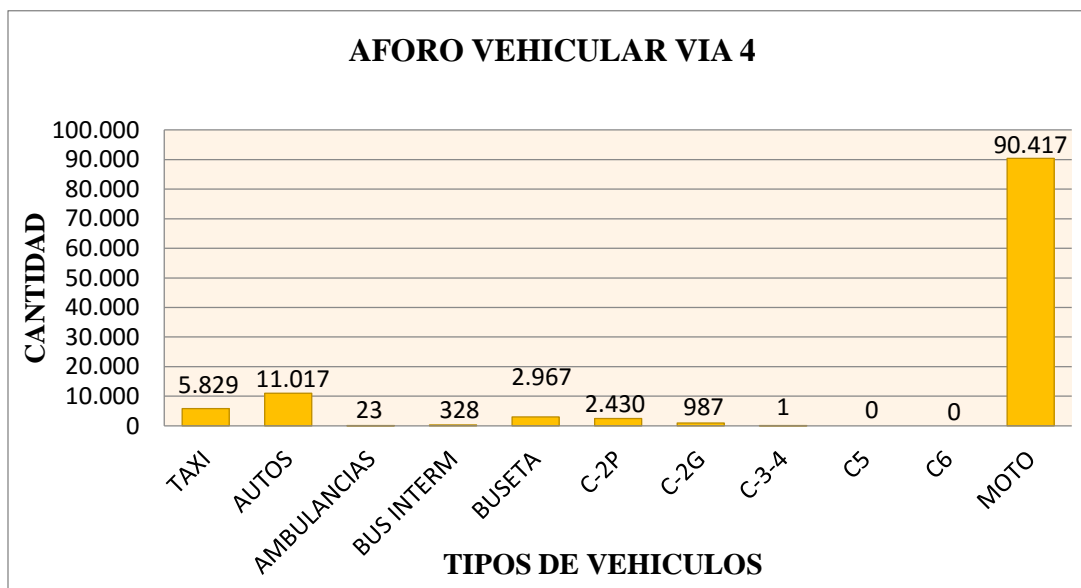


Figura 9. Aforo vehicular de la semana en la vía 4.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

- Vía 5. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de los seguros hasta el parque san Agustín).

Figura 10. Delimitación vía 5.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 139.194 y el menor fue de tipo Camión de tres y cuatro ejes (C-3-4) con un total de 10,

- Vía 6. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector del parque san Agustín hasta el semáforo de la oficina principal de movistar).



Figura 12. Delimitación vía 6.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 71.305 y el menor fue de tipo ambulancia con un total de 40, ver figura 13.

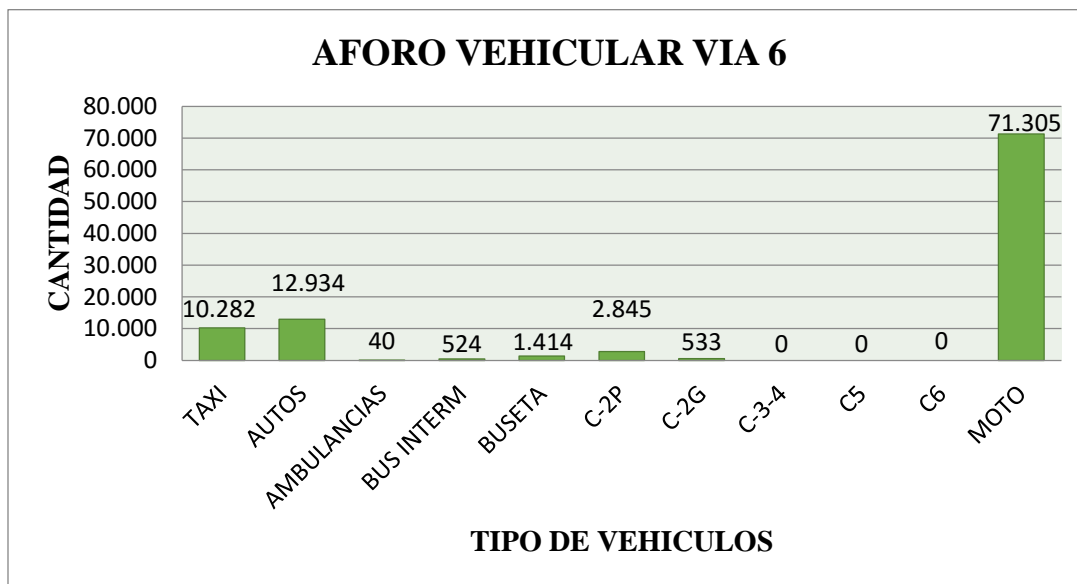


Figura 13. Aforo vehicular de la semana en la vía 6.

Fuente: Autoras del proyecto.

- Vía 7. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el parque san Agustín hasta el parque san Francisco).



Figura 14. Delimitación vía 7.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 78.955 y el menor fue de tipo Camión de tres y cuatro (C-3-4) con un total de 1, ver figura 15.

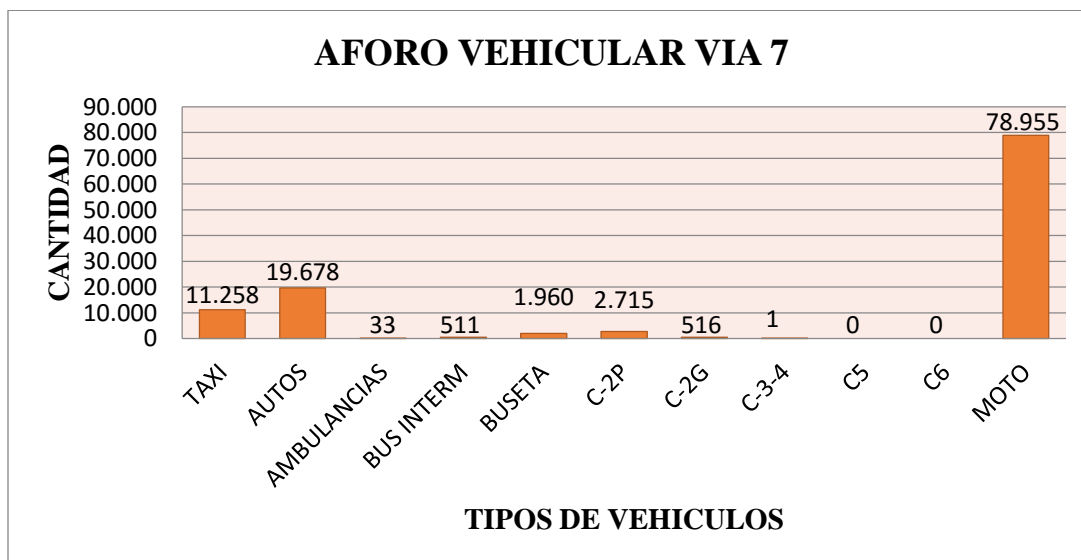


Figura 15. Aforo vehicular de la semana en la vía 7.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

- Vía 8. (El corredor vial estudiado comunica principalmente el sector de la ondina hasta los seguros).

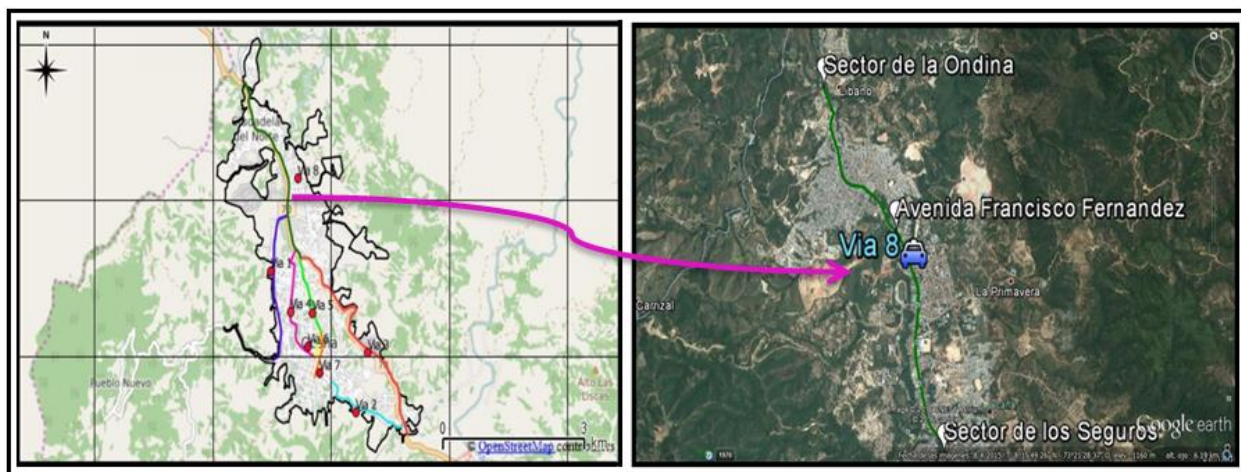


Figura 16. Delimitación vía 8.

Fuente. Google Open Streep Map & Google Earth (2016).

En esta vía se observó que el mayor número de vehículos fue de tipo motocicletas con un total de 251.014 y el menor fue de tipo Camión de cinco ejes (C-5) con un total de 146, ver figura 17.

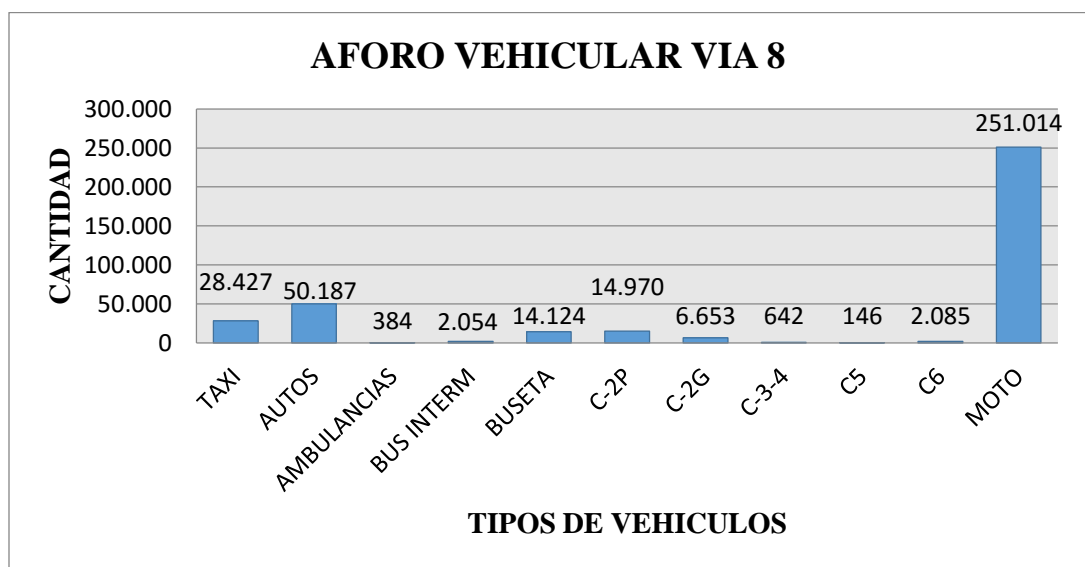


Figura 17. Aforo vehicular de la semana en la vía 8.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

Según los resultados obtenidos de los aforos realizados en las diferentes vías se puede observar que el tipo vehicular que más se presenta son las motocicletas con una diferencia muy significativa en relación con los otros vehículos, el segundo tipo vehicular son los autos y las demás categorías si varían de acuerdo a las características de la vía. Para mayor especificación ver apéndice A.

2.2. Volumen y tipo de vehículos registrados en el municipio

Según datos facilitados por la secretaria de tránsito existen matriculados más radicados hasta 2016.

Motocicletas: 32.776

Automóviles: 6.100

2.2.1. Distribución del transporte.

Tabla 2

Distribución del transporte en Ocaña

| DISTRIBUCIÓN DEL TRANSPORTE | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------|-----------------------|
| EMPRESA | CATEGORÍA VEHICULAR | | |
| | Taxi | Buseta | Buseta intermunicipal |
| COTAXI | 0 | 0 | 10 |
| COOTRAGUA | 25 | 0 | 0 |
| COOPTMOTILON | 5 | 0 | 10 |
| OMEGA | 0 | 0 | 3 |
| COOPETRAN | 0 | 0 | 25 |
| PERALONSO | 28 | 0 | 33 |
| COOTRANSUNIDOS | 0 | 0 | 150 |
| COOTRANSHACARITAMA | 78 | 39 | 90 |
| COOTRANSURBANOS | 34 | 70 | 0 |

Fuente: Empresas de transporte de Ocaña (2016).

2.2.2. Tipo y Cantidad del combustible local.

En el municipio de Ocaña por considerarse zona de frontera el combustible que ingresa es subsidiado por el gobierno y asignado por cupos, según la resolución N° 91283 del Ministerio de Minas y Energía en la que se establece la metodología a ser aplicada en la determinación de volúmenes máximos de combustibles líquidos derivados del petróleo exentos de IVA, arancel e impuesto nacional a la gasolina y al ACPM que dentro de cada municipio y corregimiento de zona de frontera, corresponde a las estaciones de servicio debidamente autorizadas.

El combustible (ACPM y gasolina) que llega al municipio proviene de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander de la planta mayorista Comulpinort (cooperativa Multiactiva de Pimpineros del Norte) y de la planta de Terpel. Cabe resaltar que el ACPM de la planta Comulpinort está compuesto por 98% mineral y 2% vegetal (BIOACEM).

El cupo actual del combustible de Ocaña es de 686.000 galones, que se encuentran distribuidos en 60% gasolina y 40% ACPM según información proporcionada por la alcaldía del municipio. Ver figura 18.

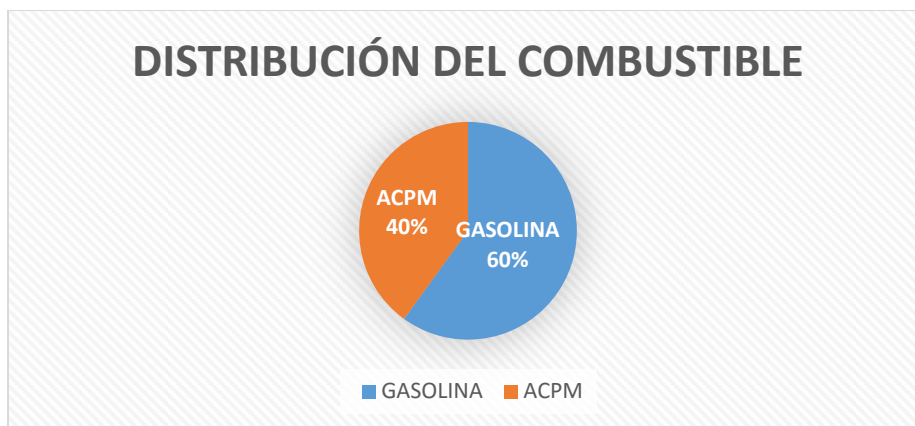


Figura 18. Distribución del combustible del municipio.




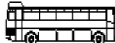
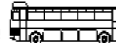





Fuente: Alcaldía Ocaña (2016).

2.3. Factor de emisión para las diferentes categorías vehiculares

Los factores de emisión fueron tomados del proyecto de grado de Modelos de Emisiones para la Ciudad de Bogotá, presentado por Dayana Herrera Montañez en el 2007 en la Universidad de los Andes y por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Tabla 3


Factores de emisión de las categorías vehiculares

| | FACTORES DE EMISIÓN (g/Km) | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| | TAXI | AUTO | AMBULANCIA | BUS INTERM | BUSETA | C-2P | C-2G | C-3-4 | C-5 | MOTO |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CO | 9,4 | 3 | 91 | 7,9 | 7,9 | 91 | 7,9 | 12 | 12 | 20 |
| COV | 0,3 | 0,1 | 4,6 | 1,5 | 1,5 | 4,6 | 1,5 | 2,4 | 2,4 | 5,2 |
| NOX | 0,9 | 0,7 | 4,3 | 11 | 11 | 4,3 | 11 | 18 | 18 | 0,8 |
| PM2,5 | 0,002 | 0,002 | 0,09 | 0,4 | 0,4 | 0,09 | 0,4 | 1,5 | 1,5 | 0,08 |
| N2O | 0,005 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0 |

Fuente: Tesis de grado Modelos de Emisiones para la Ciudad de Bogotá (2007).

Tabla 4

Factor de emisión camión igual o mayor a 6 ejes ($\geq C6$)

| FACTOR DE EMISIÓN (g/Km) | |
|--------------------------|---|
| $\geq C6$ | |
| |  |
| CO | 15,5 |
| NOX | 4 |
| HC | 1,3 |
| MP | 0,1 |

Fuente: Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos (2006).

2.4. Estimación de las emisiones de fuentes móviles para las vías seleccionadas

Para determinar las emisiones en las diferentes vías se realizó mediante la ecuación 2 del numeral 1.4 Método básico para el cálculo de emisiones vehiculares del MANUAL DE INVENTARIO DE FUENTES MÓVILES (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

$$E_p = TPD \times L \times FE_p$$

Dónde:

E_p = Emisiones del contaminante p [Kg/día].

TPD = Tráfico Promedio Diario [Vehículos/día].

L = Longitud de vía [Km].

FE_p = Factor de emisión del contaminante p [Kg/Veh-Km].

Nota: para el cálculo de emisiones, la unidad de medida utilizada en los factores de emisión fueron gramos (g) debido a que los valores arrojados en kilogramos (Kg) eran muy bajos.

2.4.1. Estimación de emisiones vía 1.

- Emisión por día.

El día más crítico de emisiones fue el viernes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 1.

- Emisiones por semana.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 19.

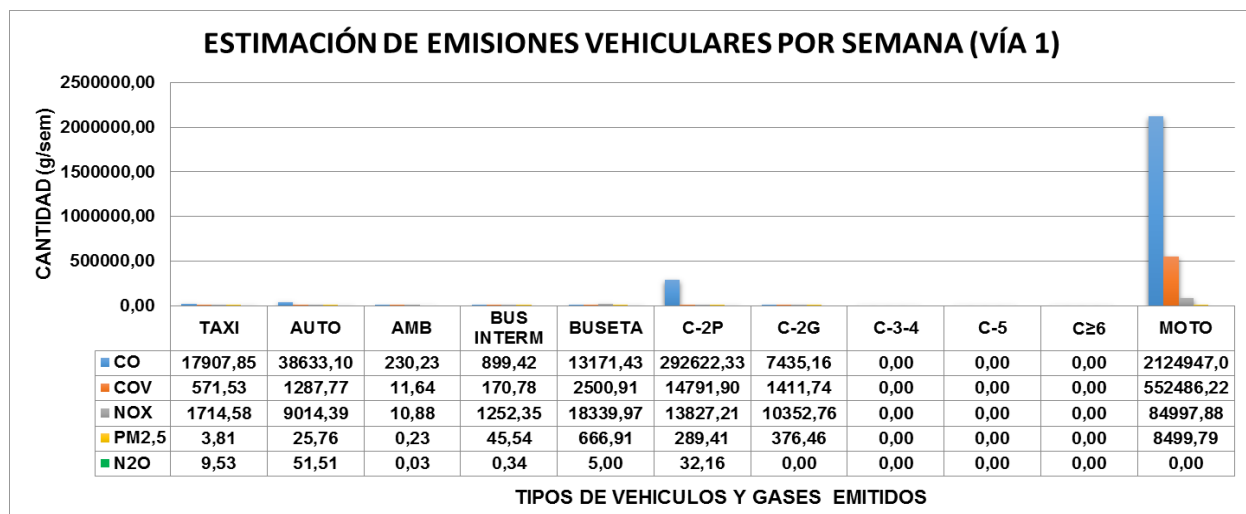


Figura 19. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 1.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 2945846,52 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 573232,47 g/sem. Ver figura 20.

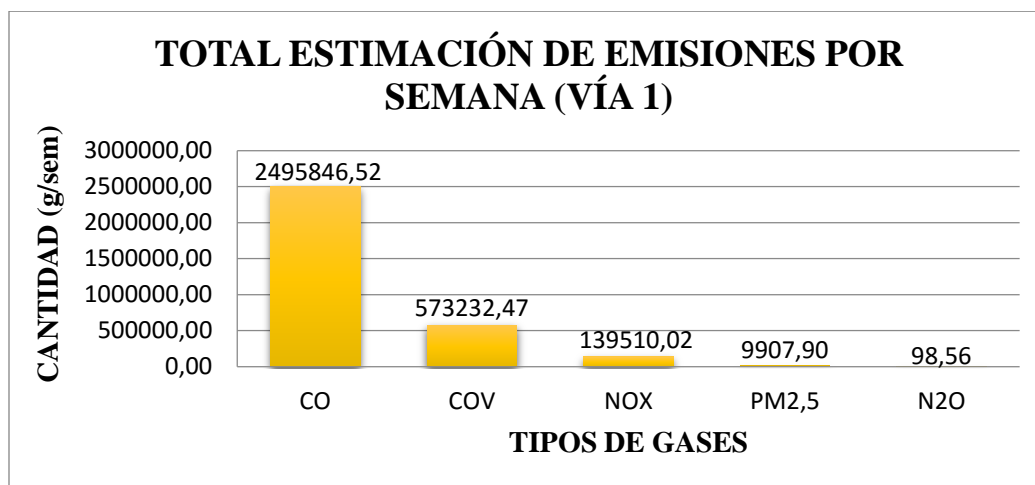


Figura 20. Estimación total de emisiones vía 1.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.2. Estimación de emisiones vía 2 .

- Emisión por día.

El día más crítico de emisiones fue el martes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 2.

- Emisiones por semana.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 21.

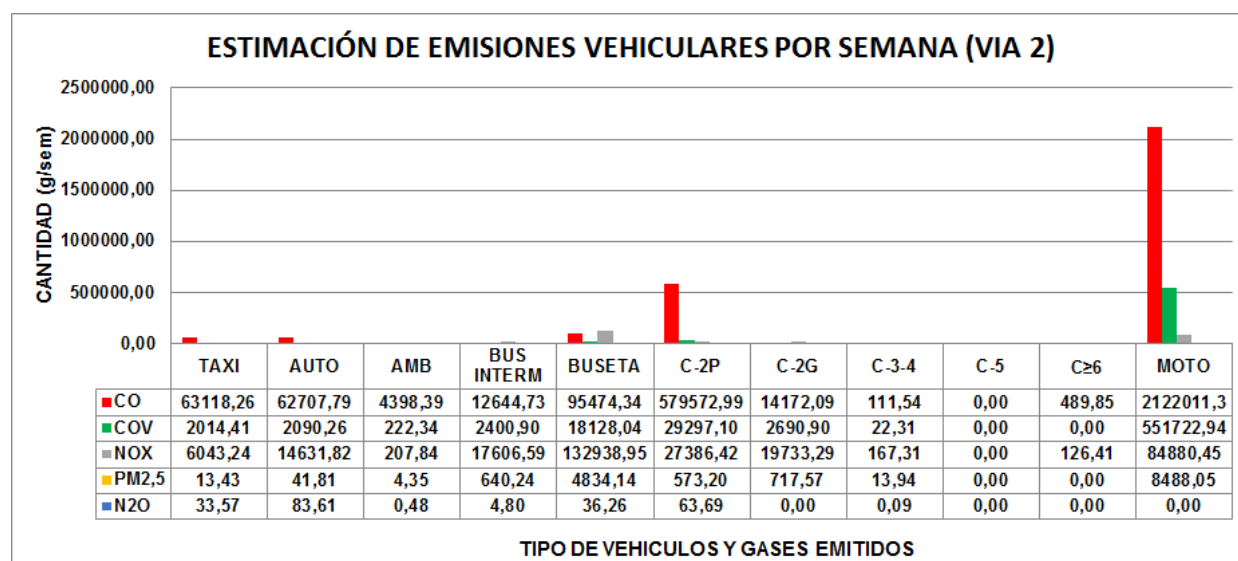


Figura 21. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 2.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 2954701,29 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 608589,20 g/sem. Ver figura 22.

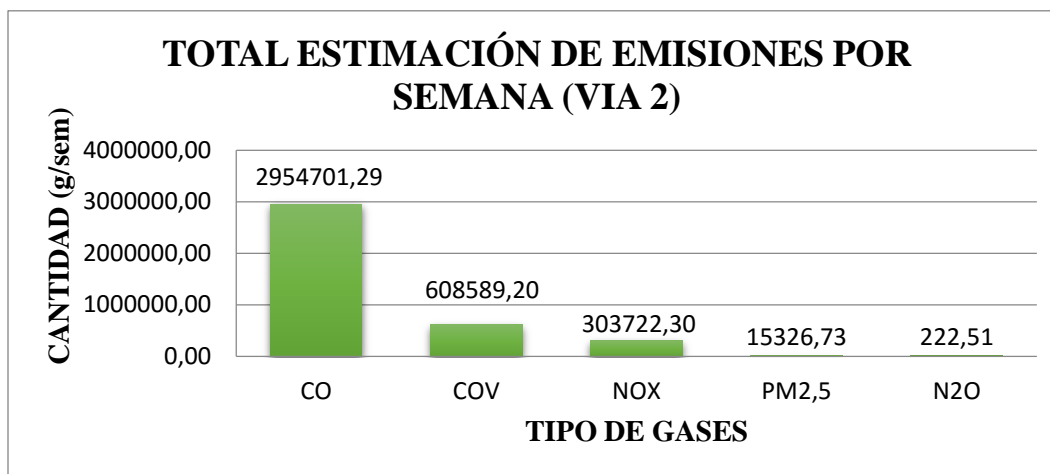


Figura 22. Estimación total de emisiones vía 2.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.3. Estimación de emisiones vía 3.

!Fn j j o! p !e b/

El día más crítico de emisiones fue el lunes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 3.

!Fn j jpof ! p! fn bob.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 23.

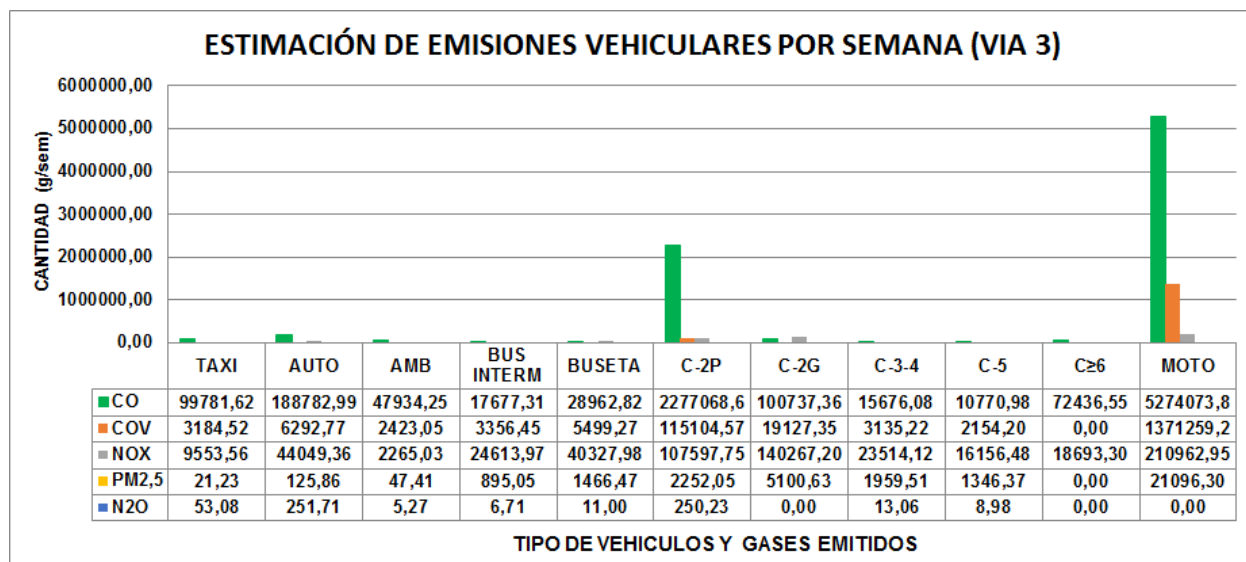


Figura 23. Estimación de emisiones de las diferentes categorías por semana vehiculares vía 3.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 8133902,41 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 1531536,58 g/sem. Ver figura 24.

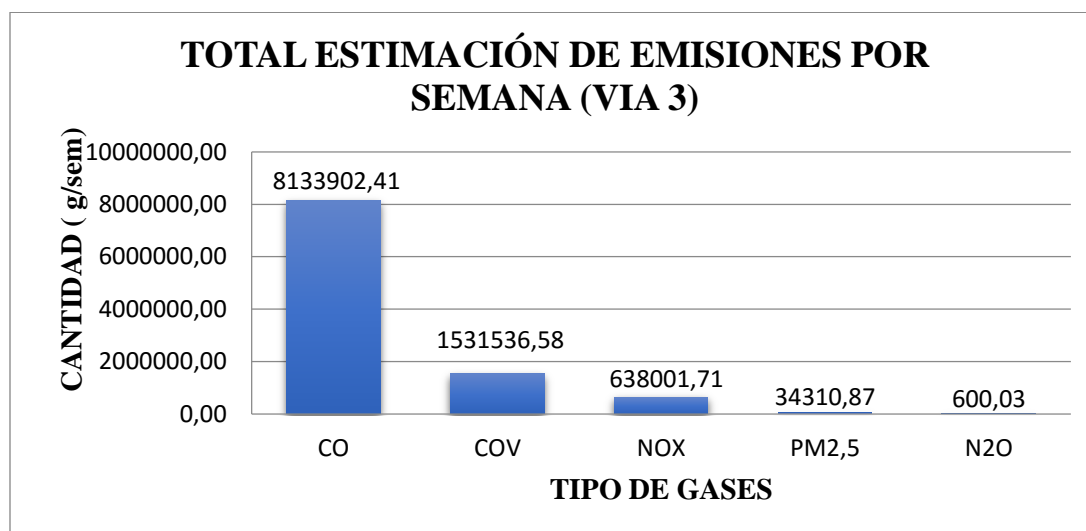


Figura 24. Estimación total de emisiones vía 3.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.4. Estimación de emisiones vía 4.

!Fn j j o! p!e b/

El día más crítico de emisiones fue el viernes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 4.

!Fn j j pof ! p! fn bob.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 25.

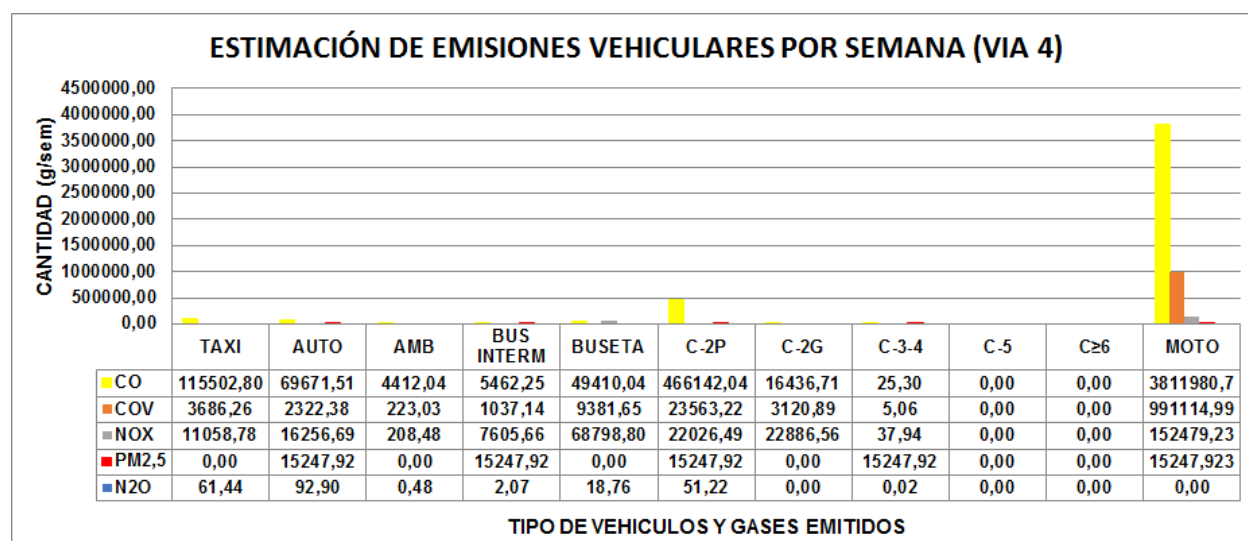


Figura 25. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 4.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 4539043,41 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 1034454,62 g/sem. Ver figura 26.

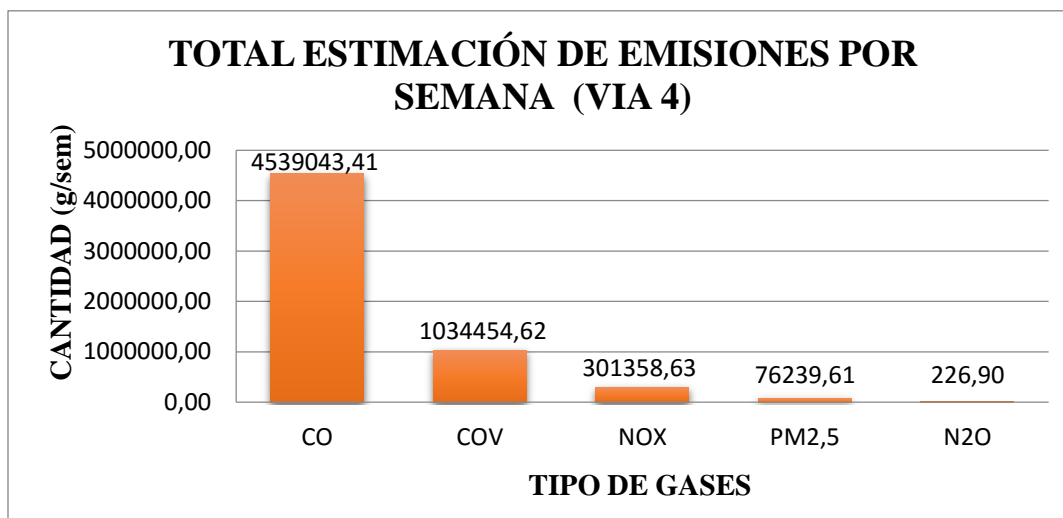


Figura 26. Estimación total de emisiones vía 4.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.5. Estimación de emisiones vía 5.

!Fn j j o! p!e b/

El día más crítico de emisiones fue el viernes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 5.

!Fn j jpof ! p! fn bob.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 27.

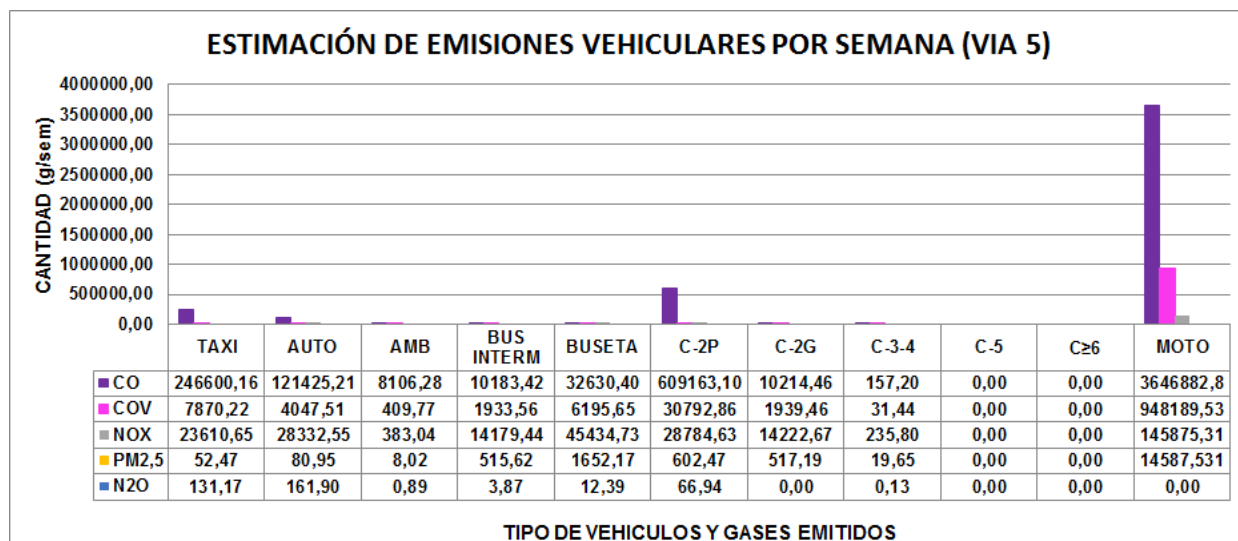


Figura 27. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 5.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 4685363,03 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 1001409,98 g/sem. Ver figura 28.

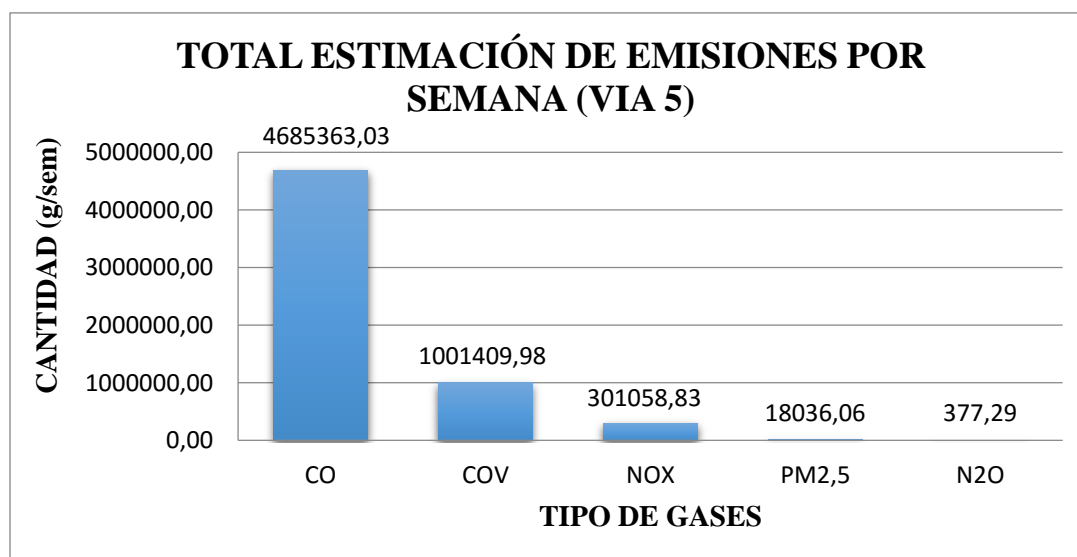


Figura 28. Estimación total de emisiones vía 5.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.6. Estimación de emisiones vía 6.

!Fn j j o! p!e b/

El día más crítico de emisiones fue el viernes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 6.

!Fn j j pof ! p! fn bob.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 29.

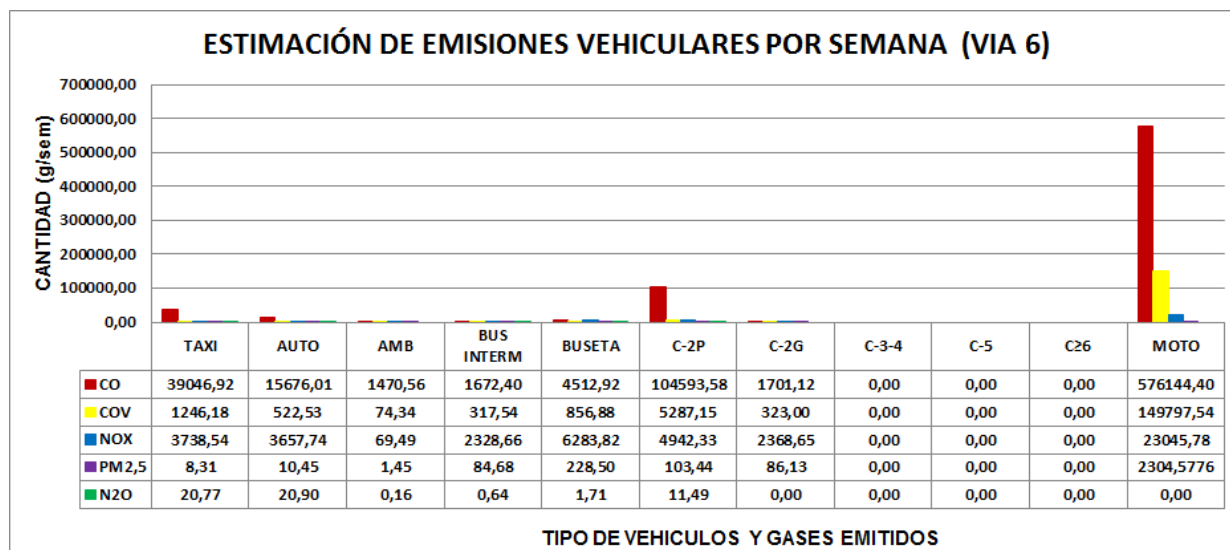


Figura 29. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 6.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 744817,91 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 158425,17 g/sem. Ver figura 30.

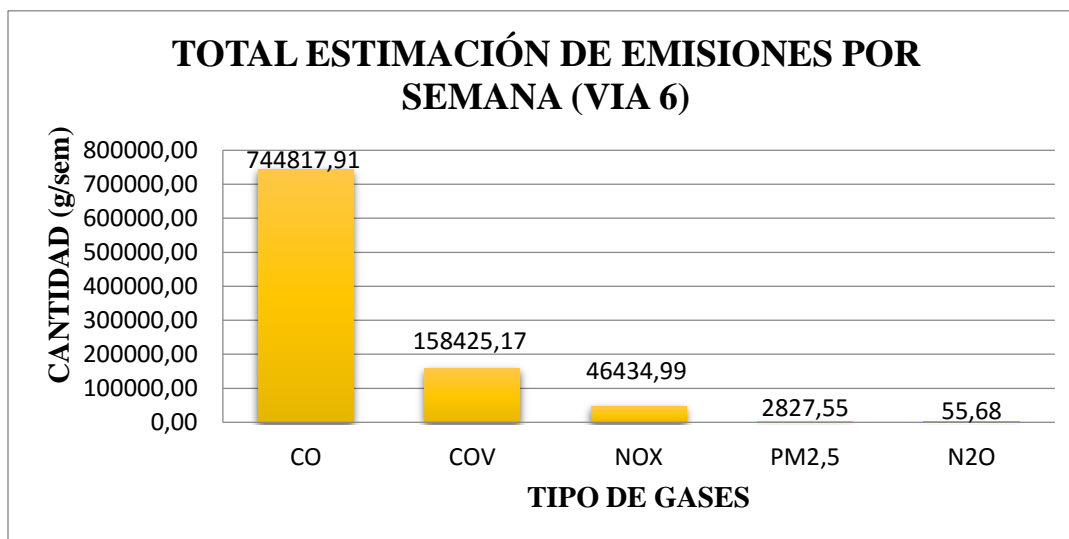


Figura 30. Estimación total de emisiones vía 6.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.7. Estimación de emisiones vía 7.

!Fn j j o! p!e b/

El día más crítico de emisiones fue el sábado y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 7.

!Fn j jpof ! p! fn bob.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 30.

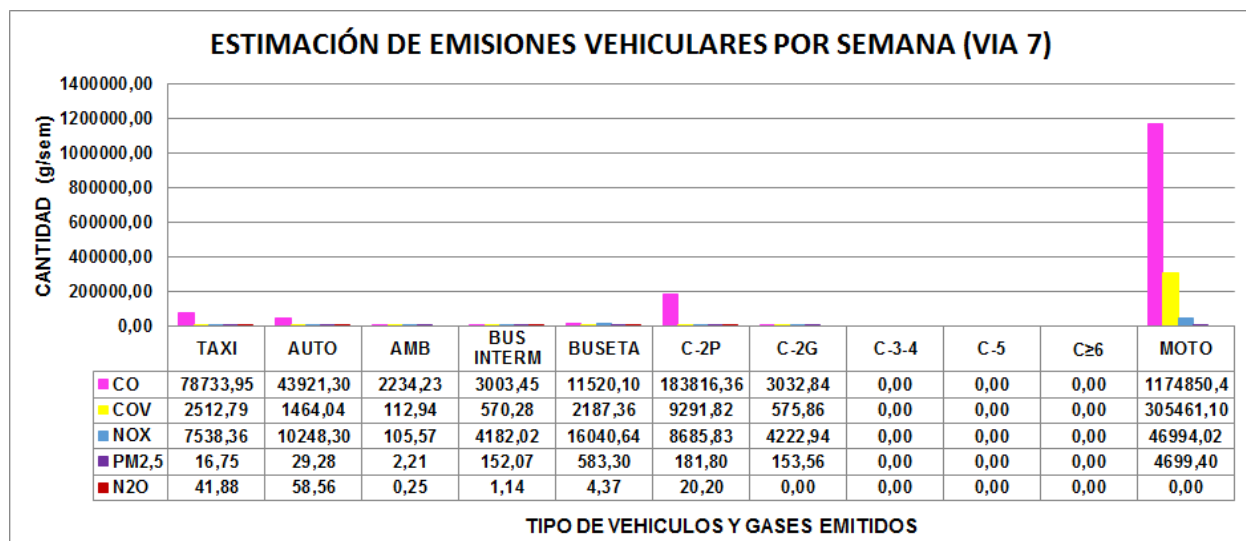


Figura 31. Estimación de emisiones de las diferentes categorías por semana vehiculares vía 7.

Fuente: Autoras del proyecto.

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 1501112,63 g/sem y de segundo están los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 322176,18 g/sem. Ver figura 32.

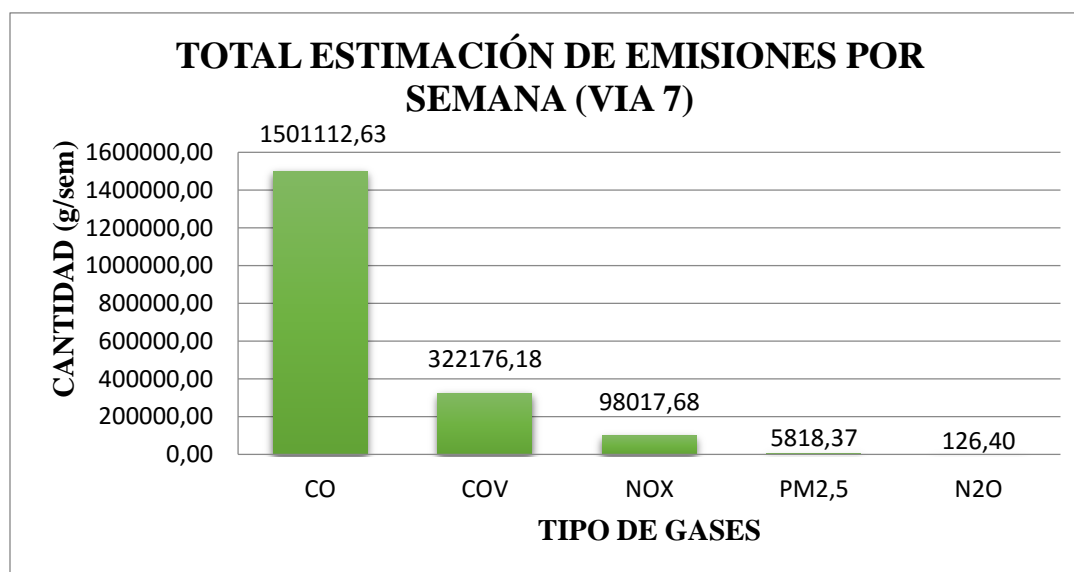


Figura 32. Estimación total de emisiones vía 7.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.4.8. Estimación de emisiones vía 8

!Fn j j o!por día.

El día más crítico de emisiones fue el viernes y el intervalo de tiempo crítica es de 12:00 13:00. Para mayor especificación ver Excel vía 8.

!Fn j jpof ! p! fn bob.

El tipo vehicular que más contribuye a estas emisiones son las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P). Ver figura 33.

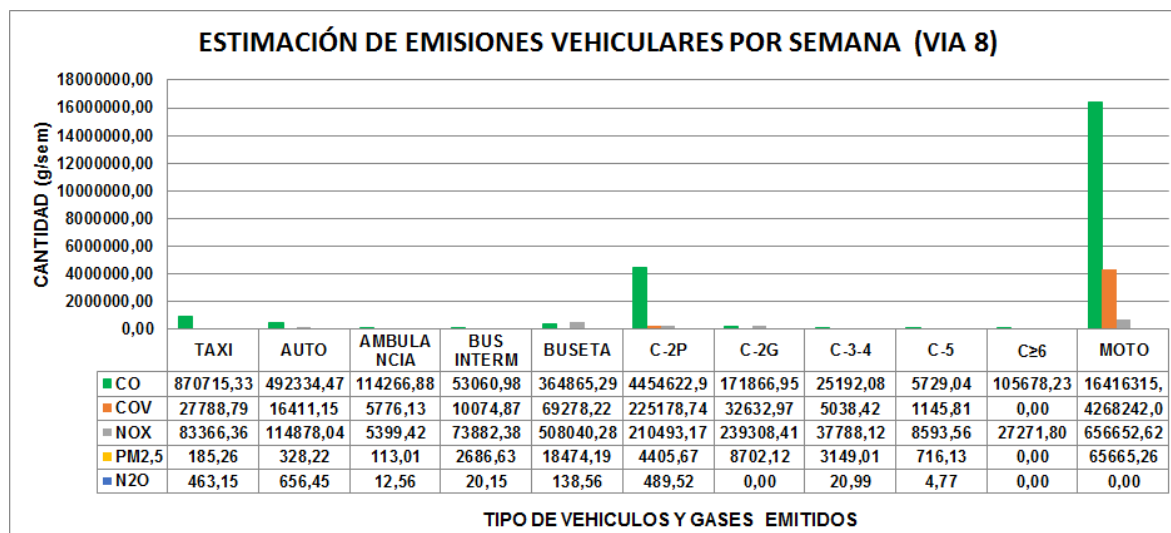


Figura 33. Estimación de emisiones de las diferentes categorías vehiculares por semana vía 8.

Fuente: Autoras del proyecto.

El contaminante más elevado es el monóxido de carbono (CO) con 23074647,74 g/sem, de segundo los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 4661567,14 g/sem. Ver figura 34.

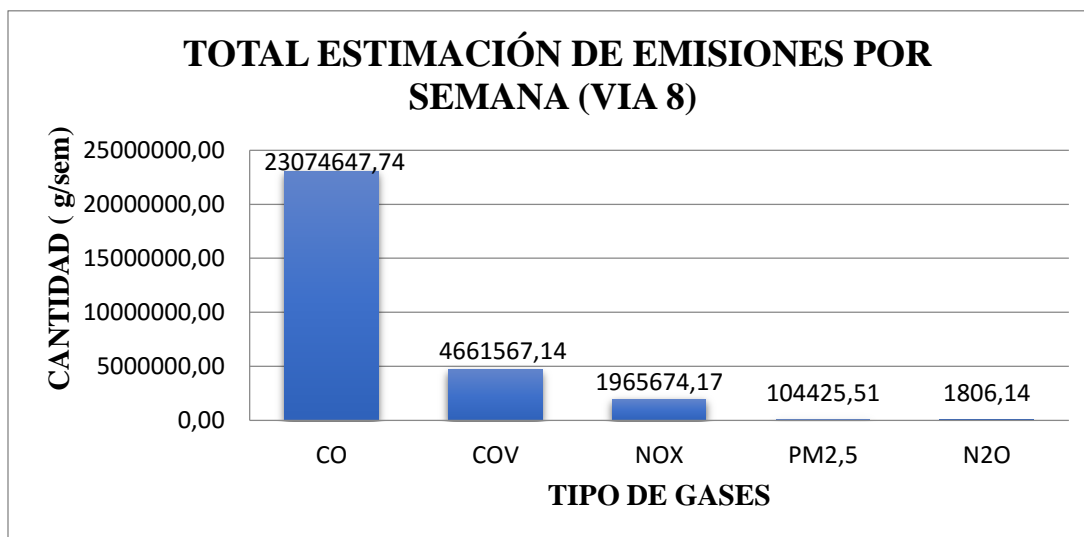


Figura 34. Estimación total de emisiones vía 8.

Fuente: Autoras del proyecto (2016).

2.5. Análisis de resultados

- Análisis de varianza vía 1.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, no se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 5.

Tabla 5.*Análisis de varianza vía 1*

| ANÁLISIS DE VARIANZA VIA 1 | | | | | | |
|----------------------------|------------------|--------|----------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 674992752378,58 | 9,00 | 74999194708,73 | 6,18 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 135632988509,73 | 7,00 | 19376141215,68 | 1,60 | 0,14 | 2,04 |
| Interacción | 886963653565,67 | 63,00 | 14078788151,84 | 1,16 | 0,21 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 3885674906055,69 | 320,00 | 12142734081,42 | | | |
| Total | 5583264300509,67 | 399,00 | | | | |

SC: Suma de Cuadrados; GL: Grados de Libertad; PC: Promedio de los Cuadrados, F: Factor, P: Probabilidad,

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 2.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 6.

Tabla 6*Análisis de varianza vía 2*

| ANÁLISIS DE VARIANZA VIA 2 | | | | | | |
|----------------------------|------------------|--------|----------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 663267468610,84 | 9,00 | 73696385401,20 | 5,74 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 196581490476,58 | 7,00 | 28083070068,08 | 2,19 | 0,03 | 2,04 |
| Interacción | 866513612776,19 | 63,00 | 13754184329,78 | 1,07 | 0,34 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 4105500816496,59 | 320,00 | 12829690051,55 | | | |
| Total | 5831863388360,19 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 3.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños(C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 7.

Tabla 7

Análisis de varianza vía 3

| ANÁLISIS DE VARIANZA VIA 3 | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|--------|-----------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 4321337470981,96 | 9,00 | 480148607886,89 | 5,50 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 1367280624255,30 | 7,00 | 195325803465,04 | 2,24 | 0,03 | 2,04 |
| Interacción | 5617867156202,96 | 63,00 | 89172494542,90 | 1,02 | 0,44 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 27948479449018,00 | 320,00 | 87338998278,18 | | | |
| Total | 39254964700458,30 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 4.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, no se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 8.

Tabla 8*Análisis de varianza vía 4*

| ANÁLISIS DE VARIANZA VIA 4 | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|--------|-----------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 2154081425584,32 | 9,00 | 239342380620,48 | 6,19 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 450590552918,73 | 7,00 | 64370078988,39 | 1,66 | 0,12 | 2,04 |
| Interacción | 2790845398655,97 | 63,00 | 44299133312,00 | 1,15 | 0,23 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 12373890076139,30 | 320,00 | 38668406487,94 | | | |
| Total | 17769407453298,30 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 5.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, no se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 9.

Tabla 9*Análisis de varianza vía 5*

| ANÁLISIS DE VARIANZA VIA 5 | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|--------|-----------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 1956579351211,29 | 9,00 | 217397705690,14 | 6,02 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 469567399687,35 | 7,00 | 67081057098,19 | 1,86 | 0,08 | 2,04 |
| Interacción | 2548943937062,57 | 63,00 | 40459427572,42 | 1,12 | 0,26 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 11558493394959,60 | 320,00 | 36120291859,25 | | | |
| Total | 16533584082920,80 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 6.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, no se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 10.

Tabla 10

Análisis de varianza vía 6

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|--------|---------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 48943371430,17 | 9,00 | 5438152381,13 | 5,99 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 11861726968,84 | 7,00 | 1694532424,12 | 1,87 | 0,07 | 2,04 |
| Interacción | 64022139288,84 | 63,00 | 1016224433,16 | 1,12 | 0,26 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 290529064408,99 | 320,00 | 907903326,28 | | | |
| Total | 415356302096,83 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 7.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, no se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 11.

Tabla 11*Análisis de varianza vía 7*

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 202846241234,98 | 9,00 | 22538471248,33 | 5,96 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 49387068095,66 | 7,00 | 7055295442,24 | 1,86 | 0,07 | 2,04 |
| Interacción | 270108729940,76 | 63,00 | 4287440157,79 | 1,13 | 0,24 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 1210590067152,82 | 320,00 | 3783093959,85 | | | |
| Total | 1732932106424,22 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía 8.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, se presenta relación significativa entre los diferentes días y no hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 12.

Tabla 12*Análisis de varianza vía 8*

| ANÁLISIS DE VARIANZA VIA 8 | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------|----------|----------|-----------------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 39667962502654,10 | 9,00 | 4407551389183,79 | 5,78 | 0,00 | 1,91 |
| Días | 11391923505208,70 | 7,00 | 1627417643601,25 | 2,14 | 0,04 | 2,04 |
| Interacción | 51321096097177,40 | 63,00 | 814620572971,07 | 1,07 | 0,35 | 1,35 |
| Dentro del grupo | 243906703904478,00 | 320,00 | 762208449701,50 | | | |
| Total | 346287686009519,00 | 399,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

- Análisis de varianza vía de todas las vías.

Existe diferencia significativa de emisiones entre los tipos de vehículos, se presenta relación significativa entre los diferentes días y hay un efecto de interacción entre las variables, siendo la más representativa las motocicletas seguido de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) con respecto al monóxido de carbono (CO). Ver tabla 13.

Tabla 13

Análisis de varianza de todas las vías

| ANÁLISIS DE VARIANZA TODAS LAS VIAS | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------|--------|----------------------|------|------|----------------------|
| Origen de las variaciones | SC | GL | PC | F | P | Valor crítico para F |
| Tipos de vehículos | 416305946212431000,00 | 9,00 | 46256216245825600,00 | 4,51 | 0,00 | 1,91 |
| Vías | 188412497775643000,00 | 8,00 | 23551562221955300,00 | 2,30 | 0,02 | 1,96 |
| Interacción | 1024060534537770000,00 | 72,00 | 14223062979691200,00 | 1,39 | 0,03 | 1,33 |
| Dentro del grupo | 3693472749189880000,00 | 360,00 | 10259646525527400,00 | | | |
| Total | 5322251727715720000,00 | 449,00 | | | | |

Fuente: Autoras del proyecto.

Capítulo 5. Conclusiones

El óxido de nitroso (N₂O) es el gas que menos contamina y el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) son los gases más relevantes, aportando como agente contaminante el 77,5 y 16.6% respectivamente, del total de la emisiones (CO, COV, NOX, PM 2.5, N₂O). Siendo las motocicleta, la fuente móvil más representativa, seguida de las camionetas de dos ejes pequeños (C-2P) a pesar de que esta última categoría representa menos volumen que los autos, esto es debido a las características del carburador y del motor los factores de emisión son mayores.

En cuanto al combustible que ingresa al municipio se encuentran la gasolina y el ACPM, y el que más se utiliza es la gasolina representando el 60% del cupo actual. Cabe resaltar que la gasolina contamina menos que el ACPM, pero contribuye en mayor cantidad a las emisiones de monóxido de carbono, debido a que es superior el número de fuentes móviles que consumen gasolina en la región.

La vía que presenta mayor tráfico vehicular y contaminación es el tramo de la vía Nacional, comprendida desde el sector desde los seguros hasta la Ondina. Y la que menos flujo vehicular y contaminación describe es la vía que comunica la entrada del barrio los lagos hasta Juan XXIII.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda que para Ocaña exista un control vehicular con respecto a las motocicletas por parte de las autoridades ambientales competentes, Secretaria de movilidad y tránsito y la administración municipal entre otras; implementando estrategias como el pico y placa, se retome la medida del día sin moto y que se ejerza vigilancia en el cumplimiento de la normatividad vigente sobre la revisión tecnomecanica.

Del mismo modo es importante que se realicen talleres educativos en los diferentes barrios donde se dé a conocer a la comunidad Ocañera los riesgo que produce a la salud y al ambiente la exposición a altas concentraciones de gases emitidos por las fuentes móviles, así mismo realizar jornadas recreativas constantes en donde exista participación e integración ciudadana en diferentes actividades, entre la principal el uso de la bicicleta para que las personas conozcan la importancia de utilizar más a menudo este medio de transporte.

Invitamos a la secretaria de salud a realizar acompañamiento y revisión a los habitantes en especial a los ancianos y niños de la vía de mayor tráfico vehicular, para determinar la afectación de la salud por las concentraciones de gases y material particulado.

Se sugiere que las personas que presenten problemas respiratorios eviten salir a la hora de 12:00-13:00, puesto que en este tiempo el tránsito vehicular es muy crítico y se generan más emisiones de gases contaminantes.

Adecuar Vías alternas que permitan disminuir la concentración vehicular y de contaminantes en las respectivas rutas existentes.

Por último se propone continuar actualizando constantemente la información de las emisiones vehiculares en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

Bibliografías












- Albentosa Sanchez, L. (1979). Contaminación Atmosfericas y Nieblas en las Áreas Urbanas Industrializadas. *Acta Geológica Hispanica*, 5.
- Alcaldía de Ocaña - Norte de Santander. (9 de Febrero de 2014). *Sitio oficial de Ocaña en Norte de Santander, Colombia*. Obtenido de http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml
- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., & Serrano, J. (1999). Contaminantes Atmosfericos y su Vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*, 13. Obtenido de http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v73n2/contam_atmos.pdf
- Balcazár Gonzaga, D. v. (2013). Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3613/3/10295.pdf>
- Cambio Climatico Global. (2014). *CambioClimaticoGlobal.com*. Obtenido de <http://cambioclimaticoglobal.com/que-es-el-cambio-climatico>
- Céspedes Clavijo, T. (2014). Obtenido de http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/colf_espaldasclavijo_tatiana_tesis.pdf
- Congreso de Colombia. (16 de Marzo de 2010). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39180>
- Cook, I. G. (2001). El Medio Ambiente en China. *Anuario Asia Pacifico*, 9.
- Diario La Opinión. (17 de septiembre de 2015). En Ocaña la calidad del aire es moderada. *En Ocaña la calidad del aire es moderada*. Obtenido de <http://www.laopinion.com.co/ocana/en-ocana-la-calidad-del-aire-es-moderada-98539#ATHS>
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (1 de 10 de 2007). Análisis del estado de la calidad del aire. *Análisis del estado de la calidad del aire*. Bogota, Colombia.
- García, J. V., & Tantaleán, J. (07 de 06 de 2008). Evaluación del grado de contaminación del aire en el Centro Histórico de Lima. *UNALM*, 69(4), 1-11.
- García, M., Ramírez, H., Ulloa, H., García, O., Meulenert, Á., & Alcalá, J. (2013). Concentración de contaminantes SO₂, NO₂ y correlación con H⁺, SO₄ temporada de lluvias en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. *Rev Chil Enf Respir*, 81-88.
- Giraldo Serna, K. J. (2011). Obtenido de <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/5372/1/TID00974.pdf>
- Guayanlema Córdova, V. M. (2013). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1860/1/T-UCE-0017-43.pdf>
- Hernandez, E. R. (2001). Obtenido de <http://www.aie.org.ar/downloads/invernadero.pdf>












- Hernandez, L., Téllez, M., Sanín, L., Lacasaña, M., Campos, A., & Romieu, I. (2000). Relación entre Consultas a Urgencias por Enfermedad Respiratoria y Contaminación Atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Salud Pública de México*, 10.
- La gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar. (2000). *Proyectosalohogar.com*. Obtenido de (La gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar, 2000. p.1)
- Llanque Chana, J. (2003). Efectos de la Contaminación Atmosférica en el clima Urbano y Calidad Ambiental de Arequipa. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 12.
- Londoño, J., Correa, M. A., & Palacio, C. A. (2011). Estimación de las Emisiones de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de Fuentes Móviles en el Área Urbana de Envigado, Colombia. *Revista EIA*, 149. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372011000200012
- Manzi, V., Belalcazar, L., Giraldo, E., Zarate, E., & Clappier, A. (2003). Estimación de los Factores de Emisión de las Fuentes Móviles de la Ciudad de Bogotá. *Revista de Ingeniería*, 8. Obtenido de <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/476/657>
- Ministerio de Agricultura, A. y. (2005). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://origin.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (5 de Junio de 2008). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31146>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (24 de Marzo de 2010). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39330>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (2010). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bf-Resoluci%C3%B3n%20610%20de%202010%20-%20Calidad%20del%20Aire.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente. (30 de Noviembre de 1995). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadYServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_2107_301195.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente . (6 de Mayo de 1997). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadYServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1228_060597.pdf
- Molina, L. T., & Molina, M. J. (2006). Air quality in the Mexico. *Eure*, 5. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612006000200009
- Organización mundial de la salud . (2005). Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf
- Orozco, D. T., Gandur, A. F., & Londoño, M. V. (- de 09 de 2006). Regulación ambiental sobre la contaminación, vehicular en Colombia: ¿hacia donde vamos? *Regulación ambiental*












- sobre la contaminación, vehicular en Colombia: ¿hacia donde vamos?* Medellín, Antioquia, Colombia: Centro de Investigaciones Económicas. Universidad de Antioquia.
- Óryan, R., & Larraguibel, L. (2000). Contaminación del Aire en Santiago: Estado Actual y Soluciones. *Perspectivas en Políticas, Economía y Gestión*, 42.
- Ozono Vida Claves. (2007). *ozonoversusvida.blogspot*. Obtenido de <http://ozonoversusvida.blogspot.com.co/>
- Páez, J. C., & Mora, J. A. (- de 2014). TRABAJO DE INVESTIGACION EL IMPACTO AMBIENTAL DEL BIODIESEL EN COLOMBIA. *TRABAJO DE INVESTIGACION EL IMPACTO AMBIENTAL DEL BIODIESEL EN COLOMBIA*. Cucuta, Norte de Santander, Colombia. Obtenido de http://portalcucuta2.udes.edu.co/Portals/0/imagenes/investigaciones/EVENTOS/SALUD_PUBLICA_2013/Documentos/Impacto_ambiental_del_biodiesel_de_Palma_en_Colombia.pdf
- Pareja, A., Hinojosa, M., & Luján, M. (03 de 2011). Inventario de Emisiones Atmosféricas Contaminantes de la Ciudad de Cochabamba, Bolivia, año 2008. *ACTA NOVA*, 5(3), 344-373.
- Placeres, M. R., Olite, F. D., & Toste, M. Á. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2), 1-14. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032006000200008&script=sci_arttext
- Quiceno Rendón, D. M. (2014). Obtenido de http://repository.upbbga.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1484/1/Monograf%C3%ADa_Diana%20M.%20Quiceno.pdf
- Red Ambiental De Asturias. (2015). *www.asturias.es*. Obtenido de <https://www.asturias.es/medioambiente/calidadAire/documentosGenerales/Principales%20contaminantes%20atmosf%C3%A9ricos.pdf>
- Valderrama Espindola, C. J. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información tecnológica*, 23(1), 163-176. doi:10.4067/S0718-07642012000100017

Apéndices












Apéndice B. Aforos vehiculares por semana en las vías seleccionadas

| VIA 1 | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|
| | TAXI | AUTOS | AMBULANCIAS | BUS INTERM | BUSETA | C-2P | C-2G | C-3-4 | C5 | ≥ C6 | MOTO | TOTAL |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| DOMINGO | 91 | 686 | 0 | 4 | 8 | 120 | 20 | 0 | 0 | 0 | 1.867 | 2.796 |
| LUNES | 209 | 844 | 0 | 3 | 150 | 231 | 71 | 0 | 0 | 0 | 7.009 | 8.517 |
| MARTES | 97 | 797 | 0 | 10 | 135 | 201 | 71 | 0 | 0 | 0 | 6.902 | 8.213 |
| MIÉRCOLES | 57 | 674 | 0 | 2 | 96 | 128 | 50 | 0 | 0 | 0 | 6.531 | 7.538 |
| JUEVES | 95 | 755 | 0 | 2 | 138 | 209 | 59 | 0 | 0 | 0 | 6.841 | 8.099 |
| VIERNES | 106 | 695 | 0 | 15 | 113 | 155 | 54 | 0 | 0 | 0 | 7.887 | 9.025 |
| SABADO | 98 | 639 | 1 | 9 | 19 | 227 | 47 | 0 | 0 | 0 | 4.958 | 5.998 |
| TOTAL | 753 | 5090 | 1 | 45 | 659 | 1271 | 372 | 0 | 0 | 0 | 41.995 | 50.186 |












| VIA 2 | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|
| | TAXI | AUTOS | AMBULANCIAS | BUS INTERM | BUSETA | C-2P | C-2G | C-3-4 | C5 | ≥ C6 | MOTO | TOTAL |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| DOMINGO | 405 | 1.172 | 2 | 70 | 473 | 197 | 25 | 0 | 0 | 0 | 3006 | 5.350 |
| LUNES | 641 | 1.838 | 6 | 155 | 1.130 | 607 | 204 | 0 | 0 | 5 | 9.777 | 14.363 |
| MARTES | 578 | 1.620 | 3 | 149 | 1.105 | 570 | 199 | 0 | 0 | 0 | 9.520 | 13.744 |
| MIÉRCOLES | 479 | 1.515 | 4 | 107 | 920 | 448 | 119 | 0 | 0 | 4 | 8.836 | 12.432 |
| JUEVES | 534 | 1.614 | 4 | 122 | 993 | 525 | 142 | 0 | 0 | 5 | 8.969 | 12.908 |
| VIERNES | 543 | 1.689 | 3 | 127 | 1.055 | 561 | 151 | 0 | 0 | 2 | 9.186 | 13.317 |
| SABADO | 432 | 1.796 | 4 | 131 | 825 | 518 | 125 | 5 | 0 | 1 | 7.780 | 11.617 |
| TOTAL | 3612 | 11.244 | 26 | 861 | 6501 | 3426 | 965 | 5 | 0 | 17 | 57074 | 83.731 |

| VIA 3 | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|
| | TAXI | AUTOS | AMBULANCIAS | BUS INTERM | BUSETA | C-2P | C-2G | C-3-4 | C5 | ≥ C6 | MOTO | TOTAL |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| DOMINGO | 348 | 1.864 | 15 | 40 | 18 | 386 | 116 | 8 | 28 | 172 | 5.112 | 8.107 |
| LUNES | 487 | 2.370 | 17 | 84 | 237 | 1.120 | 869 | 131 | 54 | 243 | 11.515 | 17.127 |
| MARTES | 279 | 2.094 | 20 | 58 | 93 | 749 | 337 | 50 | 22 | 117 | 9.556 | 13.375 |
| MIÉRCOLES | 228 | 1.905 | 15 | 62 | 108 | 765 | 198 | 33 | 31 | 117 | 8.422 | 11.884 |
| JUEVES | 311 | 2.164 | 13 | 65 | 132 | 952 | 465 | 12 | 20 | 132 | 9.865 | 14.131 |
| VIERNES | 513 | 2.546 | 31 | 179 | 244 | 1203 | 654 | 45 | 31 | 218 | 10.277 | 15.941 |
| SABADO | 353 | 1.990 | 14 | 43 | 38 | 763 | 387 | 31 | 27 | 110 | 7.831 | 11.587 |
| TOTAL | 2519 | 14.933 | 125 | 531 | 870 | 5938 | 3026 | 310 | 213 | 1109 | 62.578 | 92.152 |












VIA 4

| | TAXI  | AUTOS  | AMBULANCIAS  | BUS INTERM  | BUSETA  | C-2P  | C-2G  | C-3-4  | C5  | ≥ C6  | MOTO  | TOTAL |
|--------------|---|--|--|---|---|---|--|--|---|---|---|---------------|
| DOMINGO | 679 | 1.645 | 3 | 17 | 211 | 161 | 34 | 0 | 0 | 0 | 7.982 | 10732 |
| LUNES | 1187 | 2.074 | 2 | 76 | 690 | 604 | 210 | 0 | 0 | 0 | 15.008 | 19851 |
| MARTES | 694 | 1.284 | 5 | 36 | 375 | 284 | 140 | 0 | 0 | 0 | 12.182 | 15000 |
| MIERCOLES | 664 | 1.285 | 2 | 50 | 332 | 280 | 132 | 0 | 0 | 0 | 13.866 | 16611 |
| JUEVES | 844 | 1.491 | 0 | 43 | 439 | 361 | 151 | 0 | 0 | 0 | 14.279 | 17608 |
| VIERNES | 1006 | 1.698 | 7 | 69 | 638 | 429 | 159 | 0 | 0 | 0 | 15.411 | 19417 |
| SABADO | 755 | 1.540 | 4 | 37 | 282 | 311 | 161 | 1 | 0 | 0 | 11.689 | 14780 |
| TOTAL | 5829 | 11.017 | 23 | 328 | 2967 | 2430 | 987 | 1 | 0 | 0 | 90.417 | 113999 |












VIA 5

| | TAXI  | AUTOS  | AMBULANCIAS  | BUS INTERM  | BUSETA  | C-2P  | C-2G  | C-3-4  | C5  | ≥ C6  | MOTO  | TOTAL |
|--------------|---|--|--|---|---|---|--|--|---|---|---|----------------|
| DOMINGO | 1.501 | 3.509 | 8 | 70 | 270 | 310 | 39 | 1 | 0 | 0 | 8.155 | 13.863 |
| LUNES | 3.120 | 4.657 | 11 | 149 | 489 | 797 | 154 | 0 | 0 | 0 | 22.213 | 31.590 |
| MARTES | 2.943 | 4.418 | 4 | 156 | 449 | 710 | 159 | 0 | 0 | 0 | 21.750 | 30.589 |
| MIERCOLES | 3.220 | 4.623 | 15 | 154 | 544 | 844 | 183 | 9 | 0 | 0 | 21.228 | 30.820 |
| JUEVES | 2.821 | 4.321 | 8 | 150 | 413 | 655 | 154 | 0 | 0 | 0 | 21.849 | 30.371 |
| VIERNES | 3.559 | 4.418 | 12 | 210 | 512 | 1055 | 179 | 0 | 0 | 0 | 22.823 | 32.768 |
| SABADO | 2.862 | 4.951 | 10 | 95 | 476 | 739 | 119 | 0 | 0 | 0 | 21.176 | 30.428 |
| TOTAL | 20.026 | 30.897 | 68 | 984 | 3153 | 5110 | 987 | 10 | 0 | 0 | 139.194 | 200.429 |












VIA 6

| | TAXI  | AUTOS  | AMBULANCIAS  | BUS INTERM  | BUSETA  | C-2P  | C-2G  | C-3-4  | C5  | ≥ C6  | MOTO  | TOTAL |
|--------------|---|--|--|---|---|---|--|--|---|---|---|---------------|
| DOMINGO | 498 | 1.294 | 4 | 35 | 94 | 133 | 27 | 0 | 0 | 0 | 3.266 | 5.351 |
| LUNES | 1.649 | 1.970 | 7 | 84 | 218 | 447 | 76 | 0 | 0 | 0 | 11.573 | 16.024 |
| MARTES | 1.599 | 1.837 | 2 | 84 | 183 | 385 | 78 | 0 | 0 | 0 | 11.171 | 15.339 |
| MIERCOLES | 1.753 | 2.071 | 11 | 91 | 270 | 515 | 102 | 0 | 0 | 0 | 11.227 | 16.040 |
| JUEVES | 1.555 | 1.793 | 5 | 82 | 183 | 355 | 81 | 0 | 0 | 0 | 11.288 | 15.342 |
| VIERNES | 1.714 | 2.127 | 6 | 97 | 245 | 560 | 107 | 0 | 0 | 0 | 11.714 | 16.570 |
| SABADO | 1.514 | 1.842 | 5 | 51 | 221 | 450 | 62 | 0 | 0 | 0 | 11.066 | 15.211 |
| TOTAL | 10.282 | 12.934 | 40 | 524 | 1414 | 2845 | 533 | 0 | 0 | 0 | 71.305 | 99.877 |

VIA 7

| | TAXI  | AUTOS  | AMBULANCIAS  | BUS INTERM  | BUSETA  | C-2P  | C-2G  | C-3-4  | C5  | ≥ C6  | MOTO  | TOTAL |
|--------------|---|--|--|---|---|---|---|--|---|---|---|----------------|
| DOMINGO | 1.003 | 2.215 | 4 | 35 | 176 | 177 | 12 | 1 | 0 | 0 | 4.889 | 8.512 |
| LUNES | 1.471 | 2.687 | 4 | 65 | 271 | 350 | 78 | 0 | 0 | 0 | 10.640 | 15.566 |
| MARTES | 1.344 | 2.581 | 2 | 72 | 266 | 325 | 81 | 0 | 0 | 0 | 10.579 | 15.250 |
| MIERCOLES | 1.467 | 2.552 | 4 | 63 | 274 | 329 | 81 | 0 | 0 | 0 | 10.001 | 14.771 |
| JUEVES | 1.266 | 2.528 | 3 | 68 | 230 | 300 | 73 | 0 | 0 | 0 | 10.561 | 15.029 |
| VIERNES | 1.845 | 2.164 | 6 | 113 | 267 | 495 | 72 | 0 | 0 | 0 | 11.109 | 16.071 |
| SABADO | 2.862 | 4.951 | 10 | 95 | 476 | 739 | 119 | 0 | 0 | 0 | 21.176 | 30.428 |
| TOTAL | 11.258 | 19.678 | 33 | 511 | 1960 | 2715 | 516 | 1 | 0 | 0 | 78.955 | 115.627 |

VIA 8

| | TAXI  | AUTOS  | AMBULANCIAS  | BUS INTERM  | BUSETA  | C-2P  | C-2G  | C-3-4  | C5  | ≥ C6  | MOTO  | TOTAL |
|--------------|---|--|--|---|---|---|---|--|---|---|---|----------------|
| DOMINGO | 2.687 | 6.302 | 45 | 127 | 1.273 | 1.283 | 422 | 51 | 6 | 386 | 21.933 | 34.515 |
| LUNES | 4.452 | 7.491 | 56 | 324 | 2.193 | 2.383 | 1.098 | 85 | 22 | 311 | 39.721 | 58.136 |
| MARTES | 4.128 | 7.250 | 69 | 339 | 2.146 | 2.260 | 1107 | 114 | 35 | 340 | 38.073 | 55.861 |
| MIERCOLES | 3.953 | 7.080 | 50 | 288 | 1.946 | 2.137 | 909 | 82 | 17 | 270 | 38.822 | 55.554 |
| JUEVES | 4.991 | 6.486 | 46 | 306 | 2.287 | 2.287 | 1.103 | 136 | 24 | 212 | 36.609 | 54.487 |
| VIERNES | 4.333 | 7.760 | 65 | 430 | 2.394 | 2.591 | 1.243 | 102 | 36 | 384 | 41.018 | 60.356 |
| SABADO | 3.883 | 7.818 | 53 | 240 | 1.885 | 2.029 | 771 | 72 | 6 | 182 | 34.838 | 51.777 |
| TOTAL | 28.427 | 50.187 | 384 | 2054 | 14.124 | 14.970 | 6653 | 642 | 146 | 2085 | 251.014 | 370.686 |

Apéndice C. Evidencias fotográficas

