 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigésima Milésima Sesión	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(109)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	HEINER CRISANTO VERGEL CAÑIZAREZ, LEICY TATIANA PÁEZ TORRADO		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL		
DIRECTOR	MSC. ALEXANDER ARMESTO ARENAS		
TÍTULO DE LA TESIS	INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POR FUENTES MÓVILES Y MODELACIÓN DE PM10 EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE ÁBREGO, NORTE DE SANTANDER.		
RESUMEN			
<p>EN EL PRESENTE TRABAJO DE GRADO SE REALIZA UN INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFERICAS PARA LAS DOS VIAS PRINCIPALES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE ABREGO, MEDIANTE EL AFORO VEHÍCULAR Y LA ESTIMACIÓN DE LAS EMSIONES HACIENDO USO DE FACTORES DE EMISIÓN, POSTERIORMENTE SE MUESTRA LA MODELACIÓN Y DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS Y SE REALIZA UN ANÁLISI CON SU POSIBLE INCIDENCIA SOBRE LA SALUD DE LAS PERSONAS</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 109	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 31	CD-ROM: 1

INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POR FUENTES MÓVILES Y
MODELACIÓN DE PM10 EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE ABREGO,
NORTE DE SANTANDER

AUTORES:

LEICY TATIANA PÁEZ TORRADO
HEINER CRISANTO VERGEL CAÑIZAREZ

Trabajo para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director:

MSC ALEXANDER ARMESTO ARENAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANATNDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Febrero de 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar esta etapa en mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de angustia y desesperanza, por permitirme conocer personas maravillosas que en este largo camino fueron pieza fundamental en mi aprendizaje; gracias a Liney Andrea Soto Ascanio por ser mi gran apoyo y compañera de carrera, a Heiner Crisanto Vergel Cañizares por ser mi compañero de tesis y no dejarme desfallecer en este proceso, el cual me ayudo a llevar con mucha calma.

Gracias a Dios logro terminar esta etapa muy satisfactoriamente, aunque el mérito no es solo mío, es de toda mi familia que cada día fueron formándome con buenos valores, educación y perseverancia, por ello les agradezco su apoyo incondicional a mis padres; Alonso Páez Arévalo y María Edilma Torrado Páez, a mi hermano Ayuer Farud Páez Torrado por haberme impulsado a alcanzar esta meta de ser una profesional, para así ser su ejemplo a seguir.

Agradezco a la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, por brindarme la oportunidad y conocimientos necesarios para terminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

Mis más sinceros agradecimientos a nuestro Director de tesis el Magister Alexander Armesto Arenas quien dedico parte de su tiempo, apoyándonos en la formación profesional y en la elaboración de este trabajo.

Leicy Tatiana Páez Torrado

AGRADECIMIENTOS

A mi compañera Leicy por ser ese motor de fuerza para hacer realidad este trabajo. A mis padres Argénida Cañizález y Crisanto Vergel que son el motor de lucha para seguir cada día, a cada uno de mis hermanos y sobrinos por ser la esperanza de una mañana mejor. Para cada uno de esos amigos que estuvieron presentes en cada momento de fuerza y debilidad ustedes son mi bastón, en especial Stefania Polania, Jose Fernando Carvajal Yaruro, Hamilton Álvarez y Luis Quintero a quien conocí en el momento adecuado. Anibal Sánchez gracias por ser tan paciente. A mis compañeros de teatro en especial al maestro Kika (QEPD).

Gracias a mi alma mater La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por ser la esperanza para jóvenes del Catatumbo que desean una tierra en paz y productiva con risas en el amanecer y carcajadas en el ocaso.

A mi director el Msc. Alexander Armesto Arenas por su compromiso total con este proyecto y con mi formación como un profesional idóneo.

Y esperaré la muerte, amiga muerte, mientras llueve. Fernando Soto Aparicio

Heiner Crisanto Vergel Cañizález

Índice

RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
Capítulo 1. Inventario de emisiones atmosféricas por fuentes móviles y modelación de PM10 en la zona urbana del municipio de Abrego, Norte de Santander.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitaciones.....	5
1.5.1 Operativa	5
1.5.2 Conceptual.	6
1.5.3 Geográfica..	9
1.5.4 Temporal.....	10
Capítulo 2. Marco Referencial.....	11
2.1 Marco histórico	11
2.1.1 Antecedentes de las emisiones atmosféricas a nivel internacional.....	11
2.1.2 Antecedentes de las emisiones atmosféricas a nivel nacional	14
2.1.3 Antecedentes de las emisiones atmosféricas a nivel local.....	17
2.2 Marco contextual.....	18
2.3 Marco conceptual	20
2.4 Marco teórico	22
2.5 Marco legal.....	26
Capítulo 3. Diseño Metodológico.....	29
3.1 Tipo de investigación	29
3.2 Población y Muestra.....	29
3.3 Recolección y análisis de información.....	30
3.3.1. Determinar las cantidades de emisión y concentración de contaminantes atmosféricos mediante estimación vehicular y factores de emisión	
3.3.2 Análisis de varianza.....	33
3.3.3. Desarrollar la modelación de dispersión de Pm10 utilizando el software ENVI-met de la zona bajo estudio.	34

3.3.4. Análisis cuantitativo del número de casos de enfermedades respiratorias registrado y su correlación con la contaminación atmosférica en Ábrego.

Capítulo 4. Resultados y discusiones.....	36
4.1. Vía 1	38
4.2. Vía 2	44
4.3. Vías 3 y 4.....	50
4.4. Vías 5 y 6.....	59
4.5. Vía 7	68
4.6. Análisis de la varianza de los datos.....	74
4.7. Análisis etario.....	75
Capítulo 5. Conclusiones.....	77
Capítulo 6. Recomendaciones.....	79
Referencias.....	80
APÉNDICE.....	87

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Tipos de Vehículos considerados por el Modelo Civilgeeks</i>	31
Tabla 2. <i>Factores de emisión de las categorías vehiculares</i>	33
Tabla 3. <i>Factor de emisión camión igual o mayor a 6 ejes ($\geq C6$)</i>	33
Tabla 4. <i>Análisis de Varianza generalizado para un Diseño en Bloque Completo Aleatorio</i>	34
Tabla 5. <i>Flujo vehicular diario en el punto 1</i>	43
Tabla 6. <i>Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 1</i>	46
Tabla 7. <i>Flujo vehicular diario en el punto 2</i>	48
Tabla 8. <i>Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 2</i>	51
Tabla 9. <i>Flujo vehicular diario en el punto 3</i>	53
Tabla 10. <i>Flujo vehicular diario en el punto 4</i>	53
Tabla 11. <i>Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a las vías 3 y 4</i>	58
Tabla 12. <i>Flujo vehicular diario en el punto 5</i>	61
Tabla 13. <i>Flujo vehicular diario en el punto 6</i>	61
Tabla 14. <i>Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 5 y 6</i>	66
Tabla 15. <i>Flujo vehicular diario en el punto 7</i>	69
Tabla 16. <i>Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 7</i>	73
Tabla 17. <i>Varianza de los datos por punto y categoría vehicular</i>	75

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la vía 1, el punto 1 y barrios aledaños Ábrego, N. de S.....	38
Figura 2. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 1 Ábrego N. de S.....	40
Figura 3. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 1 Ábrego, N. de S.....	41
Figura 4. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para la vía 1 Ábrego, N. de S.....	42
Figura 5. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de la vía 1 Ábrego, N. de S.....	43
Figura 6. Ubicación geográfica de la vía 2, punto 2 y barrios aledaños Ábrego, N. de S.....	44
Figura 7. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 2 Ábrego N. de S.....	46
Figura 8. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 2 Ábrego, N. de S.....	47
Figura 9. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para la vía 2 Ábrego, N. de S.....	48
Figura 10. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de la vía 2 Ábrego, N. de S.....	49
Figura 11. Ubicación geográfica de las vías 3 -4, puntos 3 – 4 y barrios aledaños Ábrego, N. de S.....	50
Figura 12. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 3 Ábrego N. de S.....	53
Figura 13. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 4 Ábrego N. de S.....	54
Figura 14. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 3 Ábrego, N. de S.....	55
Figura 15. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 4 Ábrego, N. de S.....	55
Figura 16. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para las vías 3 y 4 Ábrego, N. de S.....	57
Figura 17. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de las vías 3 y 4 Ábrego, N. de S.....	58
Figura 18. Ubicación geográfica de las vías 5 – 6, puntos 5 - 6 y barrios aledaños Ábrego, N de S.....	60
Figura 19. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 5 Ábrego N. de S.....	63
Figura 20. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 6 Ábrego N. de S.....	64
Figura 21. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 5 Ábrego N. de S.....	65
Figura 22. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 6 Ábrego N. de S.....	65
Figura 23. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para las vías 5 y 6 Ábrego, N. de S.....	66
Figura 24. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de las vía 5 y 6 Ábrego, N. de S.....	67
Figura 25. Ubicación geográfica de la vía 7 Ábrego, N de S.....	69

Figura 26. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 7 Ábrego N. de S.....	70
Figura 27. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 7 Ábrego N. de S.....	72
Figura 28. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para las vías 5 y 6 Ábrego, N. de S.....	72
Figura 29. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de las vía 5 y 6 Ábrego, N. de S.....	73
Figura 30. Inventario de emisiones atmosféricas semanal por cada vía Ábrego N. de S.....	74
Figura 31. Porcentajes de casos de enfermedades reportadas a la ESE por grupo etario Ábrego N. de S.....	76

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se realiza un inventario de emisiones atmosféricas para las dos vías principales de la zona urbana del municipio de Abrego, mediante el aforo vehicular y la estimación de la emisiones haciendo uso de factores de emisión. La vía Nacional se fragmentó en 7 tramos con puntos establecidos en el centro de cada uno para llevar a cabo el aforo vehicular por un periodo de 12 horas diarias desde las 6 a.m. hasta las 6:00 p.m. durante una semana por punto. Con la información meteorológica obtenida de los históricos del IDEAM se realizó un modelo de dispersión de PM10 de la hora con mayor flujo vehicular por cada vía mediante el uso del software ENVI_MET que permitió la liberación, dispersión y depósito sincrónico de este contaminante criterio a diferentes grados de dirección del viento (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°) en una interfaz que utiliza los datos promedios de la información meteorológica (humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento)

Se solicitó al Hospital Regional Noroccidental de Ábrego información de datos sobre los casos de enfermedades respiratorias que tiene relación con la contaminación atmosféricas (asma, bronquitis, neumonía, tos ferina, sinusitis, laringitis y faringitis) en un histórico de seis meses, toda esta información se comparó con los resultados del modelos para analizar su relación con el aporte que realizan las fuentes móviles con sus las concentraciones estimativas de PM 10.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la contaminación del aire es considerada un problema serio, ya que esta trae repercusiones sobre la salud de la población. El sector transporte corresponde a uno de los que mayores concentraciones emite, lo que es preocupante por el acelerado y significativo aumento del parque automotor. Al igual que al nivel nacional, el municipio de Ábrego, Norte de Santander muestra un aumento en el crecimiento de su parque automotor por lo que se propone la elaboración de un inventario de emisiones atmosféricas por fuentes móviles para conocer las emisiones que generan estas fuentes dentro de la zona urbana, los inventarios de emisiones son herramientas fundamentales ya que juegan un papel muy importante en la proporción de información vital para la generación de modelos que pronostican el comportamiento de la calidad del aire.

La modelación de la dispersión de contaminantes es una técnica para estimar la mezcla y dilución de contaminantes en la atmósfera a partir de aproximaciones matemáticas al fenómeno. A pesar de que simular matemáticamente un fenómeno complejo, como la dispersión de contaminantes atmosféricos, es inexacto, éste se constituye en el instrumento con mayor validez en la planificación y en la adopción de normas para la corrección de situaciones donde se sobrepasen niveles aceptables de impacto atmosférico. El modelo de dispersión de contaminantes arroja información que permitirá conocer las áreas con mayor exposición frente a los contaminantes emitidos por fuentes móviles.

Capítulo 1. Inventario de emisiones atmosféricas por fuentes móviles y modelación de PM10 en la zona urbana del municipio de Abrego, Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

La University College London y Universidad de los Andes, (2013) citan a Larner (2004) quien afirma que en Colombia la contaminación del aire se considera un problema muy serio a nivel nacional, ya que esta tiene repercusiones directas que afectan en el mayor de los casos a la población con escasos recursos, son ejemplos muertes prematuras y hospitalizaciones por enfermedades respiratorias crónicas citado por. En Colombia se evidencia un aumento significativo en el parque automotor que aporta a la contaminación atmosférica, esta producto de que los vehículos emiten por su tubo de escape (como consecuencia de la combustión) sustancias que alteran las condiciones del aire (Castro & Escobar, 2006). INGEI (2010) destacó que la actividad que genera mayores emisiones de CO₂ corresponde al transporte dentro de la categoría de energía (Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales [IDEAM], 2014).

En los últimos años en el municipio de Ábrego al igual que en el nivel nacional se ha observado un aumento en el parque automotor. El municipio en su zona urbana es atravesado por dos vías principales que hacen parte de la red vial nacional (Ministerio de Transporte, 2017), estas son consideradas la más críticas debido a que su uso es de nivel local, regional y nacional con un alto tráfico de vehículos de carga pesada. Además no cuenta con información base sobre la calidad del aire en la zona urbana, dentro de ello se desconocen las emisiones

atmosféricas por fuentes móviles, en qué cantidad, concentración y la manera en que pueden afectar a la población. No se tiene en cuenta las fuentes fijas debido a que estas son escasas en la zona de estudio, además de que generan contaminantes diferentes a los de gases de efecto invernadero.

1.2 Formulación del problema

¿Qué cantidad y tipo de contaminantes atmosféricos se emiten en la zona urbana del municipio de Abrego por fuentes móviles y cómo es la dispersión del PM10?

1.3 Objetivos

1.3.1 General. Elaborar un inventario de emisiones atmosféricas por fuentes móviles mediante estimación vehicular, para la modelación de PM10 en la zona urbana del municipio de Abrego, Norte de Santander.

1.3.2 Específicos. Determinar un estimativo de las cantidades de emisión mediante aforo vehicular y factores de emisión para los contaminantes atmosféricos criterio en la zona urbana del Municipio de Abrego.

Desarrollar una modelación de la dispersión de PM10 utilizando el software ENVI-met de la zona bajo estudio.

Analizar el número de casos reportados de personas enfermas relacionados con la concentración de PM10 modelada de la zona urbana del municipio de Ábrego

1.4 Justificación

Los inventarios de emisiones son herramientas fundamentales ya que juegan un papel muy importante en la proporción de información vital para la generación de modelos que pronostican el comportamiento de la calidad del aire, además de que determinan si se hace necesario instaurar una red de monitoreo de la calidad del aire para el municipio en estudio. Los inventarios se convierten en un componente clave en la gestión ambiental de la calidad del aire donde se permite la recopilación de información sobre los tipos de fuentes de emisiones, procesos y prácticas de control sobre estas, además de hacer un análisis costo-beneficio sobre las estrategias en el control de la contaminación (Universidad Pontificia Bolivariana [UPB], 2010).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] (2010) afirmó que dentro de la Política de prevención y control de la contaminación del aire en Colombia, los inventarios se convierten en una herramienta de gran importancia promovidos para generar información técnica para la orientación de las acciones dirigidas a la toma de decisiones relacionadas con el ambiente y la salud (Gaitán y Cárdenas, 2017).

Uno de los indicadores más significativos del Acuerdo de París corresponde a los valores de la concentración de las emisiones de CO₂ y otros gases en la atmósfera. Las mediciones coherentes, veraces y continuas son un estimulante de acciones por el cambio climático. Se deben desarrollar metodologías que junto con los inventarios de emisiones temporales y

espaciales darán las pautas para la generación de políticas de reducción de gases (Organización Meteorológica Mundial [MMO], 2015).

Los modelos permiten evaluar sistemas de control antes de su implementación, disminuyendo así el riesgo de una elección equivocada en una situación particular. Lo anterior se ve reflejado en la elección de sistemas económica y técnicamente viables (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, s,f)

La modelación de la dispersión de contaminantes es una técnica para estimar la mezcla y dilución de contaminantes en la atmósfera a partir de aproximaciones matemáticas al fenómeno. A pesar de que simular matemáticamente un fenómeno complejo, como la dispersión de contaminantes atmosféricos, es inexacto, éste se constituye en el instrumento con mayor validez en la planificación y en la adopción de normas para la corrección de situaciones donde se sobrepasen niveles aceptables de impacto atmosférico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, s,f).

Debido a la situación que se presenta en la actualidad en el área urbana del municipio de Ábrego con respecto al aumento del parque automotor y teniendo en cuenta que no existe información básica sobre la calidad del aire, este trabajo permitirá conocer estas condiciones, dando las bases para que se tomen las medidas preventivas y si es el caso correctivas.

Este proyecto permitirá el conocimiento acerca de los vehículos que componen el parque automotor, así como un estimativo de la cantidad y concentración de sus emisiones. El modelo

de dispersión de contaminantes arrojará información que permitirá conocer las áreas con mayor exposición frente a los contaminantes emitidos por fuentes móviles, de igual forma la manera en la que se puede ver afectada la población aledaña.

Cabe resaltar que este estudio aportará en el área investigativa de modo que soportará los temas relacionados con inventarios de gases de efecto invernadero, para otros estudios posteriores en temas de contaminación atmosférica. Así como sentará bases para la realización de investigaciones más profundas en relación con la calidad del aire. Al tener la información base se podrá dar las recomendaciones necesarias para la protección de la salud, el ambiente y los recursos naturales, así mismo como el cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Operativa. El trabajo se realizará por los estudiantes Leicy Tatiana Páez Torrado Y Heiner Crisanto Vergel Cañizález en dirección del Msc. Alexander Armesto Arenas con el apoyo de la Universidad Francisco de Paula Santander “Ocaña” y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corponor). Para la realización se llevarán a cabo mediciones por medio de conteo vehicular en puntos estratégicos del casco urbano del municipio de Ábrego, a partir de estos se obtendrá un inventario de emisiones atmosféricas por fuentes móviles que funcionará como base para realizar una estimación del tipo y cantidad de contaminantes emitidos. Se realizará un modelo de dispersión de PM 10 de la hora crítica y se hará un análisis de la relación con las enfermedades respiratorias de la zona urbana de Ábrego frente al aporte que realizan las fuentes móviles.

1.5.2 Conceptual. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (1995) define en el decreto 948 que “Emisión: es la descarga de una sustancia o elementos al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil”.

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente y el Secretario de Tránsito y Transporte de Bogotá, D.C. (2003) describe en la resolución 556 que “Emisión fugitiva: Es la emisión proveniente de la carga descubierta de vehículos”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (1995) en el decreto 948 nos dice que “Fuente de emisión: es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire”.

Atmósfera: capa de aire que rodea la Tierra, siendo la más externa y la menos densa del planeta (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1995).

Aire: gas constituyente de la atmósfera terrestre, formado principalmente de oxígeno (20%) y nitrógeno (77%), y con otros componentes como el dióxido de carbono y el vapor de agua en relación volumétrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1995).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (1995) en el decreto 948 concluye que “Concentración de una sustancia en el aire: es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen del aire en la cual está contenida”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015) en el decreto 1076 comenta que “Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015) en el decreto 1076 considera que “los contaminantes son efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que solos o en combinación, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (1995) en el decreto 948 expresa que “Fuente móvil: Es la 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”.

“Norma de emisión: Es el valor de descarga permisible de sustancias contaminantes, establecido por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de calidad del aire”.

Confirma que “Punto de descarga: Es el ducto, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera”.

Afirma que “Sustancias peligrosas: Son aquellas que aisladas o en combinación con otras, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas, pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovables o al medio ambiente”.

Aclara que “Concentración de una sustancia en el aire: es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen del aire en la cual está contenida”.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010) en la resolución 610 describe que “NO₂ (Dióxido de Nitrógeno): 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”.

Especifica que “CO (Monóxido de carbono): Gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión de combustibles fósiles”.

Expone que “O₃ (Ozono): Gas azul pálido que, en las capas bajas de la atmósfera, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno principalmente) en presencia de la luz solar”.

Describe que “PM₁₀ (Material Particulado Menor a 10 Micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales”.

Declara que “PM2.5 (Material Particulado Menor a 2,5 Micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros nominales”.

Enuncia que “Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire: Conjunto de equipos de medición de calidad del aire instalados sistemáticamente para verificar el cumplimiento de los objetivos de vigilancia de calidad del aire previstos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire”.

Indica que “SO₂ (Dióxido de Azufre): Gas incoloro, no inflamable que posee un fuerte olor en altas concentraciones”.

“Modelos de dispersión atmosférica: son herramientas empleadas para evaluar los impactos ambientales en la calidad del aire generados por las diferentes fuentes de emisión” (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE, 2016, pág. 6).

1.5.3 Geográfica. El inventario de emisiones se llevará a cabo en la zona urbana del municipio de Ábrego el cual está ubicado en la región Noroccidental del Departamento Norte de Santander. Cabecera municipal 8°04'59" latitud Norte y 73°13'26" de longitud Oeste a una altitud de 1.380 m.s.n.m. y con una temperatura aproximada de 20,4 °C. Cuenta con una población: 37.796 habitantes con una distribución de: 11.788 habitantes en la zona urbana (Alcaldía Municipal de Ábrego, 2017).

1.5.4 Temporal. El estudio se desarrollará en un transcurso aproximado de 4 meses desde el inició de su ejecución según los establece el Manual de Inventarios de Fuentes según su propósito por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en consultoría con K2 Ingeniería Ltda.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1 Marco histórico

2.1.1 Antecedentes de las emisiones atmosféricas a nivel internacional. Según (SEMADET, 2017), el principal parámetro caracterizador del material particulado es la granulometría. Las partículas suspendidas en la atmósfera se encuentran en un rango de diámetros comprendidos desde los pocos nanómetros a los varios cientos de micrómetros, dichos tamaños son fácilmente semejables a los que comprendería un virus ultramicroscópico hasta una partícula de polvo visible por el ojo humano.

De otra parte (Gómez C. , 2016), afirma que la atmósfera se contamina por la liberación de partículas, mezclas y sustancias químicas que modifican su composición, poniendo en peligro la vida de los factores bióticos del ecosistema, incluyendo a las personas. Es por esto que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica causa dos millones de muertes prematuras al año en el mundo por la gran contaminación que produce enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Según el autor en los últimos años la contaminación atmosférica ha aumentado mucho por la creación de nuevas industrias, que por su actividad contaminan el ambiente y traen como consecuencias muchas enfermedades a la comunidad como es el caso de las respiratorias y cardíacas que han cobrado varias vidas en diferentes partes del mundo, de igual forma dicha contaminación a generado lluvias acidas, el debilitamiento de la capa de ozono y el cambio climático, muy evidente en todos los países del mundo.

De otra parte dicha contaminación es provocada por los combustibles fósiles en actividades de generación eléctrica, vehículos, uso de disolventes, el tratamiento de desechos, entre otros, todo esto trae como consecuencia la contaminación de la atmósfera tiene efectos sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente. Entre los principales se encuentran:

El aumento de la temperatura global, producción de ácidos corrosivos, generación en las personas como ya se ha mencionado, al igual que el ingreso de rayos ultravioleta del sol a la superficie de la tierra que causa el debilitamiento de la capa de ozono causando daño a las personas y demás seres vivos.

Por otro lado el dióxido de carbono y el gas de efecto invernadero, es el contaminante que está causando en mayor medida el calentamiento de la Tierra. Si bien todos los seres vivos emiten dióxido de carbono al respirar, éste se considera por lo general contaminante cuando se asocia con autos, aviones, centrales eléctricas y otras actividades humanas que requieren el uso de combustibles fósiles como la gasolina y el gas natural, entrando este en contacto con la atmósfera que además de contaminarla produce en los seres vivos muchos problemas de salud como es la intoxicación con monóxido de carbono siendo esta la causa principal de muertes por envenenamiento en el mundo, de igual forma se producen dolor de cabeza, náusea, vómitos, mareo, visión borrosa, confusión, dolor en el pecho, debilidad, falla cardíaca, dificultad para respirar, convulsiones y coma.

Las personas que sufren de enfermedades al corazón o al pulmón son más susceptibles a los efectos del monóxido de carbono, todo lo anterior, porque aún no se tiene una cultura y

conciencia del cuidado del medio ambiente y las consecuencias que estas traen para la salud de los habitantes especialmente con el material particulado y gases de efecto invernadero, siendo estos muy comunes en la zona.

De otra parte es de anotar que según (Organización Mundial de la Salud, 2018), durante los últimos 50 años, la actividad humana, en particular el consumo de combustibles fósiles, ha liberado cantidades de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero suficientes para retener más calor en las capas inferiores de la atmósfera y alterar el clima mundial. Es por esto que a nivel del mar está aumentando, los glaciares se están fundiendo y los regímenes de lluvias están cambiando. Los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más intensos y frecuentes.

Aunque el calentamiento mundial puede tener algunos efectos beneficiosos localizados, como una menor mortalidad en invierno en las regiones templadas y un aumento de la producción de alimentos en determinadas zonas, los efectos globales para la salud del cambio climático serán probablemente muy negativos (Organización Mundial de la Salud, 2018). El cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud, a saber, un aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura.

Es por esto que las temperaturas extremas del aire contribuyen directamente a las defunciones por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, sobre todo entre las personas de edad avanzada. En la ola de calor que sufrió Europa en el verano de 2003, por ejemplo, se registró un exceso de mortalidad cifrado en 70 000 defunciones. De otra parte la (Organización Mundial de la Salud, 2018), afirma que las temperaturas altas provocan además un aumento de

los niveles de ozono y de otros contaminantes del aire que agravan las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Los niveles de polen y otros alérgenos también son mayores en caso de calor extremo. Pueden provocar asma, dolencia que afecta a unos 300 millones de personas. Se prevé que el aumento de las temperaturas que se está produciendo aumentará esa carga.

Es ahí donde radica la importancia de cuidar el medio ambiente ya que los cambios climáticos producidos por la contaminación o los efectos de invernadero pueden ocasionar desastres naturales que son muy difíciles o imposibles de mitigar y por lo que se debe empezar a trabajar para reducir dichos efectos y evitar las enfermedades que se están viendo en la comunidad y que en muchas ocasiones llevan a la muerte.

Por lo tanto los países industrializados han tomado medidas para reducir los niveles de dióxido de azufre, niebla tóxica y humo para mejorar la salud de sus habitantes. Sin embargo, uno de los resultados, no previsto hasta hace poco, es que unos niveles de dióxido de azufre más bajos podrían, de hecho, empeorar el calentamiento global. Del mismo modo que el dióxido de azufre de los volcanes puede enfriar el planeta al bloquear el paso de la luz del sol, la reducción de la cantidad de este compuesto presente en la atmósfera hace que pase más luz solar, lo que calienta la Tierra. Este efecto se magnifica cuando cantidades altas en la atmósfera de otros gases invernadero hacen que se retenga el calor adicional (National Geographic, 2015).

2.1.2 Antecedentes de las emisiones atmosféricas a nivel nacional. Según la investigación realizada por (Londoño, Correa, & Carlos, 2011), en las últimas décadas la problemática de la contaminación del aire ha sido de mucho interés, en el nivel local, regional y

global, desde el punto de vista ambiental y de la salud humana. La presencia de partículas, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos y óxidos de azufre y nitrógeno en áreas urbanas se ha señalado como la responsable de tal problemática. De acuerdo con los reportes presentados por la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire –Redaire– (red establecida mediante convenio interinstitucional para el estudio de la calidad del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá), esta situación no le es ajena al Valle de Aburrá, y el panorama no es nada alentador, debido a que en algunos puntos se están presentando eventos de calidad del aire que sobrepasan los niveles máximos permisibles, de acuerdo con la normativa nacional vigente. En aquellos puntos donde no se ha sobrepasado la norma, la tendencia es al deterioro de la calidad del aire, según el Área Metropolitana del Valle de Aburrá –AMVA– (2006).

Se debe tener claro que según la investigación realizada en Envigado las partículas de monóxido de carbono, en los últimos años está causando grandes daños en la salud de los seres vivos y esto ha llevado a la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, con el consecuente detrimento de oxigenación de órganos y tejidos, así como disfunciones cardíacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatiga; estos efectos pueden producirse tanto sobre el ser humano como sobre la fauna silvestre.

De igual forma el clima se ve muy afectado y es por esto los cambios que en los últimos años se ha visto tan marcado, formando gases de efecto invernadero, lo que permite la lenta oxidación para formar CO₂, proceso durante el cual también se genera O₃.

Es por esto que este tipo de investigaciones deben llevar a plantear estrategias y programas para mitigar dichos efectos, al igual que realizar educación ambiental en las comunidades afectadas, con el objetivo de lograr un mayor conocimiento de las consecuencias de dichos efectos y empezar a prevenirlos y mitigarlos, evitando los efectos presentados o evidenciados en el momento.

De otra parte en Colombia se ha visto que la contaminación del aire es una de las mayores preocupaciones para los colombianos ya que es el mayor generador de costos sociales después de la contaminación del agua y de los desastres naturales. Estos costos han sido estimados en el 2004, como 1.5 billones de pesos anuales y están relacionados con efectos sobre la salud pública, mortalidad y morbilidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2005).

El contaminante monitoreado de mayor interés, dado sus efectos nocivos sobre la salud humana es el material particulado (PM10 y PST), ya que con frecuencia las concentraciones de este contaminante superan los estándares ambientales de la regulación vigente. Por lo tanto, se ha identificado que el aporte más importante de emisión de contaminantes a la atmósfera proviene principalmente de las industrias y el rodaje del parque automotor, para lo cual se han establecido algunas medidas (Ministerio del Medio Ambiente, 2005).

Consciente de la problemática y del impacto que genera la contaminación atmosférica, en los últimos años el país ha establecido medidas a nivel normativas, institucional, y operativo que se han mejorado y actualizado contando con herramientas claras para afrontar la situación de la calidad del aire, que incluyen elementos para el control de las emisiones atmosféricas y de ruido

generadas por fuentes fijas y móviles y mejora en la calidad de los combustibles.

Según la investigación del Ministerio del Medio Ambiente en el país son abundantes las fuentes de contaminación ejemplo de estas son las fuentes de emisión se clasifican en móviles fijas y de área. El consumo de combustibles fósiles es la principal causa de la contaminación del aire en las ciudades. El MAVDT estima¹² que el 41% del total de las emisiones se genera en ocho ciudades y para contrarrestarlas se han expedido muchas Normas y Leyes que no han mitigado en gran medida los efectos de dichas contaminaciones y es por esto que se ve a diario las enfermedades respiratorias y cardiacas que aquejan a la comunidad en general (Ministerio del Medio Ambiente, 2005).

2.1.3 Antecedentes de las emisiones atmosféricas a nivel local. Según (Galvis, 2016), 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.

Con lo que se concluyó que 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 (Galvis, 2016).

2.2 Marco contextual

El proyecto se ejecutara en el casco urbano del municipio de Abrego, Norte de Santander

Fundado en 1765. Está limitado a tan sólo 178 km de San José Cúcuta, con una temperatura de 21 °C. La arquitectura del distrito de riego en 1964 sobre los ríos Frío y Oroque han hecho del bello valle de Abrego de la jurisdicción, cercada vocación agrícola, es el principal productor de cebolla cabezóna roja del departamento (Salazar, Historia de Abrego, 2015).

Según la (Corporación autónoma regional, 2017), los principales problemas que afectan el medio ambiente y los recursos naturales del Departamento Norte de Santander, tienen que ver con: la extracción incontrolada de madera en la reserva forestal del Catatumbo, pérdida de bosques protectores de aguas en las microcuencas abastecedoras de los acueductos municipales, acelerado crecimiento subnormal de Cúcuta y su área metropolitana, impactos ambientales negativos ocasionados por la infraestructura vial y la construcción, contaminación de las fuentes hídricas por aguas residuales domésticas, industriales, basuras y agroquímicos; impacto ambiental negativo por la explotación de minas de carbón y roca caliza; contaminación atmosférica en el Municipio de Cúcuta y su área metropolitana; uso inadecuado de suelos, problemas socio ambientales de los pequeños productores agropecuarios.

De otra parte se debe mencionar que en Norte de Santander, según el informe del (Diario La Opinión, 2017), de la última medición (2012), produce 6,71 millones de toneladas equivalentes de CO₂ (puesto 16 entre los departamentos). Al disminuir las emisiones absorbidas se reducen a 4,7 toneladas de este gas carbónico, esto corresponde al 74,35% de los GEI. Al anterior se suma la producción de Metano CH₄ (18,11%), y N₂O (7,21%).

La principal fuente de emisiones GEI en nuestro departamento corresponde a la resiembra de cultivos de palma y café, aunque estas se compensan con las absorciones debidas al

crecimiento de los mismos cultivos. En cambio el convertir bosques en pastizales y a otras tierras forestales significó el 22% de las emisiones de GEI.

En su orden subsiguiente encontramos las industrias manufactureras y de la construcción (7%), remoción de leña y carbono de los suelos en bosques neutrales (7%), fermentación entérica del ganado bovino (6%), uso de combustible en transporte terrestre (5%), actividades de minería subterránea (4%), por orina y estiércol de animales en pastoreo (3%), quema de combustible en centrales termoeléctricas (3%), residuos sólidos (3%), quema de combustibles en producción de coque y de carbón vegetal (2%), quema de combustibles residencial y comercial (1,7%). Como se puede ver la situación regional es bastante diferente a la nacional (Diario La Opinión, 2017).

2.3 Marco conceptual

Según (Duménil, 2014), la historia de las emisiones de gases de efecto invernadero en España desde 1990 hasta la actualidad. El texto pone de manifiesto el papel de las diferentes actividades y gases, y compara la evolución española con la de la Unión Europea. Resalta también que el crecimiento de las emisiones, del cual puede considerarse responsable a la demanda interior española, fue durante la etapa del boom económico mucho mayor que el que señalan las estadísticas oficiales, dado que las emisiones asociadas a las importaciones superaron con mucho a las generadas en el país para producir bienes exportados.

El consumo energético ocasiona las emisiones más importantes y sólo una transición hacia la “descarbonización del modelo energético” podría cambiar radicalmente las cosas. Durante unos años se registró cierto éxito en el desarrollo de ciertas energías renovables; no

obstante, el hecho más relevante es que el peso de los combustibles fósiles respecto al total de la energía primaria en el Estado español se mantiene por encima del 75% y la principal fuente de energía sigue siendo el petróleo.

La crisis hundi6 las emisiones, pero m6s all6 de este efecto coyuntural se deber6 avanzar no s6lo hacia una sociedad m6s justa y que sit6e el bienestar de las personas y no los beneficios y el crecimiento econ6mico en el centro de las pol6ticas, sino tambi6n hacia una mayor sostenibilidad ambiental. Los 6ltimos datos y las recientes decisiones pol6ticas no permiten ser en absoluto optimistas (Dum6nil, 2014).

En cuanto a la Emisi6n fugitiva proveniente de la carga descubierta de veh6culos, se debe decir que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se han convertido en un problema internacional, como dicta el Acuerdo de Par6s (AP), adoptado el 12 de diciembre de 2015 en la 21 Conferencia de las Partes de la Convenci6n de Naciones Unidas sobre Cambio Clim6tico (CC). Este acuerdo tiene los siguientes objetivos, i) mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de dos grados cent6grados con respecto a los niveles preindustriales, ii) aumentar la capacidad de adaptaci6n a los efectos adversos del cambio clim6tico promoviendo la resiliencia al clima y un desarrollo con baja emisi6n de gases de efecto invernadero, (Pareja et al. 2012) iii) situar los flujos financieros en un nivel compatible para alcanzar estos fines.

El 20 de octubre de 2010 se crea la Entidad Ejecutora de Conversi6n a Gas Natural Vehicular (EEC-GNV), mediante Decreto Supremo N6 0675, con la finalidad de Contribuir al

Cambio de la Matriz Energética a través de la Ejecución de los Programas de Conversión a gas natural vehicular (GNV). El compromiso de la EEC-GNV es reducir el alto consumo de gasolina especial y Diésel oíl, que ocasiona la importación de los carburantes y por ende el costo de la subvención otorgada por el Estado a través de la conversión de vehículos de combustibles líquidos a GNV (Flores, 2004.).

Según el (Instituto Nacional de Ecología y cambio Climatico, 2017), la contaminación del aire incluye elementos de origen natural y emisiones resultantes de actividades humanas. Los contaminantes atmosféricos pueden ser compuestos gaseosos, aerosoles o material particulado. Entre los contaminantes gaseosos se encuentran el ozono, los óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos. El material particulado se caracteriza, a su vez, por partículas suspendidas totales, partículas suspendidas menores a diez micras y partículas suspendidas con diámetro menor a 2.5 micras.

Fuentes móviles

Son los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijas con motores de combustión y similares, que por su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

2.4 Marco teórico

En el 2005, la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó un estudio de comparación de las distintas regiones en el mundo, concluyendo que Asia y Latinoamérica tienen

concentraciones mayores de PM10 que Europa y Norteamérica debiéndose principalmente a su crecimiento en producción industrial y el uso de combustibles de baja calidad (WHO, 2005). Con respecto al SO₂, se encontró que hay altos niveles de concentración en algunas ciudades de China debido al incremento en el uso del carbón como fuente de energía y algunas ciudades de África que presentan concentraciones medias anuales de 100 µg/m³. Hoy en día, la norma de límite dada por la OMS es de 24 µg/m³ en 24 horas (WHO, 2005).

El NO₂ es uno de los contaminantes con más incidencia en el mundo pues su principal causa de emisión son las fuentes móviles; aproximadamente, el 55% de las emisiones de un centro urbano corresponden a éste. En Latinoamérica, São Paulo y México D.F. presentan concentraciones de 70 µg/m³ y 85 µg/m³ respectivamente, seguidas de Beijing con 65 µg/m³. Según la OMS, se recomienda una concentración máxima de 40 µg/m³ en promedio anual.

Para tener un conocimiento más acertado y sencillo sobre el tema, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) estandarizó una medida de calidad del aire general para que el público pueda entender mejor el estado de contaminación conocido como el Índice de Calidad del Aire (ICA), que ubica aproximadamente cómo está el aire en el sitio de interés de un modo cualitativo. Lo clasifica de acuerdo a Bueno (0-50), Moderado (51-100), Desfavorable para Grupos Sensibles (101-150), Desfavorable (151-200), Muy Desfavorable (201-300), Peligroso (301-500). En el caso de Colombia, esta medida se utiliza frecuentemente en Cali para informar mensualmente a los habitantes sobre la calidad del aire en la ciudad (Ramirez, 2013).

De otra parte es necesario afirmar que el tema de contaminación del aire empezó a ser un problema para los científicos al presentarse eventos como los de Meuse Valley en 1930, donde murieron más de 60 personas por emisiones de SO₂ y fluorocarbonados; el de Donora Pennsylvania en 1948, dando muerte a más de 20 personas por emisiones de material particulado, y el más importante, en Londres en 1952 con la muerte de más de 4,000 personas también por presencia de partículas en exceso en el ambiente. Esto dio la alerta para tomar medidas radicales a nivel mundial en términos políticos y científicos (De Nevers, 1998).

Hoy en día en Colombia, el 74% de la población identifica a la contaminación del aire como uno de los problemas más serios en el país además porque afecta directamente a la población de bajos recursos. Genera aproximadamente 7000 casos de muertes prematuras anuales, 7400 nuevos casos de bronquitis crónica, 13000 hospitalizaciones por causa de enfermedad respiratoria crónica y 255000 visitas a salas de urgencia (AAF Internacional, 2015)

Contaminantes Criterio en el Mundo. El comportamiento de los gases en la atmósfera depende no sólo de las características químicas del componente y del ambiente donde se encuentra, sino además de condiciones físicas y meteorológicas donde se emiten. Por esto, las entidades regulatorias ambientales toman las decisiones de estandarizar unos niveles máximos permisibles de concentración para cada uno de los contaminantes criterios. De aquí que las normas de calidad del aire en el mundo están siendo cada vez más exigentes y tienen mayor similitud a nivel global (Secretaría del medio ambiente y recursos naturales, 2013).

Por último se menciona que (Casado, 2010) , en su teoría P.G.C.A, apporto según el Programa Regional de Aire Limpio con el apoyo de la Cooperación Suiza a través de SWISSCONTACT un estudio en el cual se realizó una Elaboración de LMPs para la Industria Ladrillera 14 Proyecto Demostrativo en Arequipa colocando una chimenea en un horno artesanal y se midió la concentración de emisiones.

Por lo que deben ser consideradas como fuentes de emisión de área y sus acciones de adecuación pueden ser manejadas en forma asociativa. Son una buena opción para celebrar Acuerdos de Producción Limpia, el principal impactos que genera la actividad de fabricación de ladrillos es sobre la calidad del aire y en segundo lugar sobre la morfología del terreno En el primer caso debido principalmente a las emisiones de humos procedentes de los hornos en la etapa de cocción que causan efectos directos e indirectos sobre la salud humana, la flora, la fauna, los cuerpos de agua, y contribuyen al cambio climático global.

Bady Mancilla junio obtuvo un análisis de la calidad del aire el cual se realizó mediante la inventariarían de emisiones contaminantes, empleando equipos de ingeniería consistente en bombas de succión tipo MSA, con flujos de aire calibrados y filtros de impacto de membrana especial tipo IWS-B (PVC) las cuales captan partículas menores a diez micras este instrumento de diagnóstico coadyuvará en la toma de decisiones racionales, medidas y acciones que reduzcan los efectos negativos producidos por esta industria.

Uno de los más importantes contaminantes producidos por la industria ladrillera es la producción de polvo, que se produce por la extracción de arcilla, materia prima para la

elaboración de ladrillos, la misma que es explotada de forma irracional, y sin ningún tipo de medidas de seguridad, por lo cual se realizó la evaluación polvométrica en las empresas productoras de ladrillo existe un elevado número de partículas suspendidas, concretamente polvo, originados por el movimiento de tierra sin ningún tipo de restricción, así mismo producido por voladura para extracción de material arcilloso, no observándose ningún tipo de seguridad industrial provocando enfermedades respiratorias en los obreros como en la población circundante a esta zona (Siñai, 2011).

2.5 Marco legal

En el marco legal se recopilan normatividad vigente en el país, relacionadas con el tema de investigación y es por esto que se cita en primer lugar la Constitución Política de Colombia en su artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

El Congreso de Colombia (1993) Se decreta la ley 99 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Esta Ley fue expedida para proteger el medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes.

Decreto 948 de 1995, normas para la protección y control de la calidad del aire, el Decreto 979 del 03 abril 2006, por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. El decreto reglamente la declaración de los niveles de prevención, alerta y emergencia y las áreas fuente de contaminación (Ministerio de Ambiente, 1995)

De igual forma la Resolución 2254 del 2017 por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. (Ministerio de Ambiente, 1995)

La presente resolución establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión y adopta disposiciones para la gestión del recurso aire en el territorio nacional, con el objeto de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que pueda ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmósfera.

Se reglamenta:

Artículo 2. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio.

Artículo 10. Rangos de concentración para la declaratoria de los niveles de prevención, alerta o emergencia.

Artículo 19. La descripción general del índice de calidad del aire.

En la Resolución 650 de 2010, se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, de igual forma en la resolución 2154 de 2010, se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones (Ministerio de Ambiente, 1995)

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

Según (Rivas, 1995)Rivas (1995) señala que la investigación descriptiva, “trata de obtener información acerca del fenómeno o proceso, para describir sus implicaciones”. Este tipo de investigación, no se ocupa de la verificación de la hipótesis, sino de la descripción de hechos a partir de un criterio o modelo teórico definido previamente. En la investigación se realiza un estudio descriptivo que permite poner de manifiesto los conocimientos teóricos y metodológicos del autor para darle solución al problema a través de información obtenida de la comunidad. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

3.2 Población y Muestra

La población corresponde a todas las vías de la zona urbana del municipio de Ábrego por las que transitan fuentes móviles diariamente. En cuanto a la muestra esta se encuentra compuesta por la vía nacional (Carreras 5^a, 6^a y Calle 18 entre el estadio municipal Hermes Vergel y la carrera 5^a).

3.3 Recolección y análisis de información

3.3.1. Determinar las cantidades de emisión y concentración de contaminantes atmosféricos mediante estimación vehicular y factores de emisión en la zona urbana del Municipio de

Abrego. La vía Nacional se fragmentará en 7 tramos que serán llamados vías con puntos establecidos en el centro de esta para llevar a cabo el aforo vehicular por un periodo de 12 horas diarias desde las 6 a.m. hasta las 6:00 p.m. durante una semana por punto llenando la información en el formato para inventario de fuentes móviles (APÉNDICE A) donde se especifica el tipo de vehículo y la cantidad que de estos transitan. Según considera EL MANUAL DE INVENTARIO DE FUENTES MOVILES del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en consultoría de K2 Ingeniería Ltda. Para la evaluación de emisiones de vehículos automotores de manera individual es impráctico debido al elevado número de estos, por esto el método consiste en clasificar los vehículos en categorías similares y de esta manera calcular un estimativo las emisiones por grupos. En la tabla 1 se muestra la clasificación adoptada por Civilgeeks (2012).

VÍA 1: Calle 18 entre El Estadio Municipal y la Carrera 3ª

VÍA 2: Calle 18 entre Carreras 3ª y 5ª

VÍA 3: Carrera 5 entre Calles 11 y 18

VÍA 4: Carrera 6 entre Calles 11 y 18












VÍA 5: Carrera 5 entre Calles 7 y 11

VÍA 6: Carrera 6 entre Calles 7 y 11

VÍA 7: Carrera 6 entre Calles 1 y 6D

Tabla 1.

Tipos de Vehículos considerados por el Modelo Civilgeeks (2012).

CATEGORIAS VEHICULARES										
TAXI	AUTOS	AMBULANCIAS	BUS INTERM	BISETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	MOTO
										

Nota. Fuente: Peñalosa, Y. (2012). Civilgeeks Ingeniería y Construcción. Recuperado de:

<https://civilgeeks.com/2012/06/08/formato-excel-para-aforos-vehiculares/>

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).

≥C6: Camión igual o mayor a 6 ejes (Tracto camión de tres ejes con semirremolque de tres ejes)

Según lo establece EL MANUAL DE INVENTARIO DE FUENTES MOVILES del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en consultoría de K2 Ingeniería Ltda. Se debe utilizar una ecuación básica (Ecuación 1) para la estimación de las emisiones de los vehículos de los automotores que requiere la multiplicación de los datos de actividad vehicular por un factor de emisión apropiado. Este cálculo básico se expresa en la Ecuación 1:

$$E_p = KRV * FE_p \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

$$E_p = \text{Emisiones totales del contaminante} \left[\frac{Kg}{\text{día}} \right]$$

$KRV = \text{Kilometros recorridos por el vehículo}$

$$FE_p = \text{Factor de emisión del contaminante } p \left[\frac{Kg}{Veh - Km} \right]$$

La Ecuación 1 puede expresarse de modo que los factores de emisión se presenten en unidades de peso de contaminante por día, siendo preferible que los KRV se estimen a partir de modelos de transporte aplicables al lugar del inventario o de conteos de vehículos en circulación lo que se conoce como Tráfico Promedio Diario (TPD). Es así como la Ecuación 1 puede se muestra de la siguiente manera:

$$E_p = TPD * L * FE_p \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

$$E_p = \text{Emisiones totales del contaminante} \left[\frac{Kg}{\text{día}} \right]$$

$$TPD = \text{Tráfico Promedio Diario} \left[\frac{Veh}{\text{día}} \right]$$











$L: \text{Longitud de vía [km]}$

$$FE_p = \text{Factor de emisión del contaminante } p \left[\frac{Kg}{Veh - Km} \right]$$

Nota: para el cálculo de emisiones se hizo uso de la ecuación 2, 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.


Se utilizarán los siguientes factores de emisión especificados en las tablas 2 y 3:

Tabla 2
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

Nota. Fuente: Herrera, D. (2007). *Modelo de emisiones vehiculares para la ciudad de Bogotá* (Tesis de pregrado), Universidad de los Andes, Colombia.

Tabla 3
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

Nota. Fuente: Herrera, D. (2007). *Modelo de emisiones vehiculares para la ciudad de Bogotá* (Tesis de pregrado), Universidad de los Andes, Colombia.

3.3.2 Análisis de varianza

Se tabularán los datos, de acuerdo al lugar, cantidad de contaminante emitido y el tipo de fuente y luego se hará el análisis de varianza por bloques completamente al azar (tabla 4).

Tabla 4.
Análisis de Varianza generalizado para un Diseño en Bloque Completo Aleatorio

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	E (CM)		Fc
				Modelo I	Modelo II	
Bloques	(r-1)	$\frac{\sum_{j=1}^r Y_j^2}{t} - \frac{Y^2}{rt}$	$\frac{SC_{Bloques}}{(r-1)}$	$\sigma_e^2 + \frac{t \sum_{j=1}^r \beta_j^2}{(r-1)}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_\beta^2$	$\frac{CM_{Bloques}}{CM_{error}}$
Tratamientos	(t-1)	$\frac{\sum_{i=1}^t Y_i^2}{r} - \frac{Y^2}{rt}$	$\frac{SC_{Tratamiento}}{(r-1)}$	$\sigma_e^2 + \frac{r \sum_{i=1}^t \tau_i^2}{(t-1)}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_\tau^2$	$\frac{CM_{Bloques}}{CM_{error}}$
Error	(r-1)(t-1)		$\frac{SC_{Tratamiento}}{(r-1)(t-1)}$	σ_e^2	σ_e^2	
Total	(rt-1)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ji}^2 - \frac{Y^2}{rt}$				

Nota. Fuente: Flores, E. (s.f.). Monografías Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos100/metodos-estadistico-investigacion/metodos-estadistico-investigacion2.shtml#ixzz5ElUufTj6>

3.3.3. Desarrollar la modelación de dispersión de Pm10 utilizando el software ENVI-met de la zona bajo estudio.

Análisis meteorológico de la zona en estudio. Se solicitó información meteorológica histórica de 20 años a la estación ABREGO CENTRO ADMO (16055040) con código 3248 del centro administrativo de Ábrego propiedad del IDEAM con coordenadas 80,872 N y -73,223E ubicada en un punto estratégico para la obtención de datos con veracidad y calidad. De la información obtenida se tabularon los datos y se promedió los valores para la humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento.

Modelo de dispersión de contaminantes. Con la información obtenida de los anteriores pasos se realizará un modelo de dispersión de PM10 de la hora con mayor flujo vehicular por cada vía mediante el uso del software ENVI_MET que permite la liberación, dispersión y depósito sincrónico de este contaminante criterio a diferentes grados de dirección del viento (0°, 45°

90°,135°, 180°, 225°,270°, 315°) en una interfaz que utiliza los datos promedios de la información meteorológica (humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento) recolectada de la estación del IDEAM.

3.3.4. Análisis cuantitativo del número de casos de enfermedades respiratorias registrado y su correlación con la contaminación atmosférica en Ábrego. Se solicitará al Hospital Regional Noroccidental de Ábrego información de datos sobre los casos de enfermedades respiratorias que tiene relación con la contaminación atmosféricas (asma, bronquitis, neumonía, tos ferina, sinusitis, laringitis y faringitis) en un histórico de seis meses, donde se tendrá en cuenta por caso la edad, fecha del evento y barrio de procedencia del paciente (APÉNDICE B), toda esta información se comparará con los resultados del modelos para analizar su relación con el aporte que realizan las fuentes móviles con sus las concentraciones estimativas de PM 10.

Para lo cual se utilizaran herramientas como es el formato de aforamiento vehicular (Fuentes móviles), formato de número de personas enfermas del sistema respiratorio relacionado con gases de efecto invernadero, software: WRPLOT, ENVIMET, EXCEL, WORD, ArcGIS y estación meteorológica.

Método de toma de datos.

Fuentes Móviles: Análisis del flujo vehicular en las puntos críticos encontrados durante una semana, 12 horas / día por cada punto establecido.

Capítulo 4. Resultados y discusiones

De acuerdo con el aforo vehicular se elaboraron siete tablas (ver tabla 3, 5, 7, 9,11) una por cada punto de aforo, donde se tabularon los datos obtenidos en la sumatoria diaria de acuerdo con la categoría vehicular correspondiente, además de una descripción de la hora (H) con mayor cantidad (Q) de flujo vehicular. En la tabla 7 correspondiente al punto 2 se registra el mayor flujo horario con una cantidad de 1765 vehículos el día domingo entre las 4-5 p.m. seguido de 1466 vehículos el día domingo en el horario de 5- 6 p.m. en el punto 1 como se evidencia en la tabla 5. Además se observa que en la mayoría de los días y puntos se presenta el mayor flujo vehicular horario durante las 5 y 6 p.m. con algunas variaciones cercanas entre las 4 y 5 p.m. con poca incidencia durante las horas de la mañana.

El mayor registro diario por categoría vehicular se puede observar en la tabla 7 donde por el punto 2 transitaron durante el día domingo 12.397 motos, en segundo lugar el día sábado en el mismo punto con 10.144 motos, siendo en forma general la categoría motos la que mayor tránsito horario y diario registra. De igual forma la categoría motos por semanas registra valores desde los 38.854 en el punto 5 hasta los 65.124 en el punto 2.

El punto 2 alcanza el mayor flujo semanal entre lunes y domingo con 81.086 vehículos seguido del punto 7 con 70.954 vehículos. Los puntos 5 y 6 promedian sus valores en 47.911, así como los puntos 3 y 4 que varían entre los 63.000 y 66.000 vehículos.

Resultado de los cálculos mediante factores de emisión se obtienen las figuras (2, 7, 12, 13, 19, 20, 26) donde se puede observar gráfica y numéricamente los valores de las emisiones por contaminante diario durante una semana para cada una de las vías representadas en unidades de $\frac{g}{día}$. De manera general el domingo (ver figura 2, 7, 13, 19, 20) es el día con mayores emisiones con algunas variaciones entre los días viernes para la vía 3 como se puede ver en la figura 15 y el día lunes para la vía 7 (ver figura 26).

En cuanto a los contaminantes criterios se obtuvo valores para el CO que oscilan entre los 300000 y los 1700000 $\frac{g}{semana}$. Para los COV valores en un intervalo de 70000 y 400000 $\frac{g}{semana}$. Un valor máximo de 115928,06 y uno mínimo de 61295,90 $\frac{g}{semana}$ para NO_x.

Se presentan también las figuras 3, 8, 14, 15, 21, 22 y 27 donde se grafican las emisiones atmosféricas semanales de cada contaminante criterio por cada categoría vehicular. Se observa que para un 100% de las vías la categoría MOTOS ocupa el primer lugar en cuanto a la cantidad de emisiones para todos los contaminantes criterio con emisiones bastante representativas, así como se posiciona en segundo lugar la categoría C-2P

4.1. Vía 1

Se relaciona en la figura 1 la ubicación geográfica de la vía 1, el punto 1 de aforamiento vehicular y los barrios aledaños mediante dos salida gráficas con información base de la Alcaldía Municipal de Ábrego y una imagen satelital de Google Earth.

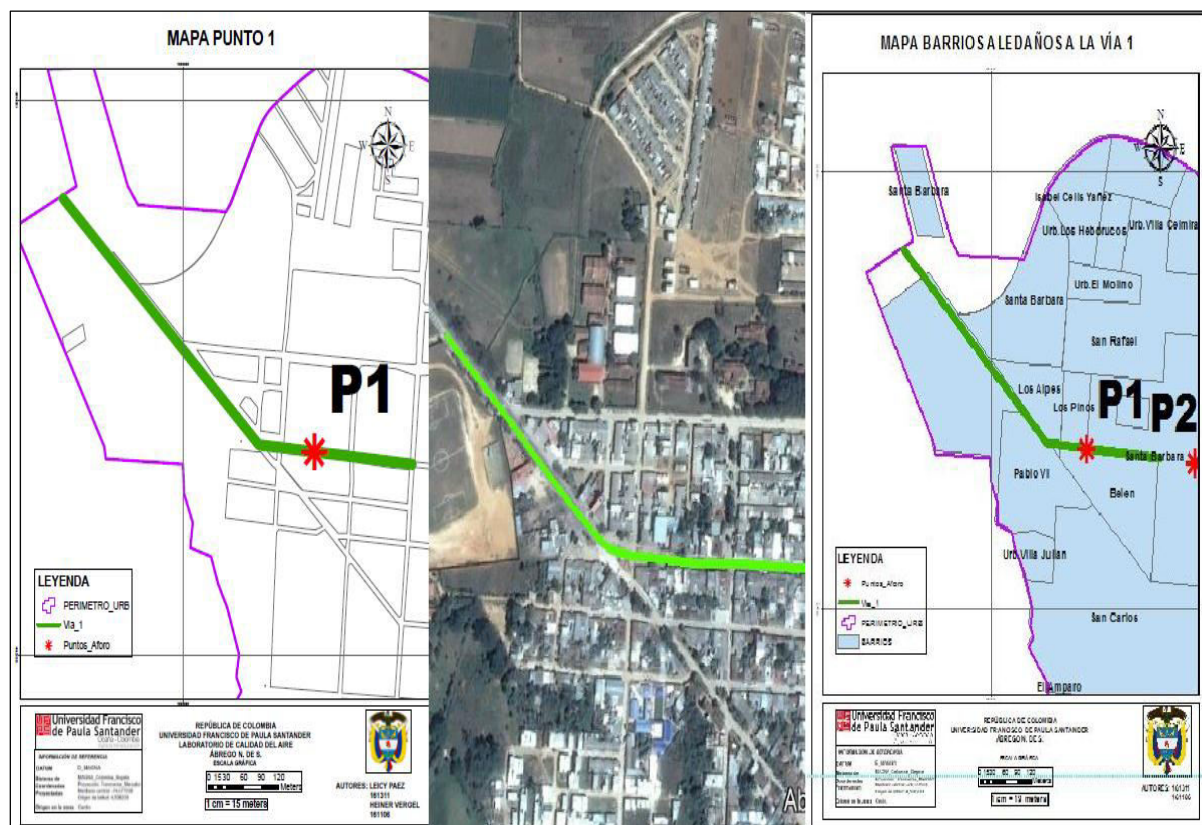


Figura 1. Ubicación geográfica de la vía 1, el punto 1 y barrios aledaños Ábrego, N. de S.

Tabla 5.

Flujo vehicular diario en el punto 1

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCIA	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	83	1131	0	1	210	129	191	25	26	117	6090	4-5 PM	811
Martes	65	996	2	3	210	125	302	35	22	199	5044	4-5 PM	742
Miércoles	73	987	4	0	189	151	376	28	20	192	5080	5-6 PM	794
Jueves	64	1095	1	0	197	111	318	30	24	237	5224	5-6 PM	836
Viernes	75	1184	0	1	183	105	323	21	21	237	5118	5-6 PM	942
Sábado	48	1296	0	8	154	118	190	20	13	239	6357	5-6 PM	1204
Domingo	56	1781	0	0	140	53	106	20	25	212	9558	5-6 PM	1466

Nota. Fuente: Autores del proyecto

Para la vía 1 se registran emisiones sin mucha variación entre los días de la semana como se observa en la figura 2, los valores mas elevados se presentan para el día domingo seguido de los días sábado y lunes comprendiendo estos tres días el fin e inicio de semana el día domingo se encuentra que el contaminante mayormente emitido corresponde al monóxido de carbono con un valor máximo de $149487,70 \frac{g}{día}$ seguido de COV con $36444,46 \frac{g}{día}$. En contraposición se encuentra el N20 con valores que van desde los 4,89 hasta los $6,34 \frac{g}{día}$. Para el PM10 se emiten de entre $240,03$ y $374,99 \frac{g}{día}$.

En la figura 3 se puede ver que para el CO de acuerdo con la emisión total de la vía 1, las MOTOS emiten $611582,40 \frac{g}{semana}$ que corresponde a un 84,85%, la categoría C-2P aporta $51891,84 \frac{g}{semana}$, ósea, un 7,20%, once veces menos que la emisión de las MOTOS y un 7,95% emiten entre las demás categorías. Para el segundo contaminante con mayores emisiones los COV dentro de la categoría MOTOS emite $159011,42 \frac{g}{semana}$ y la categoría C-2P $2623,10$

$\frac{g}{semana}$. Para el PM10 reincide la categoría MOTOS con la mayor emisión con un valor de $1070,27 \frac{g}{semana}$, pero con una variación de que en el segundo lugar se ubica la categoría C 3-4 con una emisión de $810,10 \frac{g}{semana}$, seguido de la C 6 con $642,79 \frac{g}{semana}$.

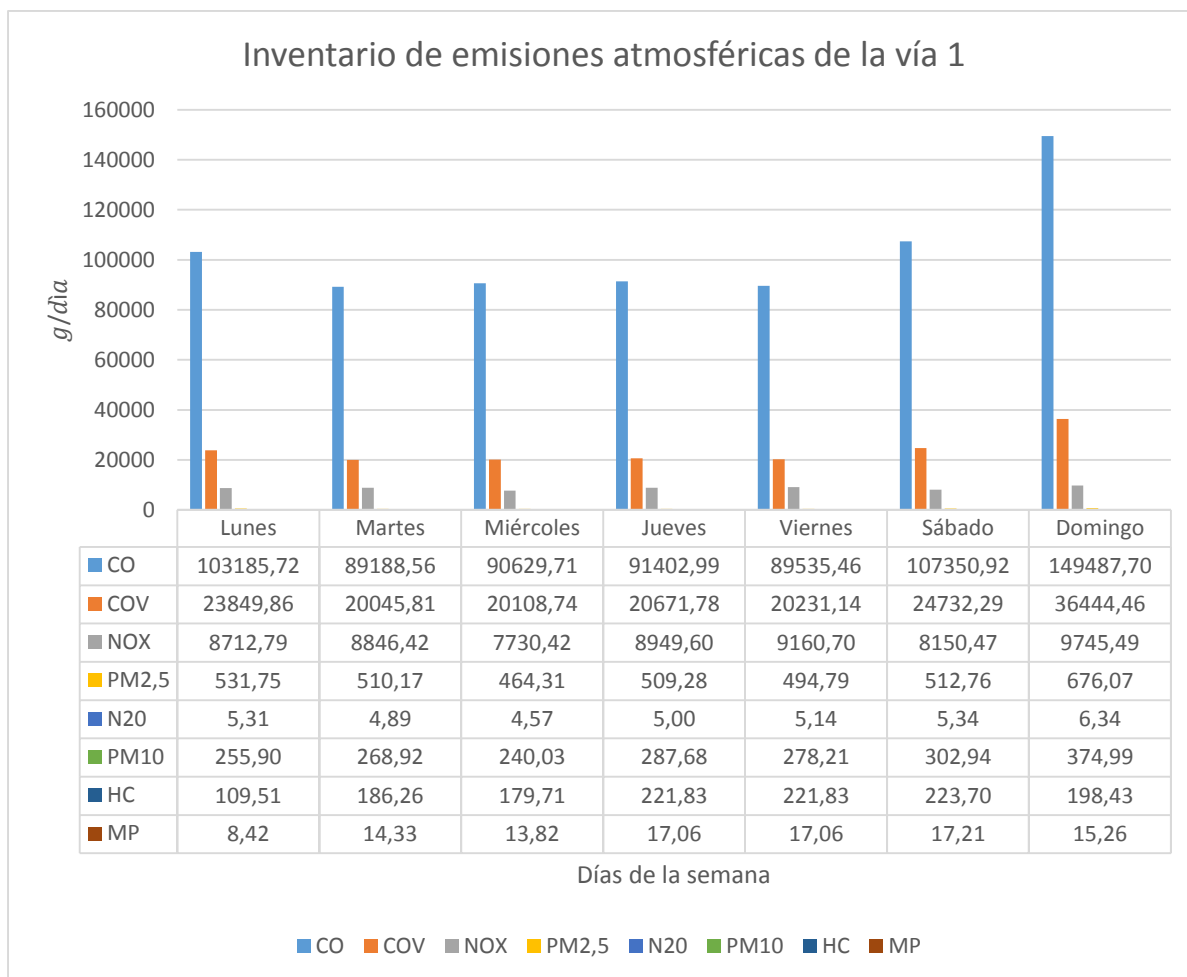


Figura 2. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 1 Ábrego N. de S.

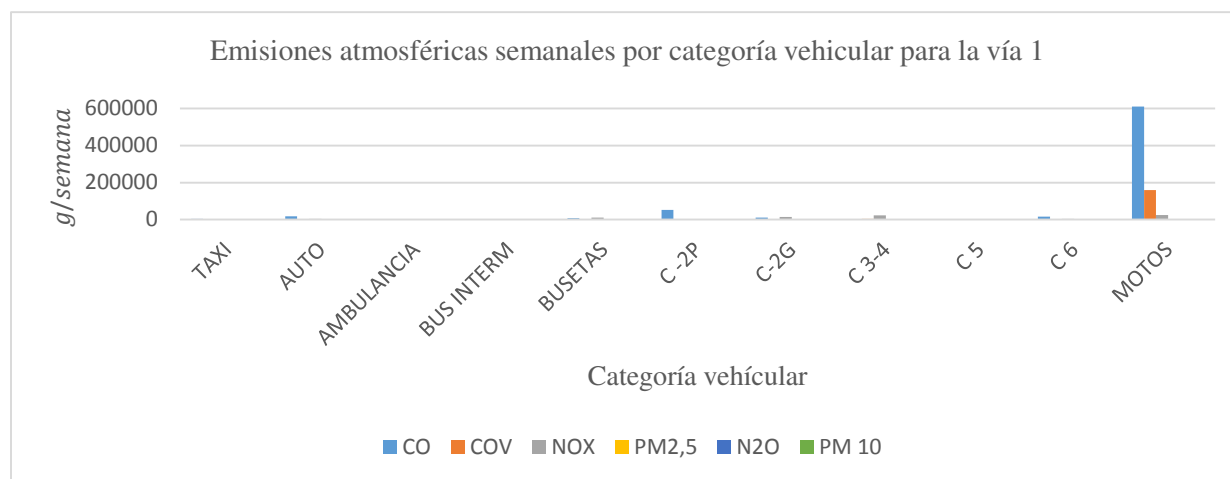


Figura 3. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 1 Ábrego, N. de S.

En la figura 4 se ilustra uno de los modelos de dispersión de PM10 para la vía 1, para ver los demás modelos ver APÉNDICE C. A partir de los modelos de dispersión se obtiene la información tabulada en la tabla 6 donde se muestra las concentraciones de PM10 en microgramos por metro cúbico (μ/m^3) para esta vía a diferentes grados de dirección del viento ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$).

En la tabla 6 se puede observar datos para el estadio municipal Hermes Padilla y el Colegio Santa Bárbara con las concentraciones de PM10 a las cuales pueden estar sometidas las personas que frecuentan estos sitios de esparcimiento y labores académicas durante una hora.

En relación entre la tabla 6 y la figuras 7 se observa como para el barrio Belén se presentan las mayores concentraciones de PM10 y se reportan el mayor número de casos de enfermedades respiratorias para esta zona con un 20% de reporte por la ESE Hospital Regional

Noroccidental de Ábrego. En segundo lugar con concentraciones a la mitad, el barrio Los Alpes con un 5%.

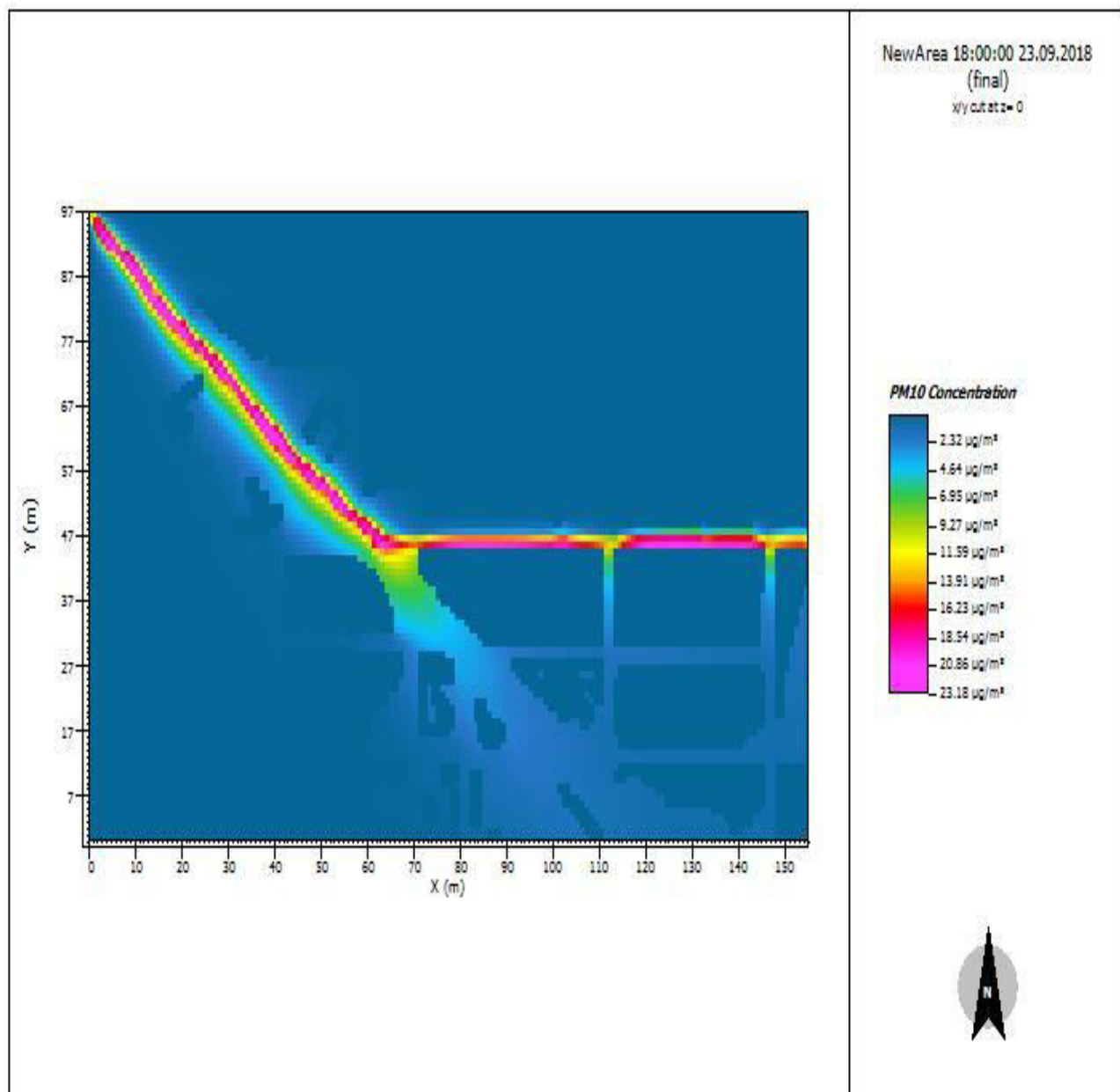


Figura 4. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para la vía 1 Ábrego, N. de S.

Tabla 6.

Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 1

CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (μm^3) PUNTO 1								
BARRIO	GRADOS DE MODELACIÓN							
	0	45	90	135	180	225	270	315
ESTADIO	4.30	5.91	7.82	6.58	1.58	1.93	3.96	4.64
COLEGIO SANTA BÁRBARA	8.60	5.91	11.72	9.86	6.31	5.78	7.93	2.32
SANTA BÁRBARA	4.30	5.91	7.82	13.15	4.73	5.78	7.93	2.32
LOS ALPES	8.60	11.82	7.82	9.86	6.31	5.78	7.93	4.64
PABLO VI	4.30	5.91	11.72	3.29	1.58	1.93	3.96	9.27
BELÉN	19.25	23.64	35.17	16.44	1.58	1.93	3.96	9.27
LOS PINOS	6.45	8.87	7.82	9.86	3.16	3.85	7.93	4.64
FUNDADORES III	4.30	2.96	3.91	3.29	1.58	1.93	3.96	2.32
SAN RAFAEL	2.15	2.96	3.91	3.29	1.58	1.93	3.96	2.32
VILLA JULIAN	2.15	2.96	3.91	3.29	1.58	1.93	3.96	2.32
SAN CARLOS	2.15	2.96	3.91	3.29	1.58	1.93	3.96	4.64

Nota. Fuente: Autores del proyecto

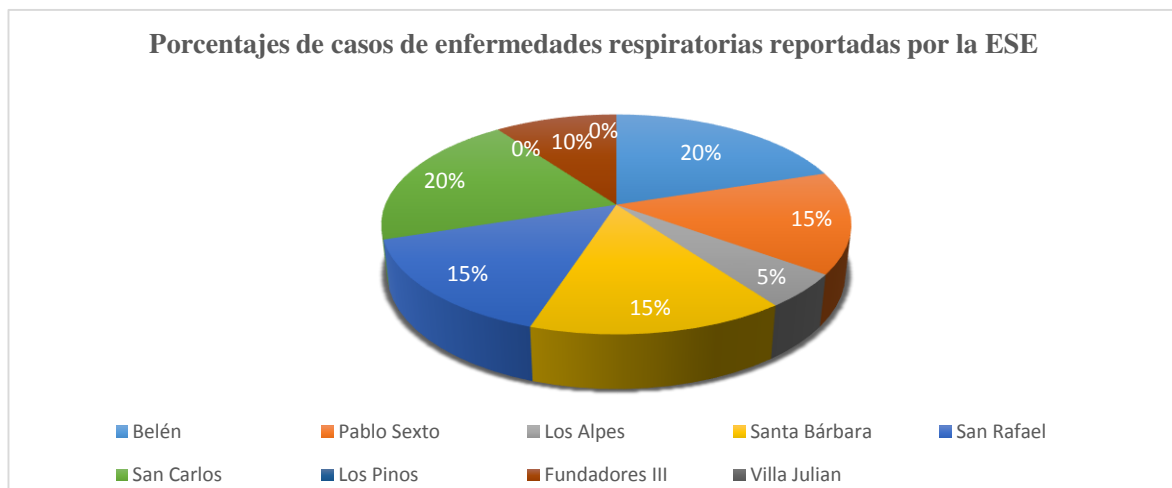


Figura 5. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de la vía 1 Ábrego, N. de S.

4.2. Vía 2

Se relaciona en la figura 6 la ubicación geográfica de la vía 2, el punto 2 de aforamiento vehicular y los barrios aledaños mediante dos salida gráficas con información base de la Alcaldía Municipal de Ábrego y una imagen satelital de Google Earth.

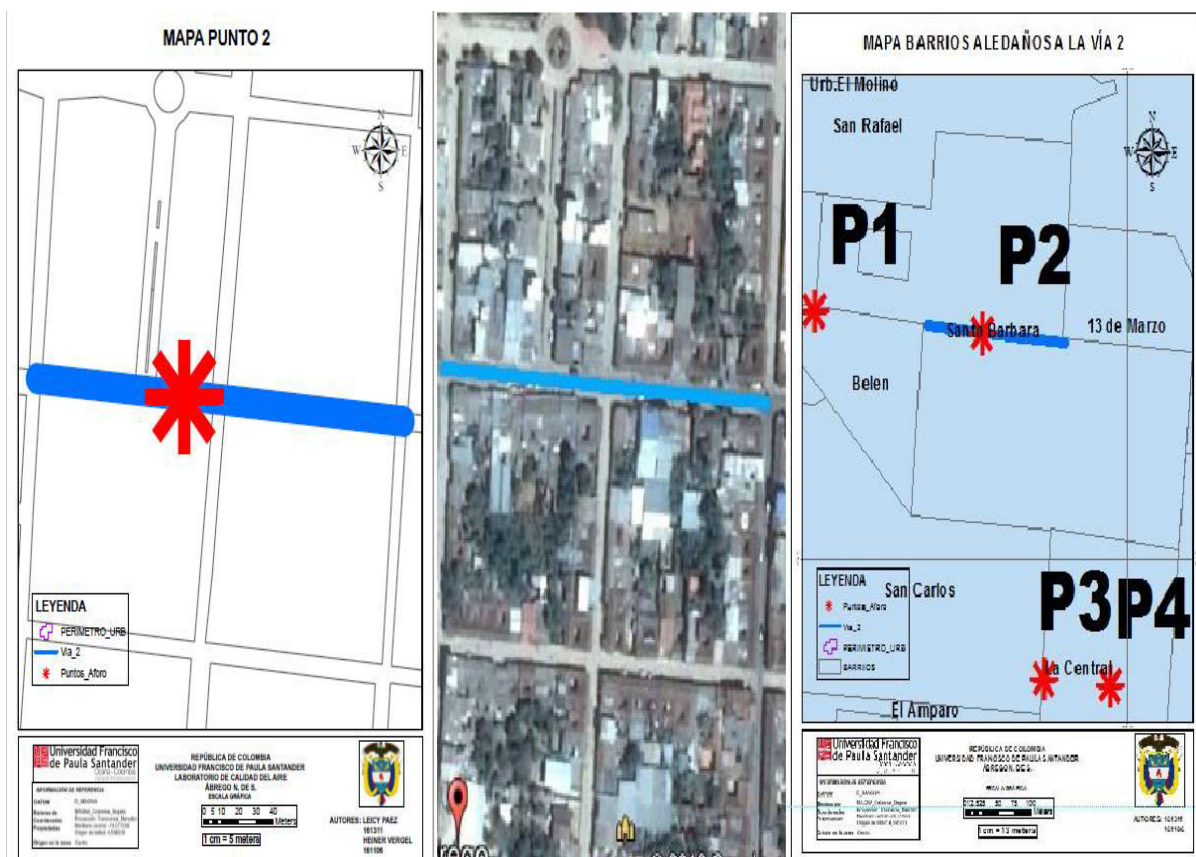


Figura 6. Ubicación geográfica de la vía 2, punto 2 y barrios aledaños Ábrego, N. de S.

Tabla 7.*Flujo vehicular diario en el punto 2*

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCIA	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	72	1373	5	3	215	142	251	18	9	124	9225	5-6 PM	1404
Martes	71	1155	2	2	196	120	346	32	17	225	8571	5-6 PM	1078
Miércoles	80	1219	1	1	194	129	266	21	12	242	7817	5-6 PM	1241
Jueves	72	1231	1	5	199	169	272	30	32	265	8616	4-5 PM	1147
Viernes	66	1085	0	63	143	119	288	22	37	322	8354	5-6 PM	1296
Sábado	86	1534	1	12	146	175	239	29	29	229	10144	5-6 PM	1663
Domingo	66	1901	1	3	135	65	119	6	8	214	12397	4-5 PM	1765

Nota. Fuente: Autores del proyecto

La figura 7 muestra como la vía 2 presenta un flujo parecido a la vía 1 donde las mayores emisiones se presentan para los días domingo, sábado y lunes, pero con la diferencia de que los valores disminuyen significativamente por debajo de la mitad. De igual manera el contaminante mayormente emitido corresponde al CO con valores que varían entre los 37197,74 y los 55283,22 $\frac{g}{día}$. Los COV se emiten en valores comprendidos por el intervalo de 8708,38 y 13602,58 $\frac{g}{día}$. Para el PM10 el mayor registro corresponde a 125,20 $\frac{g}{día}$ para el día domingo, seguido del día sábado con 117,17 $\frac{g}{día}$.

Para la vía 2 se puede ver en la figura 8 que las emisiones se disminuyen a la mitad donde la categoría MOTOS aporta 270915,84 $\frac{g}{semana}$ de CO y 70438,12 $\frac{g}{semana}$ de COV, para la C-2P un aporte de 17394,83 $\frac{g}{semana}$ y 879,30 $\frac{g}{semana}$ respectivamente. En cuanto al PM10 existen

emisiones $474,10 \frac{g}{semana}$ por parte de la categoría MOTOS, un valor de $230,79 \frac{g}{semana}$ para la C

3-4, para un tercer lugar la C6 con $210,06 \frac{g}{semana}$

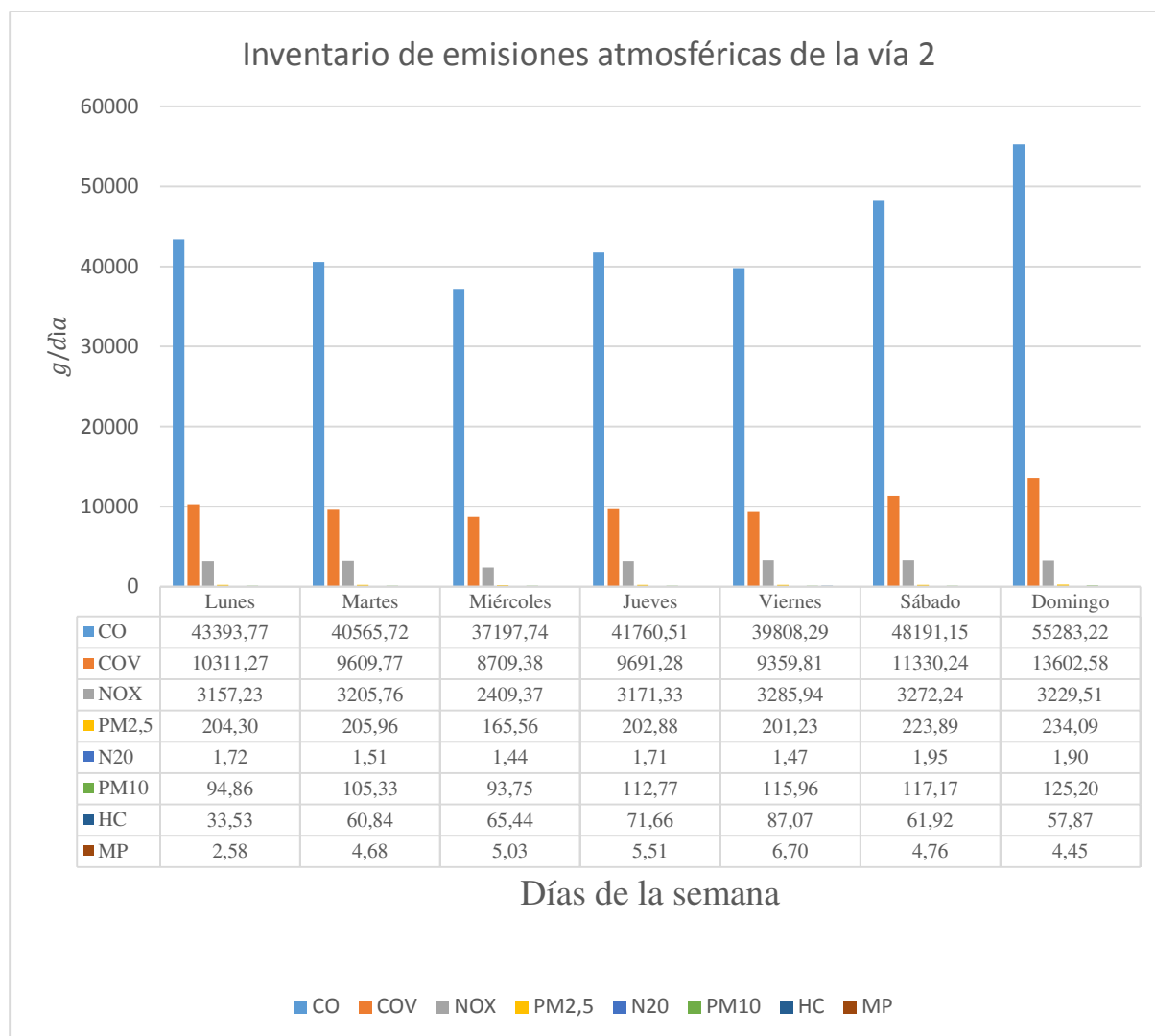


Figura 7. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 2 Ábrego N. de S.

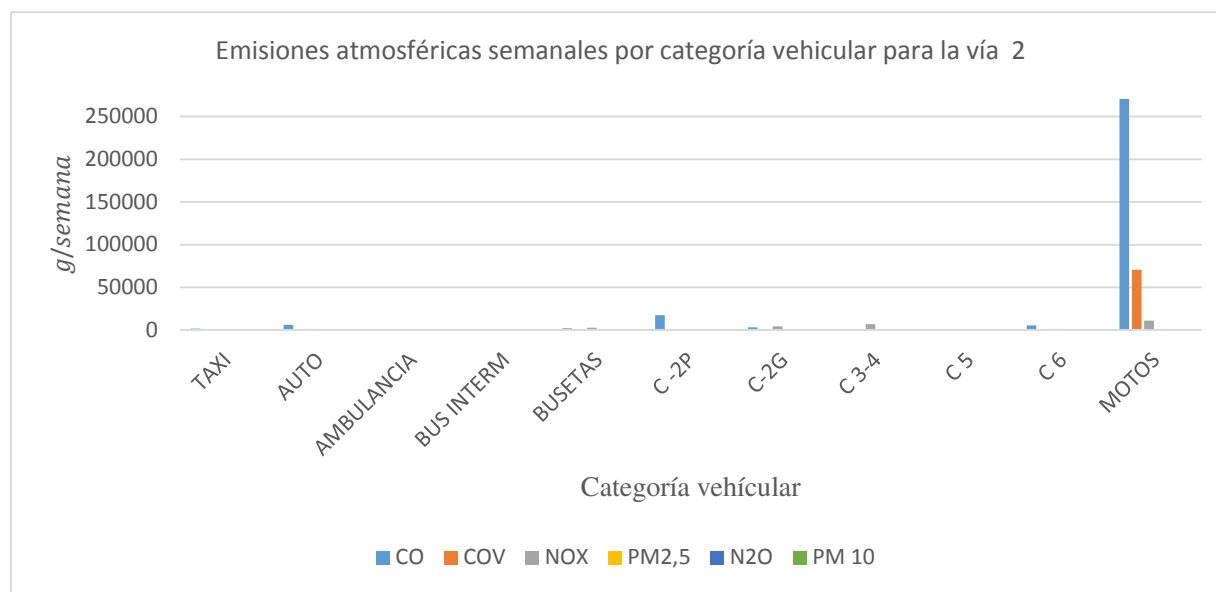


Figura 8. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 2 Ábrego, N. de S.

En la figura 9 se ilustra uno de los modelos de dispersión de PM10 para la vía 2, para ver los demás modelos ver APÉNDICE D. A partir de los modelos de dispersión se obtiene la información tabulada en la tabla 8 donde se muestra las concentraciones de PM10 en microgramos por metro cúbico (μ/m^3) para esta vía a diferentes grados de dirección del viento ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$).

Para la vía 2 el único barrio aledaño corresponde a Santa Bárbara que recibe concentraciones de PM10 de entre 3,25 y 11,19 μ/m^3 . Estas concentraciones se presentan sin mucha variación entre ellas en los diferentes grados de modelación. Además de que este barrio debido a su tamaño tiene incidencia de las concentraciones de dos vías la 1 y la 2.

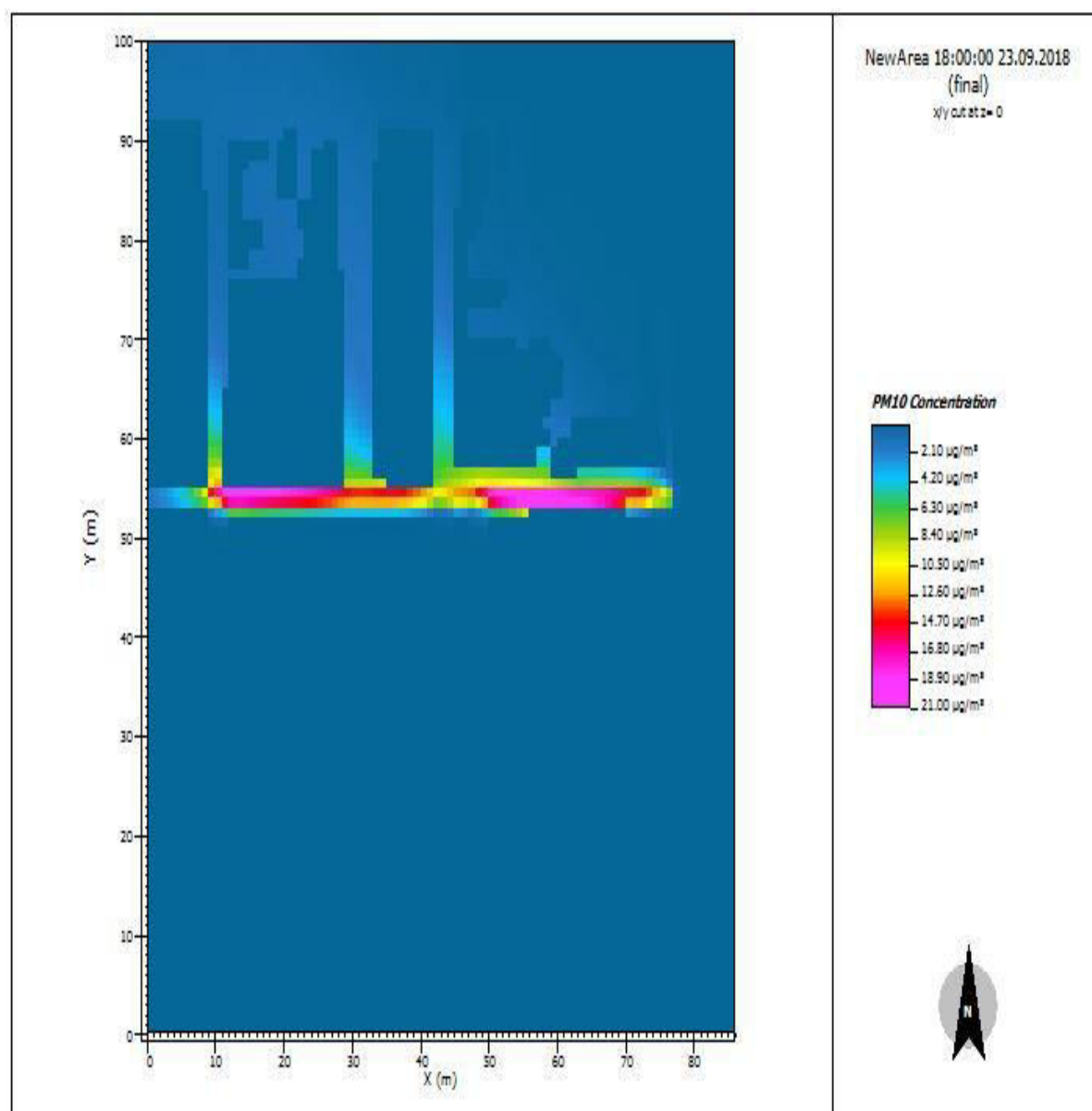


Figura 9. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para la vía 2 Ábrego, N. de S.

En relación entre la tabla 8 donde se registran las concentraciones a los diferentes grados de modelación y la figuras 10 se observa como para el barrio Santa Bárbara se reportan 3 casos de enfermedades respiratorias donde las concentraciones de PM10 alcanzan valores de $7.55 \mu/m^3$ y $17.39 \mu/m^3$ en conjunto por las vías 1,2 y 3.

Tabla 8.

Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 2

CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (μ/m^3) PUNTO 2								
BARRIO	GRADOS DE MODELACIÓN							
	0	45	90	135	180	225	270	315
SANTA BÁRBARA	3.25	11.48	6.81	8.40	6.56	11.19	6.61	7.92

Nota. Fuente: Autores del proyecto

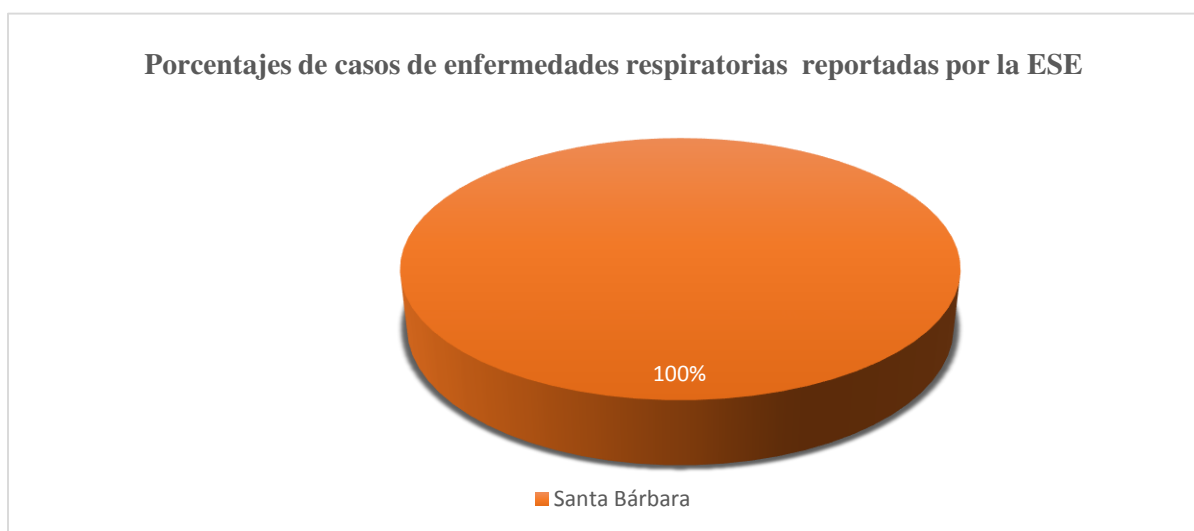


Figura 10. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de la vía 2 Ábrego, N. de S..

4.3. Vías 3 y 4

Se relaciona en la figura 11 la ubicación geográfica de las vías 3 - 4, los puntos 3 -4 de aforamiento vehicular y los barrios aledaños mediante dos salida gráficas con información base de la Alcaldía Municipal de Ábrego y una imagen satelital de Google Earth.

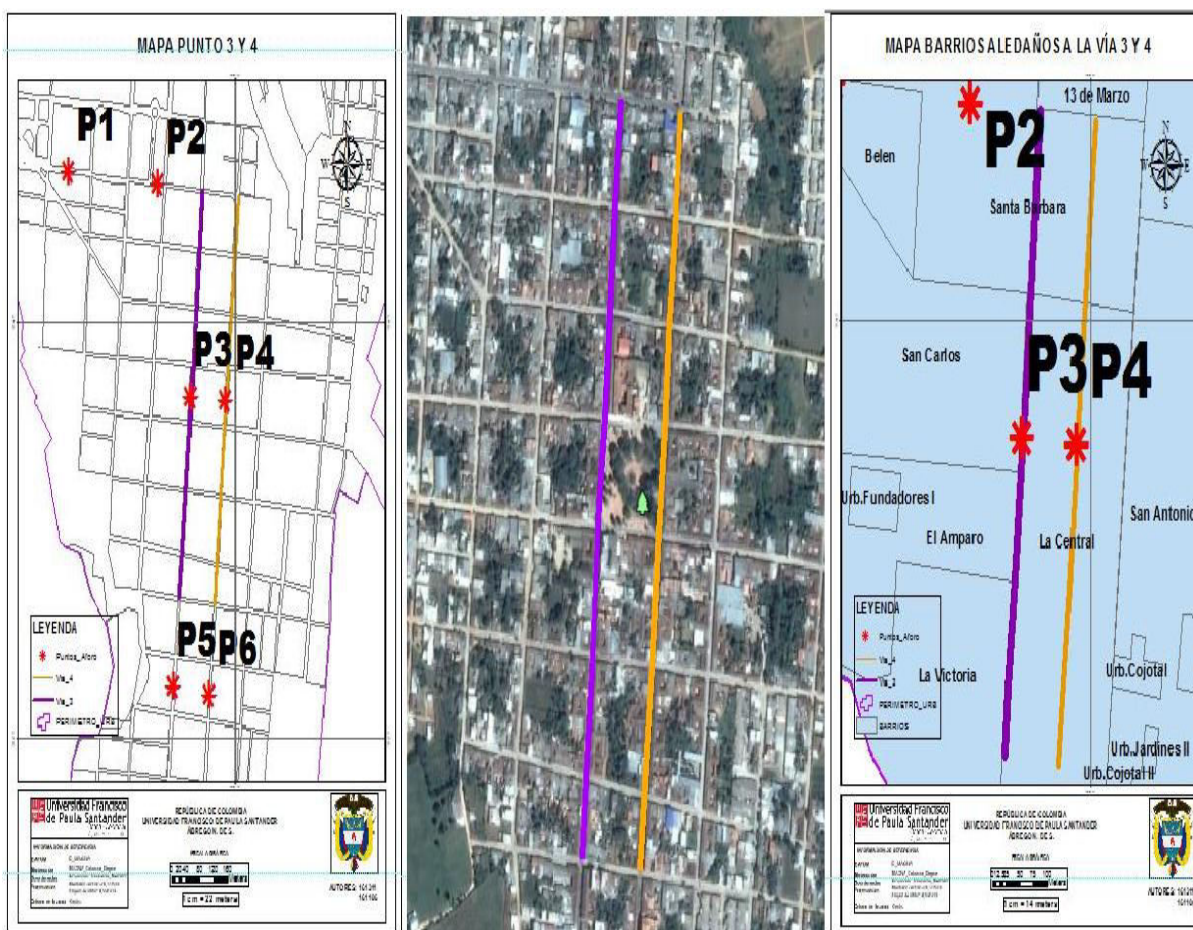


Figura 11. Ubicación geográfica de las vías 3 -4, puntos 3 – 4 y barrios aledaños Ábrego, N. de S.

Tabla 9.
Flujo vehicular diario en el punto 3

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCIA	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	37	1135	0	0	81	80	105	7	1	53	7743	5-6 PM	1132
Martes	28	1230	1	4	83	54	119	14	4	92	5157	5-6 PM	919
Miércoles	40	845	0	5	81	79	140	18	3	97	7271	5-6 PM	1134
Jueves	38	914	1	1	94	92	147	12	2	85	7754	5-6 PM	1206
Viernes	42	1046	0	1	108	85	148	25	2	77	8080	9-10 AM	1180
Sábado	23	873	1	2	97	123	140	6	0	80	8955	5-6 PM	1305
Domingo	31	1357	1	5	75	38	72	7	12	94	8029	4-5 PM	1267

Nota. Fuente: Autores del proyecto

Tabla 10.
Flujo vehicular diario en el punto 4

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCIA	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	32	806	1	0	62	62	96	8	3	60	6659	4-5 PM	897
Martes	35	783	2	0	126	52	88	13	3	102	8343	4-5 PM	1129
Miércoles	40	757	0	0	119	71	133	15	10	148	7502	5-6 PM	1169
Jueves	38	757	1	1	114	90	109	28	8	164	7802	5-6 PM	1156
Viernes	35	937	0	0	127	84	135	37	4	154	8424	5-6 PM	1137
Sábado	27	769	0	2	95	87	118	17	3	156	8050	5-6 PM	1147
Domingo	21	1072	1	6	70	40	44	2	5	139	9351	11-12 AM	1344

Nota. Fuente: Autores del proyecto

Para el caso de la vía 3 como se ilustra en la figura 12 se puede ver que el día sábado tiene los mayores valores en emisiones de los contaminantes criterio, seguido del día viernes y en tercer lugar los días lunes y domingo con pocas variaciones entre ellos. En esta vía los valores aumentan de nuevo acercándose a los de la vía 1. Se presentan valores para el CO de entre los $79603,64 \frac{g}{día}$ para el día martes siendo el más bajo hasta los $135529,32 \frac{g}{día}$ para el día sábado. Para el caso del PM10 el día sábado arroja el mayor de los datos con un valor de $266,34 \frac{g}{día}$, y el menor para el día martes con una emisión de $183,11 \frac{g}{día}$.

Las emisiones de las vías 3 y 4 tienen valores cercanos debido a su cercanía y posición dentro de la zona urbana. La vía 4 muestra un comportamiento homogéneo sin muchas variaciones entre los diferentes días (ver figura 13). El domingo ocupa el primer lugar en emisiones para esta vía, seguido del viernes y de manera contraria a la vía 3 el día martes presenta un valor elevado posicionándose en el tercer lugar. Se calculan valores para el CO dentro de un rango de $99319,98$ para el día lunes hasta los $136172,12 \frac{g}{día}$. Para el caso de los COV se registra un valor máximo de $33895,63 \frac{g}{día}$. En cuanto al PM10 sus emisiones varían entre 199 y $303,23 \frac{g}{día}$.

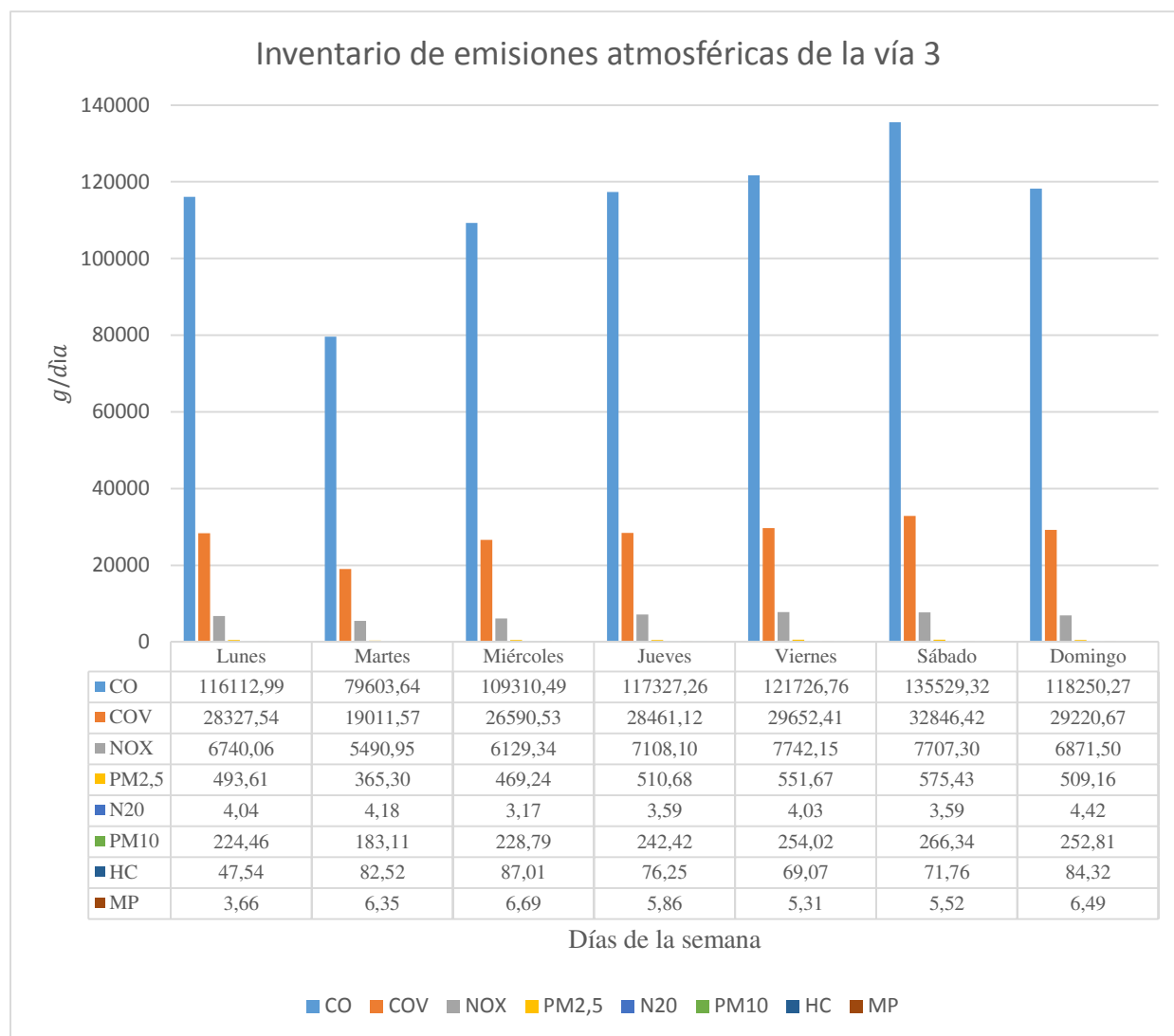


Figura 12. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 3 Ábrego N. de S.

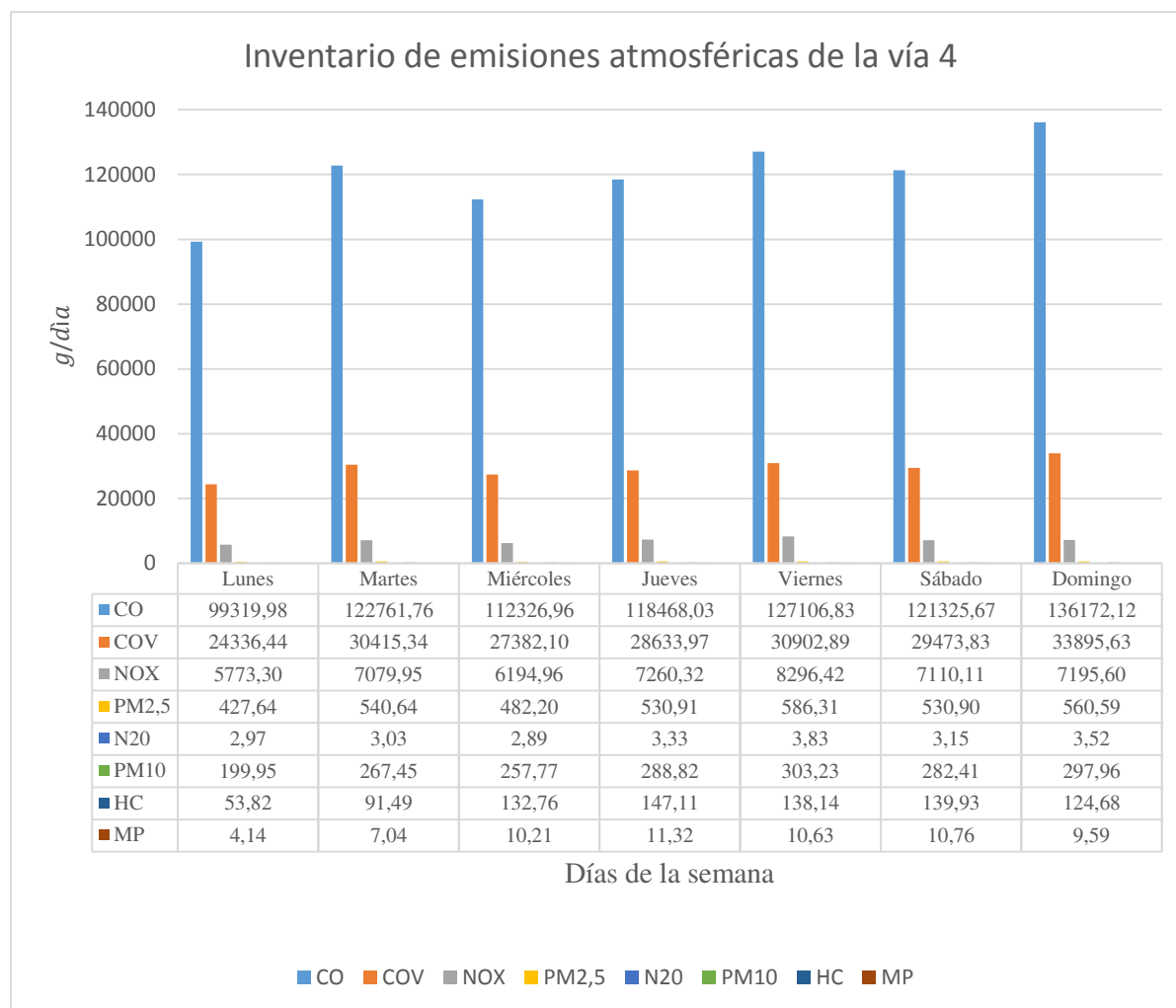


Figura 13. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 4 Ábrego N. de S.

En la figura 14 y 15 se observa como para la vía 3 y 4 respectivamente la categoría MOTOS las emisiones de CO oscilan entre los 700000 y los 800000 $\frac{g}{semana}$ con una reducción del 20 al 25% para los C-2P con emisiones de entre 30515,94 y 34597,29 $\frac{g}{semana}$, en cuanto a COV las MOTOS comprende emisiones de 190125 y 201398 $\frac{g}{semana}$, C-2P entre los 1500 y los 1700 $\frac{g}{semana}$. Para el contaminante PM10 la categoría MOTOS varía sus valores entre 1200 y

1400 $\frac{g}{semana}$, la categoría C 3-4 con valores de 374,4 y 310,79 $\frac{g}{semana}$ respectivamente para las vías 3 y 4, la C 6 con emisiones de 248,5 y 396,77 $\frac{g}{semana}$.

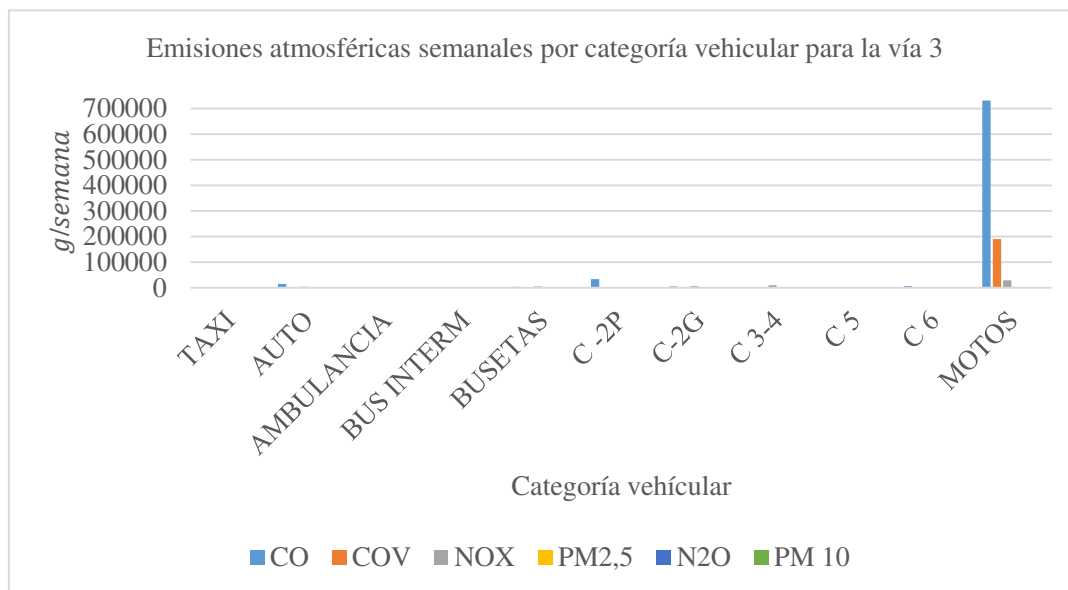


Figura 14. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 3 Ábrego, N. de S.

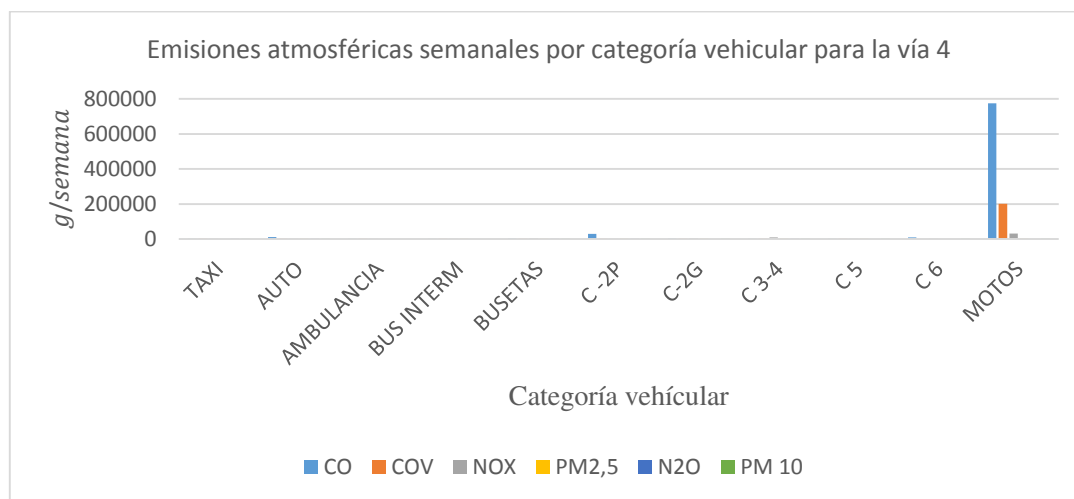


Figura 15. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 4 Ábrego, N. de S.

En la figura 16 se ilustra uno de los modelos de dispersión de PM10 para las vías 3 y 4, para ver los demás modelos ver APÉNDICE E. A partir de los modelos de dispersión se obtiene la información tabulada en la tabla 11 donde se muestra las concentraciones de PM10 en microgramos por metro cúbico (μm^3) para esta vía a diferentes grados de dirección del viento ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$).

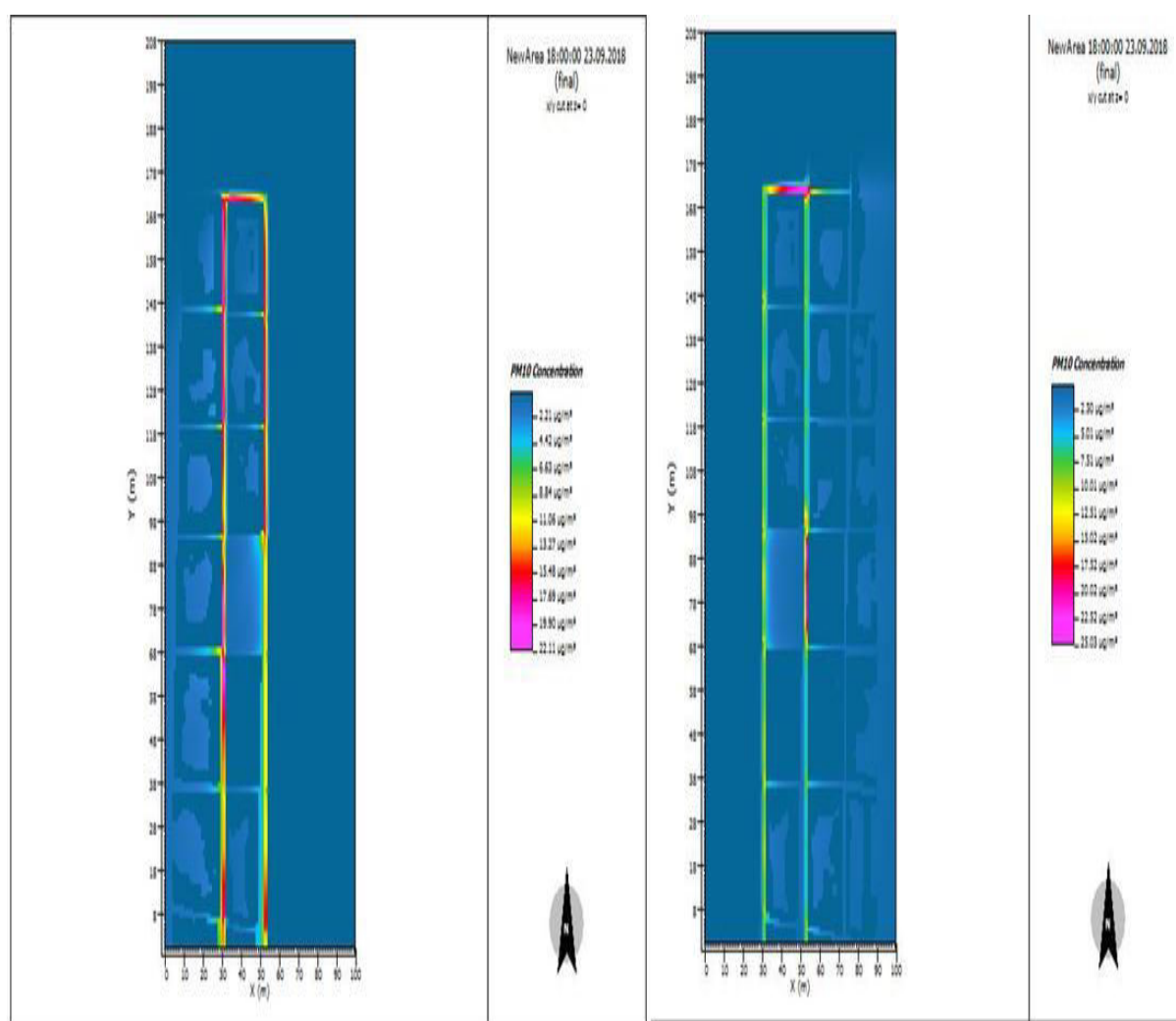


Figura 16. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para las vías 3 y 4 Ábrego, N. de S.

En la tabla 11 se muestran las concentraciones de material particulado PM10 para las vías 3 y 4 a diferentes grados de modelación para cada uno de los barrios aledaños a la zona de estas vías.

Tabla 11.

Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a las vías 3 y 4

CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (μ/m^3) PUNTO 3 y 4								
BARRIO	GRADOS DE MODELACIÓN							
	0	45	90	135	180	225	270	315
SANTA BÁRBARA	6.54	11.06	7.33	10.73	10.86	8.85	15.02	9.40
PARQUE PRINCIPAL	9.81	6.63	4.89	5.36	7.24	8.85	5.01	9.40
SAN CARLOS	3.27	11.06	4.89	8.04	10.86	2.95	2.50	2.35
EL AMPARO	3.27	8.84	4.89	8.04	7.24	2.95	2.50	2.35
LA VICTORIA	3.27	4.42	4.89	8.04	7.24	2.95	2.50	4.70
LA CENTRAL	6.54	8.84	7.33	8.04	7.24	8.85	7.51	9.40
SAN ANTONIO	3.27	2.21	2.44	2.68	3.62	2.95	2.50	2.35
CAJOTAL	3.27	2.21	2.44	2.68	3.62	2.95	2.50	2.35
JARDINES	3.27	2.21	2.44	2.68	3.62	2.95	2.50	2.35
JARDINES II	3.27	2.21	2.44	2.68	3.62	2.95	2.50	2.35

Nota. Fuente: *Autores del proyecto*

Las mayores concentraciones de PM10 corresponden al barrio Santa Bárbara con valores de entre 6,54 y 15,02 μ/m^3 sin mucha variación entre ellos y con un 22% de reportes de casos de enfermedades por la ESE como se puede ver en la figura 17, en segundo lugar la calle central que al igual que el barrio Santa Bárbara no presenta mucha variación entre las concentraciones a los diferentes grados de modelación presentando valores que oscilan entre los 6,54 y 9,40 μ/m^3 con un reporte de 7%, además de que la calle central recibe concentraciones de la vía 3 que en conjunto alcanzan valores de 14,98 hasta 26,83 μ/m^3 , el barrio San Carlos con un 29% cuenta con concentraciones de 2 a 11 μ/m^3

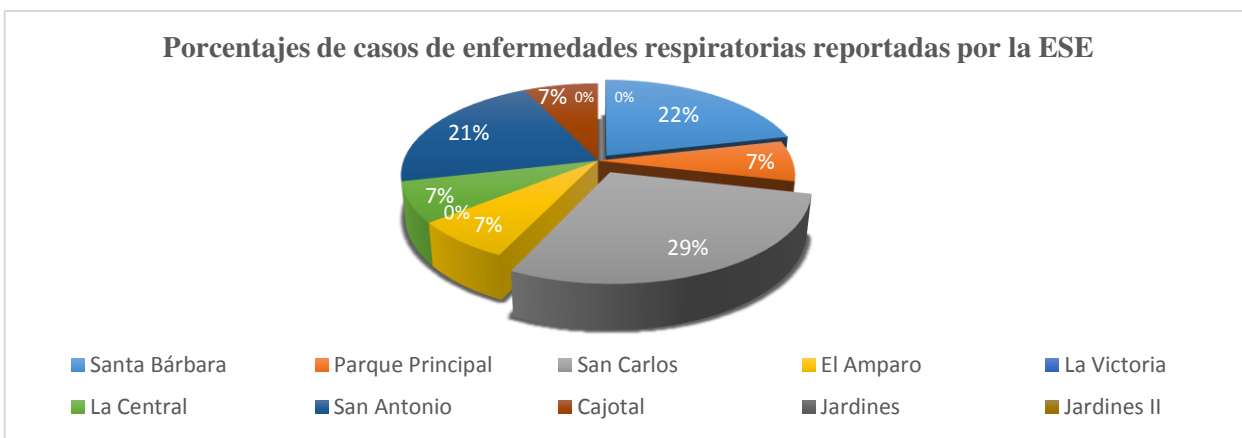


Figura 17. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de las vías 3 y 4 Ábrego, N. de S.

4.4. Vías 5 y 6

Se relaciona en la figura 18 la ubicación geográfica de las vías 5 - 6, los puntos 5 - 6 de aforamiento vehicular y los barrios aledaños mediante dos salida gráficas con información base de la Alcaldía Municipal de Ábrego y una imagen satelital de Google Earth.

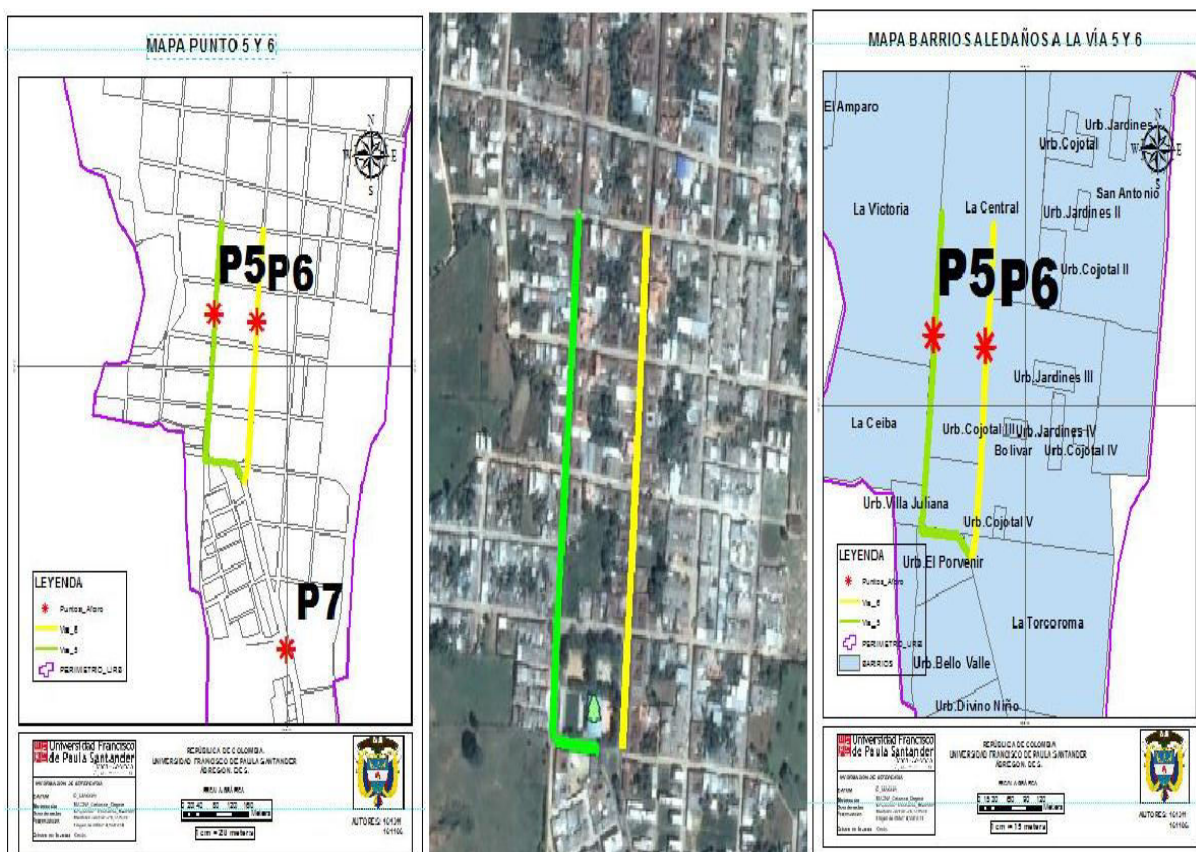


Figura 18. Ubicación geográfica de las vías 5 – 6, puntos 5 - 6 y barrios aledaños Ábrego, N de S.

Tabla 12.

Flujo vehicular diario en el punto 5

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCIA	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	29	595	2	2	90	92	150	5	14	49	5927	5-6 PM	792
Martes	36	631	1	6	108	71	131	5	16	111	5605	4-5 PM	743
Miércoles	26	574	2	3	73	92	128	2	17	59	5446	5-6 PM	775
Jueves	24	519	1	1	69	76	117	9	24	70	4668	12-1 PM	519
Viernes	22	572	0	3	73	81	144	6	19	73	5194	5-6 PM	706
Sábado	23	684	1	5	57	67	98	5	21	62	5762	5-6 PM	916
Domingo	25	927	1	2	66	46	52	3	11	75	6252	4-5 PM	798

Nota. Fuente: Autores del proyecto

Tabla 13.

Flujo vehicular diario en el punto 6

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCIA	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	68	615	1	2	81	81	114	5	3	97	6259	9-10 AM	771
Martes	27	592	1	1	92	64	121	4	6	151	5739	5-6 PM	812
Miércoles	35	514	1	1	77	70	137	12	10	220	5578	5-6 PM	857
Jueves	39	585	1	4	80	74	95	10	7	173	4990	5-6 PM	680
Viernes	26	539	1	3	76	66	145	6	5	113	5627	4-5 PM	779
Sábado	31	688	2	6	64	71	75	10	5	165	6437	5-6 PM	888
Domingo	22	968	1	3	66	37	40	5	12	124	7438	5-6 PM	1061

Nota. Fuente: Autores del proyecto

Las vías 5 y 6 al igual que las vías anteriores se encuentran en una ubicación cercana y paralela entre ellas, por lo que los valores de las emisiones no presentan variaciones significantes. Para la vía 5 vía (ver figura 19) el día domingo obtiene las mayores emisiones seguido del lunes con valores muy cercanos, de la misma manera como se ubica en el tercer lugar el día sábado con pequeñas diferencias. Los valores para el CO van desde 46410, $\frac{g}{\text{día}}$ para el día viernes hasta los 68651, $8\frac{g}{\text{día}}$ del día domingo. El PM10 presenta valores de entre 100 y 151 $\frac{g}{\text{día}}$ con las mayores emisiones para el día martes seguido del domingo.

En la figura 20 se ilustra como la vía 6 no presenta variaciones significativas dentro de las emisiones diarias con valores cercanos a los de la vía 5. Dentro de las emisiones el día domingo presenta los mayores valores, seguido del día sábado y en tercer lugar el lunes, dentro del rango de valores del CO el día jueves con el menor aporta 47490,40 $\frac{g}{\text{día}}$ y el domingo con un aporte de 66492,68 $\frac{g}{\text{día}}$. Para el caso de los COV un valor mínimo de 11288,13 $\frac{g}{\text{día}}$ y un máximo de 16482,52 $\frac{g}{\text{día}}$. En cuanto al PM10 se registran valores de 164,08 $\frac{g}{\text{día}}$ para el día sábado, para el día domingo 160,73 $\frac{g}{\text{día}}$.

Para las vías 5 y 6 presentan valores semanales para el CO donde la categoría MOTOS emite desde los 350000 y los 390000 $\frac{g}{\text{semana}}$, C- 2P valores que oscilan entre los 17000 y los 24000 $\frac{g}{\text{semana}}$. Para el NOx valores de entre 14 y 15000 $\frac{g}{\text{semana}}$, donde la categoría con mayores contribuciones corresponde a MOTO seguida de C – 2G. Para el PM10 un valor máximo de 672,64 y 618,39 $\frac{g}{\text{semana}}$ para la categoría MOTOS respectivamente a las vías 5 y 6.

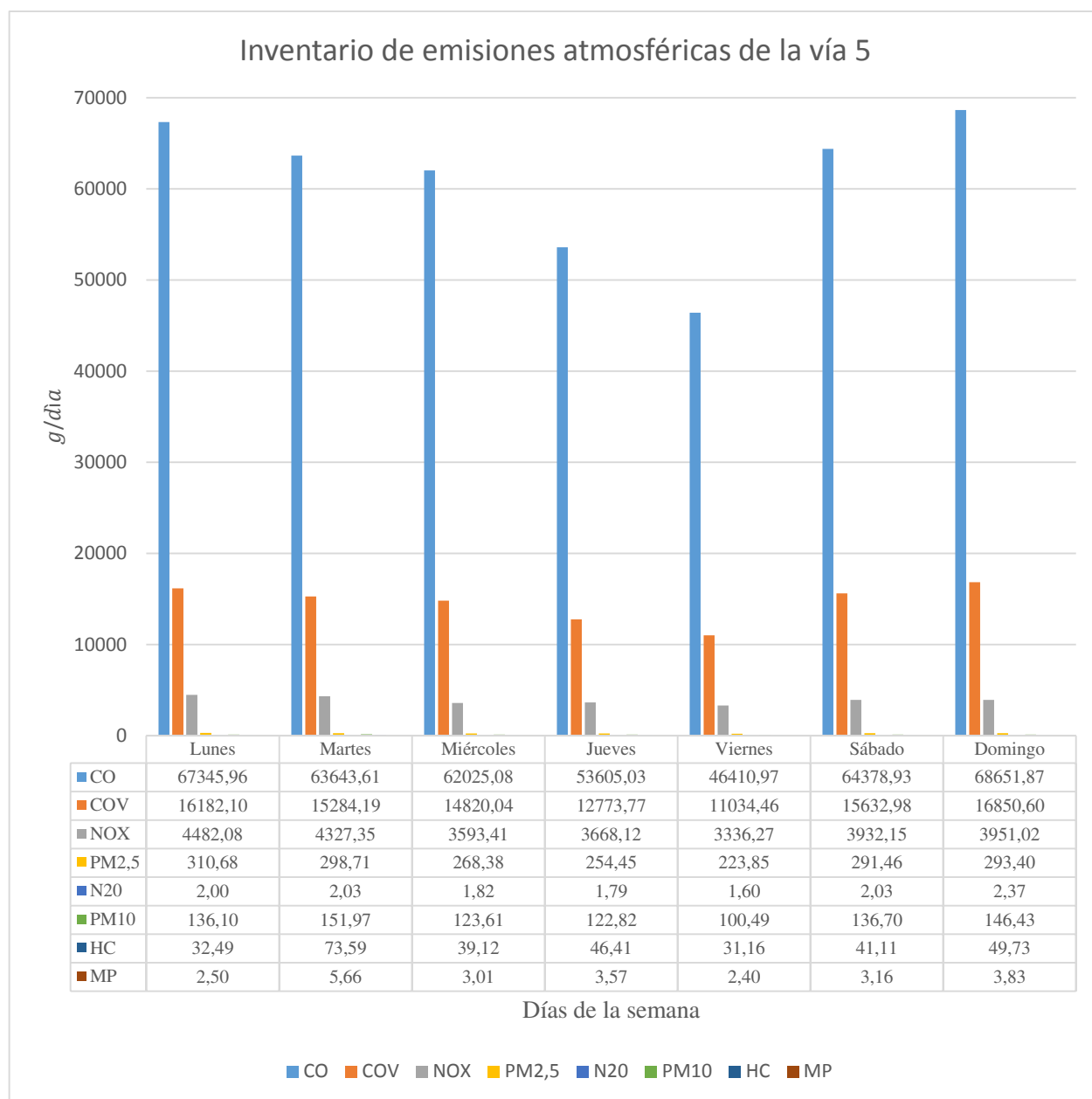


Figura 19. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 5 Ábrego N. de S

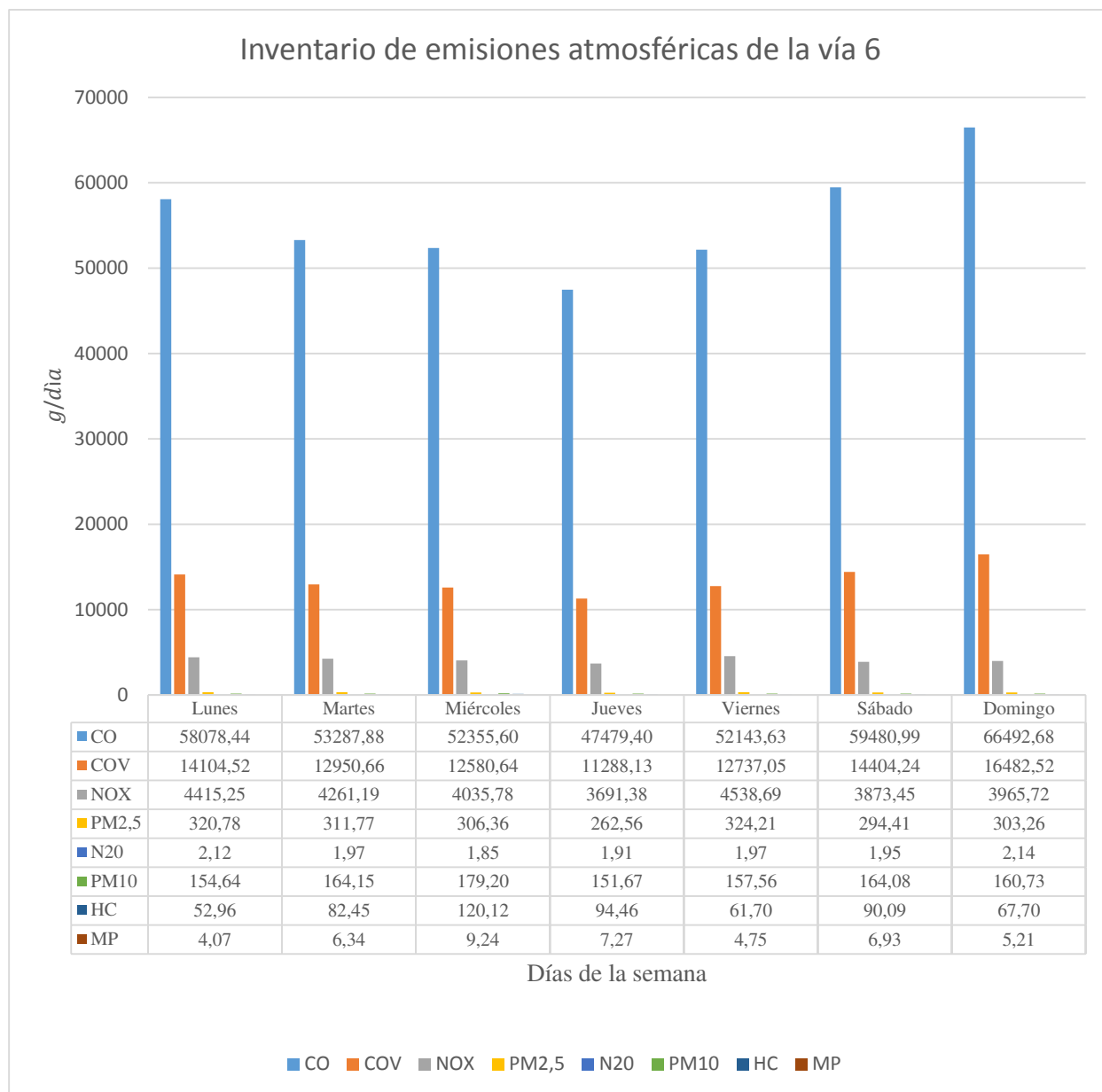


Figura 20. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 6 Ábrego N. de S

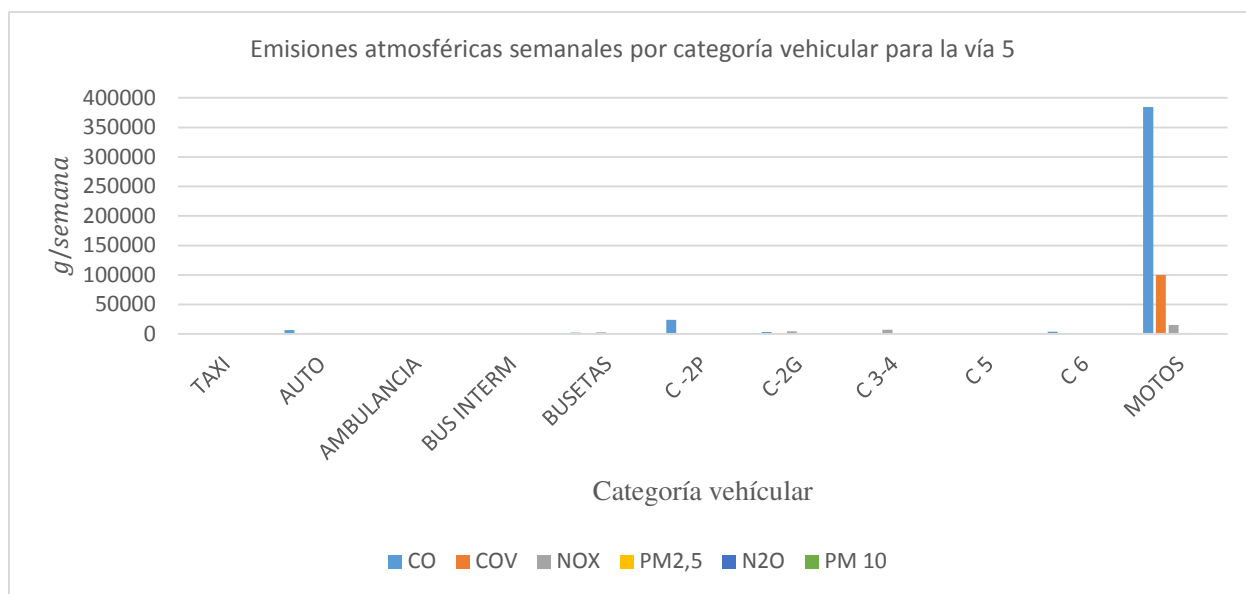


Figura 21. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 5 Ábrego N. de S

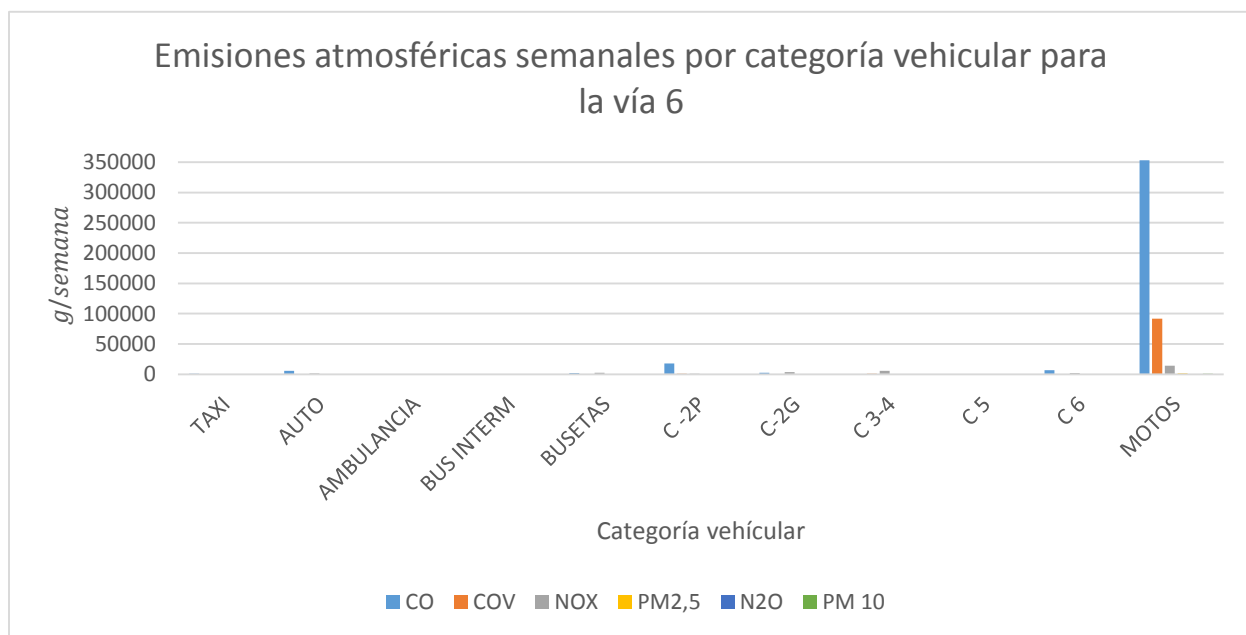


Figura 22. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 6 Ábrego N. de S.

En la figura 253 se ilustra uno de los modelos de dispersión de PM10 para las vías 5 y 6, para ver los demás modelos ver APÉNDICE F. A partir de los modelos de dispersión se obtiene la información tabulada en la tabla 14 donde se muestra las concentraciones de PM10 en microgramos por metro cúbico (μm^3) para esta vía a diferentes grados de dirección del viento ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$).

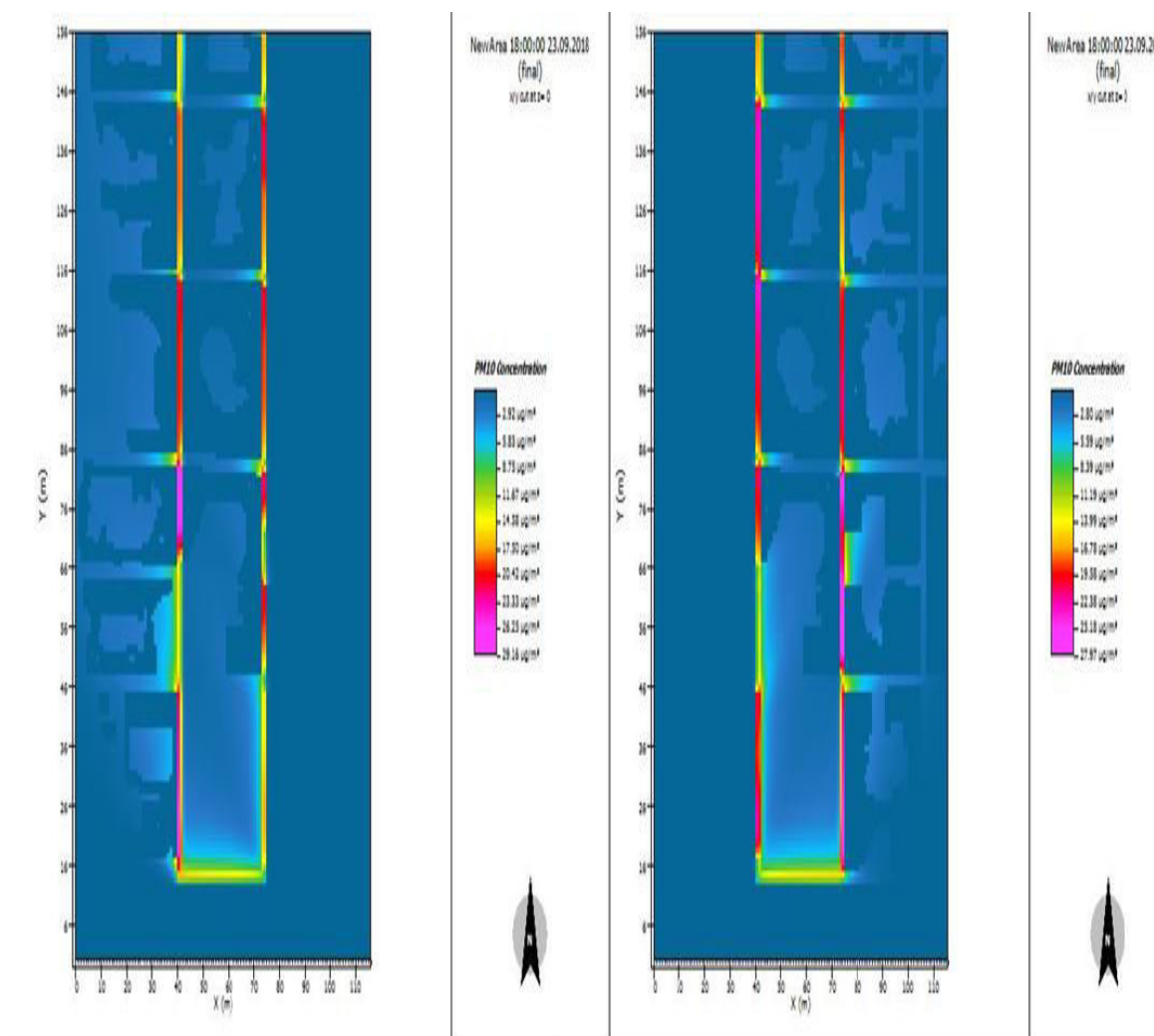


Figura 23. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para las vías 5 y 6 Ábrego, N. de S.

En la tabla 14 se observan las concentraciones para los barrios aledaños a las vías 5 y 6 donde el barrio Bolívar recibe las mayores concentraciones a los diferentes grados de modelación, en segundo lugar el barrio Central y con concentraciones cercanas los barrios La Victoria, La Ceiba, Villa Juliana y El Porvenir.

Tabla 14.

Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 5 y 6

CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (μ/m^3) PUNTO 5 y 6								
BARRIO	GRADOS DE MODELACIÓN							
	0	45	90	135	180	225	270	315
LA VICTORIA	12.66	10.89	9.03	11.67	8.39	2.80	3.41	3.49
LA CEIBA	12.66	7.26	9.03	14.58	12.59	2.80	3.41	3.49
VILLA JULIANA	12.66	10.89	18.06	11.67	4.20	2.80	3.41	3.49
EL PORVENIR	16.88	10.89	6.02	2.92	4.20	2.80	3.41	13.94
BOLIVAR	12.66	7.26	6.02	5.83	12.59	13.09	23.88	13.94
LA CENTRAL	8.44	10.89	9.03	8.75	12.59	13.09	13.65	17.43
CAJOTAL III	4.22	3.63	3.01	2.92	4.20	2.80	3.41	3.49
CAJOTAL IV	4.22	3.63	3.01	2.92	4.20	2.80	3.41	3.49
CAJOTAL V	4.22	3.63	3.01	2.92	4.20	2.80	3.41	3.49
JARDINES III	4.22	3.63	3.01	2.92	4.20	2.80	3.41	3.49
JARDINES IV	4.22	3.63	3.01	2.92	4.20	2.80	3.41	3.49

Nota. Fuente: Autores del proyecto

En relación entre la tabla 12 y la figura 24 existe una relación entre las concentraciones para los barrios y las concentraciones de modo que un 50% de los reportes de la ESE corresponde al barrio Bolívar que presenta las mayores concentraciones con valores de entre 6,02 hasta los 23,88 μ/m^3 , con 17% de los reportes el barrios La Central que ocupa el segundo lugar en el valor de las concentraciones que varían entre los 8,44 y los 17,43 μ/m^3 . El barrio La

Victoria recibe en conjunto concentraciones de las vías 3 y 5 con valores que oscilan entre 5,75 hasta los 19,71 μ/m^3 .

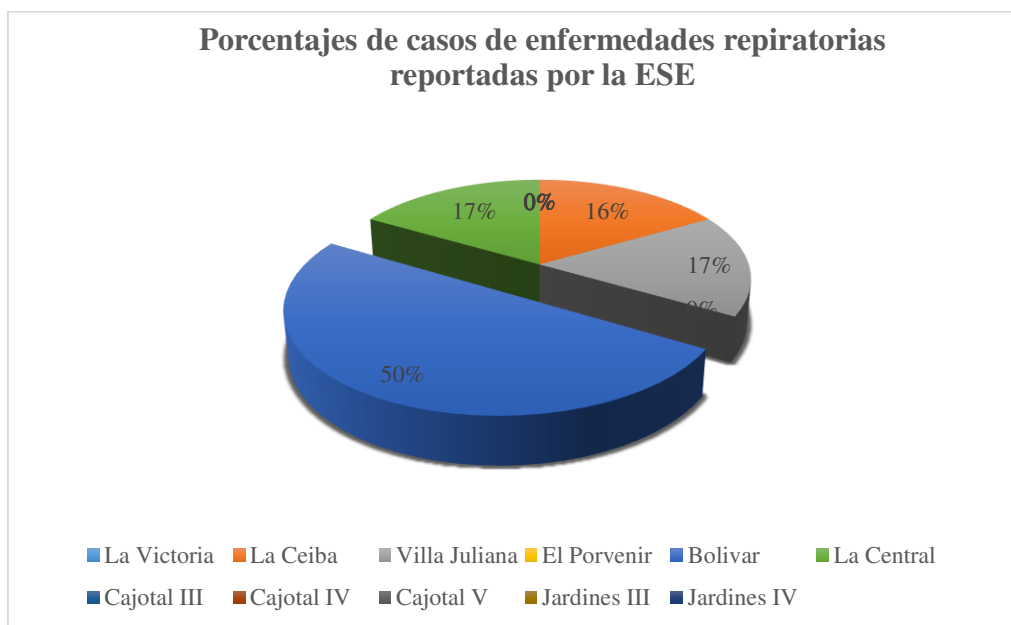


Figura 24. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de las vía 5 y 6 Ábrego, N. de S.

4.5. Vía 7

Se relaciona en la figura 25 la ubicación geográfica de la vía 7, el punto 7 de aforamiento vehicular y los barrios aledaños mediante dos salida gráficas con información base de la Alcaldía Municipal de Ábrego y una imagen satelital de Google Earth.

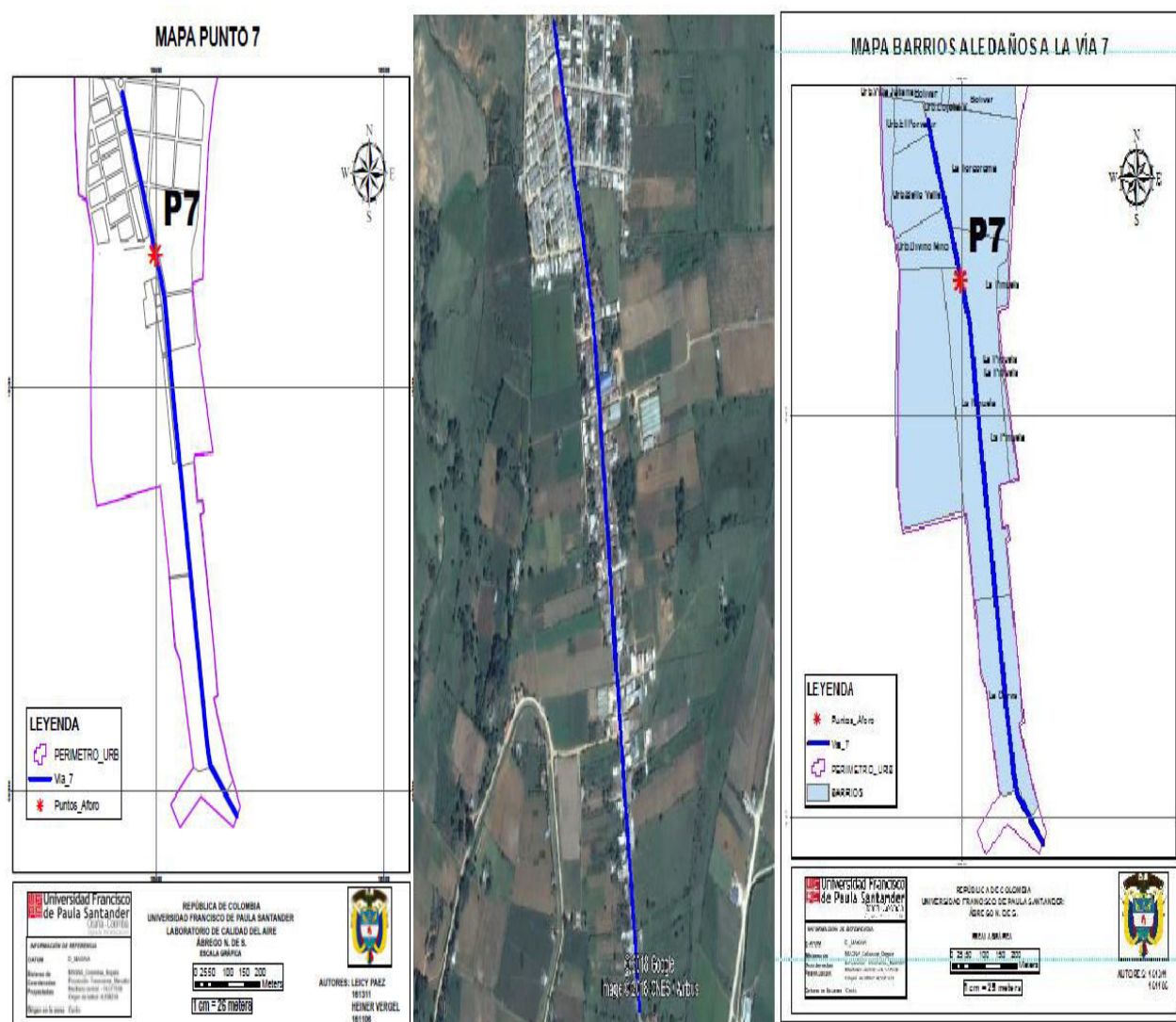


Figura 25. Ubicación geográfica de la vía 7 Ábrego, N de S.

Tabla 15.
Flujo vehicular diario en el punto 7

DIA	TAXI	AUTO	AMBULANCI A	BUS INTER	BUSETA	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO	MAYOR FLUJO VEHICULAR	
												H	Q
Lunes	47	1152	1	14	163	156	222	17	11	98	9069	4-5 PM	1178
Martes	29	1083	0	13	153	109	236	24	24	156	7897	5-6 PM	1138
Miércoles	50	1121	1	10	138	162	171	37	14	238	7391	5-6 PM	1098
Jueves	44	1349	1	7	139	136	263	43	17	251	7765	5-6 PM	1182
Viernes	38	1226	2	14	128	158	227	11	8	207	8663	5-6 PM	1190
Sábado	48	1370	3	27	92	70	156	4	5	232	7471	4-5 PM	1186
Domingo	36	1586	2	10	126	74	139	7	18	167	8607	5-6 PM	1240

Nota. Fuente: Autores del proyecto

La vía 7 presenta los mayores aportes en emisiones de contaminantes criterio como se puede observar en la figura 26, ya que la longitud de la vía es la mayor. Donde los valores diarios tiene variaciones muy bajas entre ellos. Se logra observar como el valor de NO_x alcanzan valores por encima de los $18000 \frac{g}{\text{día}}$ por encima de otros contaminantes criterio en otras vías como el caso de los COV en las vías 5 y 6 (ver figura 19 y 20 respectivamente). El día lunes corresponde al día con mayores emisiones de la vía 7 y de todas las demás vías, seguido del viernes y en tercer lugar el domingo. Los valores para el CO se encuentran en un intervalo de $218115,92 \frac{g}{\text{día}}$ y $267989,19 \frac{g}{\text{día}}$. Para los COV entre $52099,36 \frac{g}{\text{día}}$ y $63765,5 \frac{g}{\text{día}}$. El NO_x con valores entre $14123,77 \frac{g}{\text{día}}$ y $18423,84 \frac{g}{\text{día}}$. Un valor máximo de $643,30 \frac{g}{\text{día}}$ de PM10 para el día jueves, seguido del viernes con $614,97 \frac{g}{\text{día}}$.

Para la vía 7 se presentan valores semanales para el CO donde la categoría MOTOS emite $377044,20 \frac{g}{semana}$, C- 2P un valor de $103166,7 \frac{g}{semana}$. Para el NOx una emisión con valores de entre $96,33$ y $33342,12 \frac{g}{semana}$, donde la categoría con mayores contribuciones corresponde a C3-4 seguida de C – 2G. Para el PM10 un valor máximo de $1154 \frac{g}{semana}$ para la categoría C 3-4.

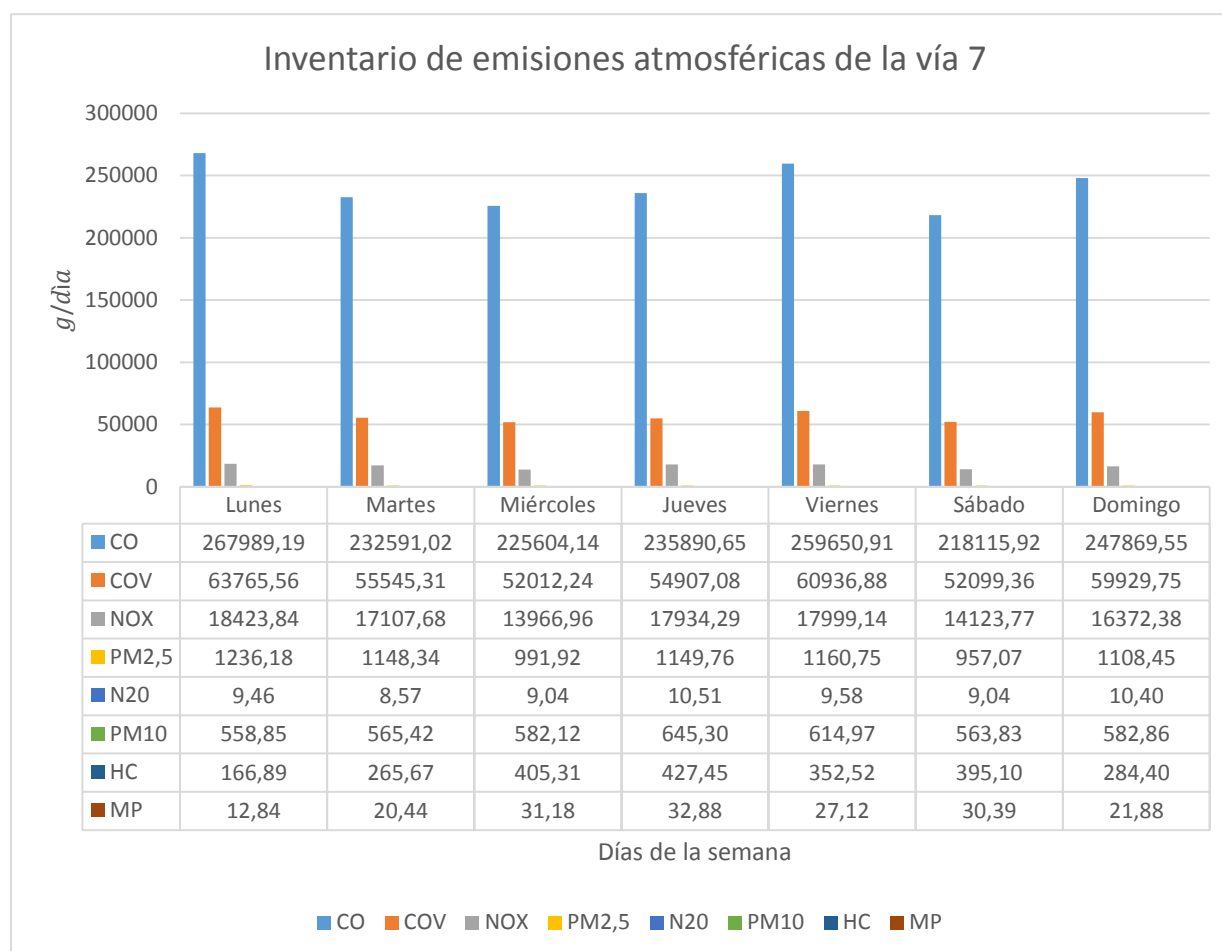


Figura 26. Inventario de emisiones atmosféricas de la vía 7 Ábrego N. de S.

En la figura 28 se ilustra uno de los modelos de dispersión de PM10 para la vía 7, para ver los demás modelos ver APÉNDICE G. A partir de los modelos de dispersión se obtiene la información tabulada en la tabla 16 donde se muestra las concentraciones de PM10 en microgramos por metro cúbico (μ/m^3) para esta vía a diferentes grados de dirección del viento ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$).

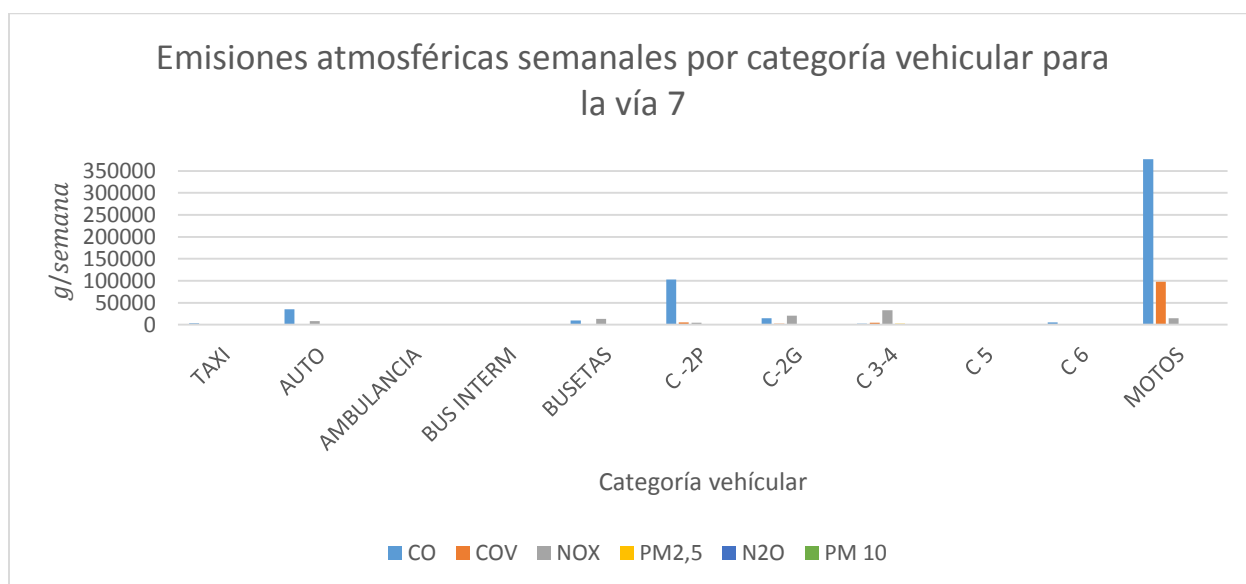


Figura 27. Emisiones atmosféricas semanales por categoría vehicular para la vía 7 Ábrego N. de S

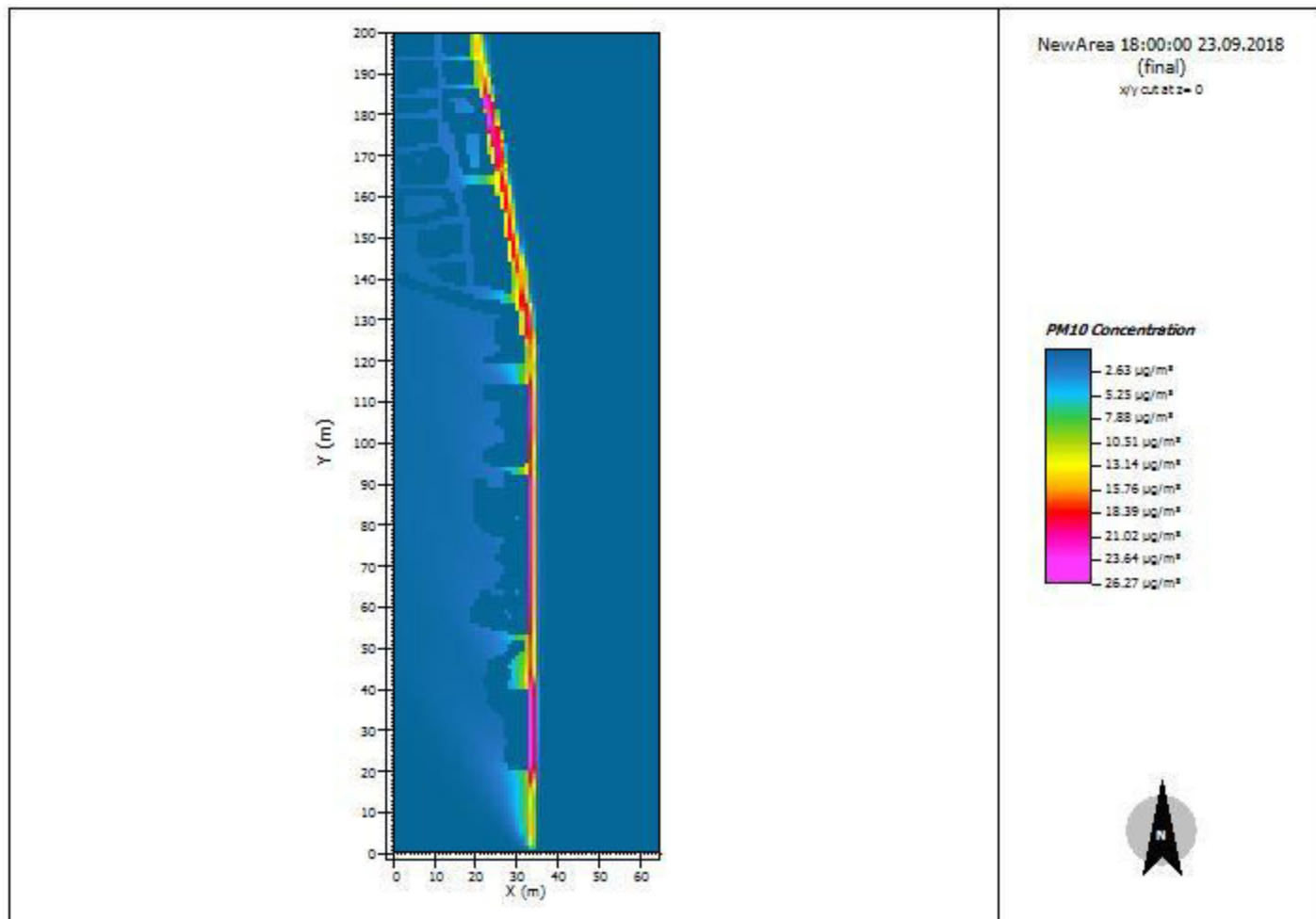


Figura 28. Modelo de dispersión de material particulado PM10 para las vías 5 y 6 Ábrego, N. de S.

En la tabla 16 se observan las concentraciones para los barrios aledaños a la vía 7 donde el barrio La Curva presenta las mayores concentraciones, seguido del barrios La Piñuela y en tercer lugar el Divino Niño, sin diferencias significativas entre los tres barrios.

Tabla 16.

Concentraciones de material particulado PM10 para los barrios aledaños a la vía 7

CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (μ/m^3) PUNTO 7								
BARRIO	GRADOS DE MODELACIÓN							
	0	45	90	135	180	225	270	315
BELLO VALLE	8.97	8.10	6.96	10.51	2.82	3.94	1.61	2.12
LA TORCOROMA	2.99	2.02	1.74	2.63	5.85	5.91	4.83	8.50
DIVINO NIÑO	8.97	8.10	6.96	10.51	2.82	1.97	1.61	8.50
LA PIÑUELA	8.97	8.10	6.96	10.51	8.78	1.97	8.05	8.50
LA CURVA	11.97	8.10	6.96	10.51	8.78	5.91	4.83	10.62

Nota. Fuente: Autores del proyecto

En relación entre la tabla anterior y la figura 29 el barrio La Torcoroma con un 73% de los reporte de casos de enfermedades respiratorias para la zona presenta emisiones presenta las menores concentraciones, con un 25% La Piñuela con las segundas concentraciones más altas. Para el barrio la Curva con las concentraciones más altas no reporta casos de enfermedades respiratorias.

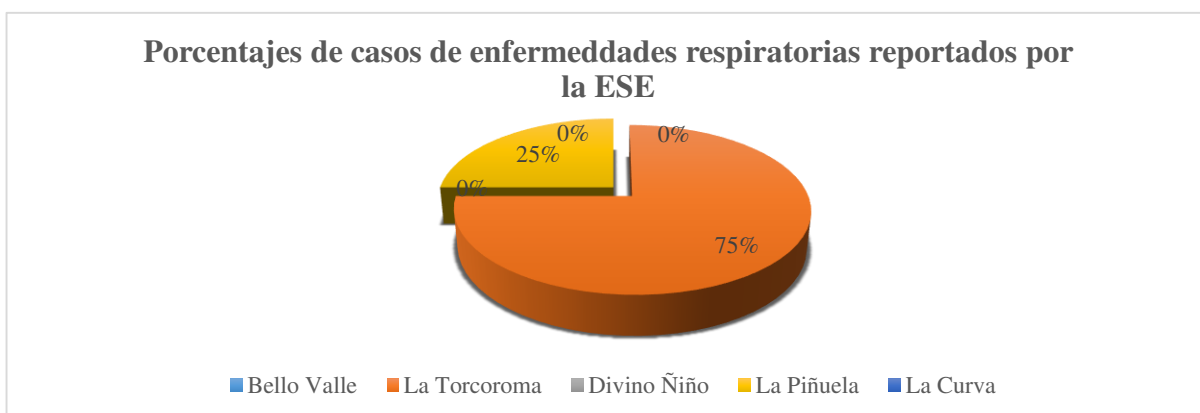


Figura 29. Porcentajes de casos de enfermedades respiratorias reportadas por la ESE por barrios para la zona de las vía 5 y 6 Ábrego, N. de S.

A continuación se ilustra en la figura 30 el inventario atmosférico semanal para cada una de las vías en unidades de $\frac{g}{semana}$, donde se observa que la vía 7 es la más crítica con las mayores emisiones frente a todos los contaminantes criterio, seguida por las vías 4 y 3 con valores similares entre ellas, le sigue la vía 1 sin mucha diferencia con respecto a las anteriores, posteriormente las vías 5 y 6 con un total de emisiones con poca variación y finalmente la vía 2 con las menores emisiones para la zona urbana del municipio de Ábrego.

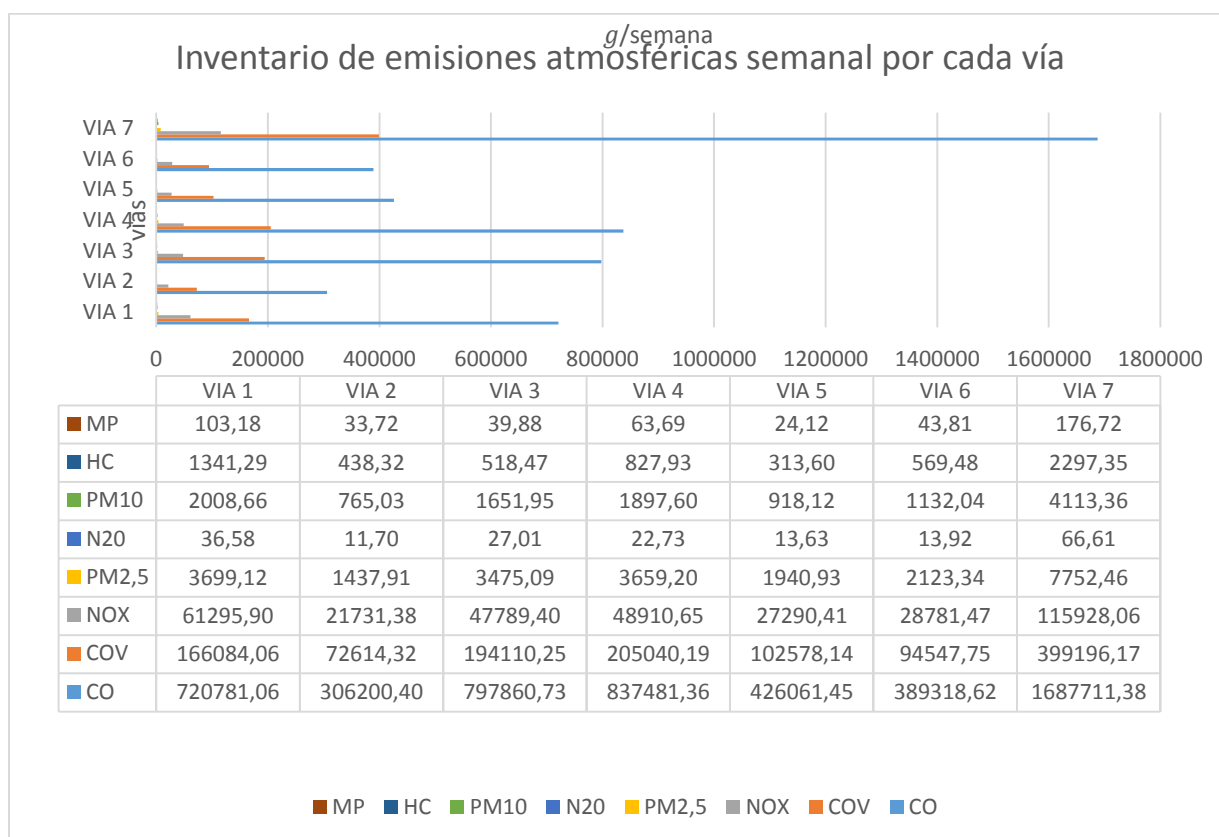


Figura 30. Inventario de emisiones atmosféricas semanal por cada vía Ábrego N. de S.

4.6. Análisis de la varianza de los datos

De acuerdo al análisis de varianza para los diferentes puntos por hora y categoría vehicular, el valor para los días de la semana y para el tipo de vehículo es mayor a 0.05 lo que

permite afirmar así que no existe diferencia significativa (tabla 17), es decir, en cualquier día el tránsito vehicular no varía de manera significativa manteniéndose un flujo uniforme y regular.

Tabla 17.
Varianza de los datos por punto y categoría vehicular

PUNTO	VARIANZA										
	TAXI	AUTO	AMBULANCI A	BUS INTER	BUSET A	C2P	C2G	C3	C5	C6	MOTO
Punto 1	5,29	1546,02	0,14	0,40	23,48	18,75	81,4 8	3,80	2,93	63,55	49695,01
Punto 2	8,22	2000,21	0,14	5,79	21,44	26,51	56,7 2	3,21	3,68	89,90	70634,93
Punto 3	3,10	1052,38	0,05	0,36	11,92	13,36	16,9 6	1,48	0,59	21,65	55692,97
Punto 4	2,74	674,45	0,06	0,19	12,54	9,18	18,9 2	4,44	0,75	53,34	58680,71
Punto 5	2,04	342,99	0,14	0,53	8,21	13,08	26,0 1	0,37	1,70	16,78	15525,74
Punto 6	27,11	485,91	0,09	0,23	8,99	9,63	20,7 8	0,94	0,92	44,44	25197,43
Punto 7	5,06	1486,16	0,11	4,19	22,10	27,44	63,6 3	3,63	3,29	48,71	56981,12

Nota. Fuente: Autores del proyecto

4.7. Análisis etario

En la figura 31 se observa gráficamente los porcentajes correspondientes a cada grupo etario por enfermedades respiratorias atendidas en la ESE Hospital Regional Noroccidental de Ábrego, donde los mayores afectados son las personas con una edad igual o mayor a 60 años con 29% de los casos reportados, en segundo lugar se encuentran las personas en un rango de edad de entre los 15 a los 44 años con un 20 % de reportes.

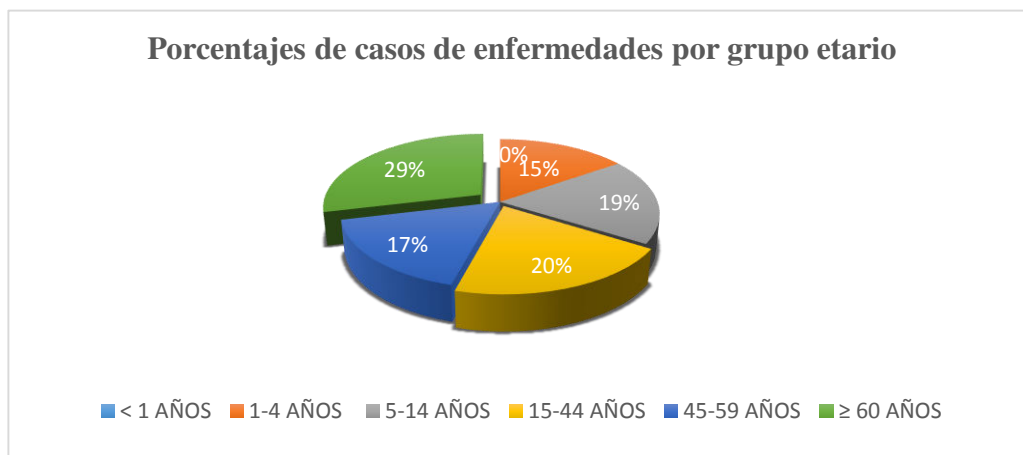


Figura 31. Porcentajes de casos de enfermedades reportadas a la ESE por grupo etario Ábrego N. de S.

Capítulo 5. Conclusiones

La categoría MOTOS corresponde a la que mayor flujo vehicular obtuvo para todos los días en todos los puntos, seguido de C – 2P. La hora con mayor flujo vehicular está comprendida entre las 5 - 6 de la tarde sin mucha variación para las horas de 4 - 5 p.m. y 11 – 12 p.m. De manera general el domingo es el día con mayores emisiones con algunas variaciones entre los días viernes para la vía 3 y el día lunes para la vía 7. El monóxido de carbono CO corresponde al contaminante criterio que mayores emisiones arroja a la atmosfera con valores que oscilan entre los 300000 y los 1700000 $\frac{g}{semana}$, seguido de los compuestos orgánicos volátiles COV en un intervalo de 70000 y 400000 $\frac{g}{semana}$. Un valor máximo de 115928,06 y uno mínimo de 61295,90 $\frac{g}{semana}$ para NO_x. De acuerdo al análisis de varianza para los diferentes puntos por hora y categoría vehicular, el valor para los días de la semana y para el tipo de vehículo es mayor a 0.05 lo que permite afirmar así que no existe diferencia significativa.

La modelación permitió conocer la dispersión de PM10 en diferentes grados de dirección del viento y la concentración de este contaminante criterio para los barrios aledaños a las diferentes vías. Donde las mayores concentraciones son emitidas a los 45° y 135° de dirección del viento a largo de la vía y con una dispersión que disminuye hacia los barrios. Los valores más altos se registran para los barrios Belén, Santa Bárbara, Central, La Torcoroma, Bolívar y La Curva

Se presume una relación directamente proporcional entre los casos de enfermedades respiratorias y el aporte por las concentraciones de Pm10 de las fuentes móviles para los barrios Belén, Santa Bárbara, Central y Bolívar ya que estos presentan los mayores reportes a la ESE Hospital Regional Noroccidental de Ábrego y registran los mayores valores en concentraciones

de PM10 dispersadas para las diferentes zonas. Los mayores afectados por enfermedades respiratorias son las personas con una edad igual o mayor a 60 años con 29% de los casos reportados, en segundo lugar se encuentran las personas en un rango de edad de entre los 15 a los 44 años con un 20 % de reportes.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda el desarrollo de campañas ambientales para la promoción de alternativas frente al uso de medios de transporte contaminantes; entre estas alternativas figuran el uso de la bicicleta, día sin moto, compartir auto, utilizar el vehículo cuando sea necesario y el cumplimiento de la norma de acuerdo a la revisión vehicular mecánica y de gases.

Se invita a la realización de un inventario de emisiones para el horario nocturno (entre las 6 y las 10 p.m.) donde se genere información sobre las concentraciones de contaminantes criterio emitidos por fuentes móviles.

Se sugiere que se realicen más estudios relacionados con la contaminación del aire en la zona urbana de Ábrego, donde se pueda conocer a detalle las concentraciones totales de los contaminantes dispersos en el aire producto de las emisiones de diferentes fuentes (móviles y fijas) en conjunto.

Se exhorta a la actualización constante de la información sobre la contaminación del aire en la zona urbana del municipio de Ábrego cada año para conocer su evolución al transcurrir del tiempo.

Referencias

- AAF Internacional. (3 de Septiembre de 2015). *Producción de acero y hierro*. Obtenido de <http://aaflatinoamerica.com/produccion-de-hierro-y-acero/?gclid=CLSlpoDq78cCFYORHwodigEH>.
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Organización Mundial de la Salud; Organización Panamericana de Salud. (2002). *BVSDE*. Recuperado el 3 de Abril de 2018, de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/037675/037675-01.pdf>
- Aguilar, C. A. (s.f.). *Universidad de la República*. Recuperado el 05 de Abril de 2018, de Universidad de la República: <http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/SP%20%20historia.pdf>
- Almeida, J. L. (enero de 2016). *Modelación De Emisiones Contaminantes De Fuentes Móviles* . Recuperado el 01 de abril de 2017, de Modelación De Emisiones Contaminantes De Fuentes Móviles : <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/2454/1/T-SENESCYT-01308.pdf>
- Álvarez, H. B. (Junio de 2013). *Realización Del Inventario De Emisiones Atmosféricas Generadas Por Las Actividades*. Recuperado el 8 de abril de 2018, de Realización Del Inventario De Emisiones Atmosféricas Generadas Por Las Actividades: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6152/Tesis.pdf?sequence=1>
- Andrade, C. (marzo de 2015). *Inventario de emisiones atmosféricas*. Recuperado el 9 de abril de 2018, de Inventario de emisiones atmosféricas: <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/1542/1/TESIS%20INVENTARIO.pdf>
- Aquino, M. M. (marzo de 2012). *valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión: http://tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1002/TM161_Mendoza_Aquino_M%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias, M. (2009). *La realidad de la ayuda*. España: Intermón Oxfam.
- BBC. (01 de Julio de 2012). *BBC*. Recuperado el 05 de Abril de 018, de British Broadcasting Corporation: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/07/120626_inglaterra_revolucion_industrial_contaminacion_lp
- Calvo, M. S. (2002). *Tratado de la contaminación del aire. Problema, tratamiento y gestión*. Madrid: Mundi- Prensas.

- Carrillo, E. C. (Junio de 2015). *Evaluación De Los Efectos En Salud Relacionados Con La Contaminación Del Aire*. Recuperado el 01 de abril de 2018, de Evaluación De Los Efectos En Salud Relacionados Con La Contaminación Del Aire:
<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1140/1/28724.pdf>
- Carvajal, G., & García, V. (2016). *Planeación de la gestión de la calidad del aire para la empresa Hora LTDA Ladrillera Ocaña*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Casado, M. (1 de Enero de 2010). *Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria*. Obtenido de
http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/LMPs%20Ladrilleras.pdf.
- Castro, P., & Escobar, L. (2006). ESTIMACION DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES POR FUENTES MÓVILES A NIVEL NACIONAL Y FORMULACION DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL AJUSTE DE LAS NORMAS DE EMISIÓN . Bogotá: Universidad de la Salle.
- Cernuschi, E. (2005). *Cuatro siglos en cuatro ruedas*. Montevideo: Spanish Art Library.
- Corporación autónoma regional. (2017). *Síntesis ambiental de Norte de Santander*. Obtenido de
<http://corponor.gov.co/formatos/DIC%20SIGESCOR/PUBLICAR%20WEB%2010-12-09/PLAN%20DE%20ACCION%20AJUSTADO%202007%202011/2%20SINTESIS%20AMBIENTAL.pdf>.
- Daniels, F. (Febrero de 2007). *Contaminación Atmosférica*. Recuperado el 31 de Marzo de 2018, de Contaminación Atmosférica:
<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Salud/Secciones/Publicaciones/Documentos/2012/Investigaciones/Contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20y%20efectos%20sobre%20la%20salud%20de%20la%20poblaci%C3%B3n.pdf>
- Diario El País. (31 de Agosto de 2009). *El País*. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de El País:
<http://historico.elpais.com.co/paisonline/notas/Agosto312009/eco9.html>
- Diario La Opinión. (1 de Enero de 2017). <https://www.laopinion.com.co/region/desafios-de-nuestra-region-frente-al-cambio-climatico-125213#OP>. Obtenido de Desafíos de nuestra región frente al cambio climático.
- Duménil, G. (2014). *Economía crítica & Ecologismo social*. Madrid: FUHEM Ecosocial.
- EFE, A. (29 de Noviembre de 2010). *Diario El Espectador*. Obtenido de Diario El Espectador:
<https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/articulo-237581-cronologia-de-lucha-contra-el-cambio-climatico>

- Emiliano Aránguez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernandez, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Esp Salud Pública*, 123-132.
- Etze, R., & French, J. (s.f.). *Biblioteca Médica Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras*. Recuperado el 06 de Abril de 2018, de Biblioteca Médica Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras:
<http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc12849/doc12849.pdf>
- Fagan, B. (2009). *La Pequeña Edad del Hielo*. Gedisa.
- Fernández, H. G. (2011). La otra historia de las causas de los accidentes tecnológicos. *Educación química*, 22-26.
- Flores, F. (2004.). *Prueba piloto de conversión al modo bi-combustible gas natural-diésel oíl , realizada en la altura para un motor estacionario de encendido por compresión*. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés,.
- Fonseca, K. J. (Septiembre de 2016). *inventario de emisiones por fuentes movies en el perimetro urbano del municipio de ocaña norte de santander*. Recuperado el 2018 de abril de 8, de inventario de emisiones por fuentes movies en el perimetro urbano del municipio de ocaña norte de santander:
<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1576/1/30077.pdf>
- Gaitán, M., & Cárdenas, P. (2017). *GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE INVENTARIOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS*. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
- Giraldo, A. V. (2001). El gran músculo mecánico: La Máquina de vapor. . *Facultad de ingeniería*, 120-139.
- Gómez, C. (12 de Septiembre de 2016). *La Contaminación Ambiental*. Obtenido de <http://www.cristinogomez.com/2013/10/contaminacion-ambiental.html>.
- Gómez, M. V. (2010). *RUA*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de Repositorio de la Universidad de Alicante: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/14125/1/El%20fuego.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales [IDEAM]. (2014). *IDEAM*. Recuperado el 5 de Junio de 2018, de IDEAM: www.cambioclimatico.gov.co/gases-de-efecto-invernadero
- Instituto Nacional de Ecología y cambio Climatico. (2017). *Tipos y fuentes de contaminantes atmosfericos*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/396/tipos.html>.
- Lázaro, S. G. (Octubre de 2011). *inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de fuentes móviles*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de inventario de emisiones de gases

de efecto invernadero de fuentes móviles:

<http://www.colpos.mx/tabasco/diplomado/04/dra%20ebelia/tesis.gaby.oct20.pdf>

Londoño, J., Correa, M., & Carlos, P. (2011). *Estimacion de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles*. Envigado: Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 16, p. 149-162.

Magallanes, J. G. (Mayo de 2011). *Estimación de un Inventario de Emisiones Provenientes de Fuentes Móviles para la Ciudad de Chihuahua*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de Estimación de un Inventario de Emisiones Provenientes de Fuentes Móviles para la Ciudad de Chihuahua:
https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/572103/DocsTec_1788.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Márquez, E. M. (2010). *Química II*. México: Cengage Learning Editores.

Martínez, E. G. (diciembre de 2010). *inventario de emisiones de partículas y modelado de su transporte*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de inventario de emisiones de partículas y modelado de su transporte :
file:///C:/Users/Corel/Downloads/2010_pmpca_m_gallegosmartinez_101210.pdf

Ministerio de Transporte. (27 de Julio de 2017). *Mintransporte*. Recuperado el 2018 de Junio de 5, de Mintransporte:
<http://mintransporte.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=5d903166126945509d408bafbcc04d0c>

Ministerio del Medio Ambiente. (14 de Marzo de 2005).
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_3344_2005.pdf.
Obtenido de Conpes 3344.

Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible (2010). *Resolución 610 de 2010*.
<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bf-Resoluci%C3%B3n%20610%20de%202010%20-%20Calidad%20del%20Aire.pdf>
Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible (2015). *Decreto 1076 de 2015*.
<https://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-1076-de-2015.pdf>

Congreso de Colombia (1993). *Ley 99 de 1993*.
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible (2017). *Resolución 2254 de 2017*.
<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>

- National Geographic. (2 de Septiembre de 2015). <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/contaminacion-aire>. Obtenido de La contaminación del aire.
- Noriega, M. A. (Agosto de 2010). *actualizacion de inventario de emisiones atmosfericas producidas por avisiones en bogota*. Recuperado el 08 de abril de 2018, de actualizacion de inventario de emisiones atmosfericas producidas por avisiones en bogota: file:///C:/Users/Corel/Downloads/inventario_emisiones_aeropuerto_bogota.pdf
- Núñez, J. A. (junio de 2011). *Inventario de emisiones atmosfericas de fuentes fijas de la ciudad de bucaramanga*. Recuperado el 8 de abril de 2018, de Inventario de emisiones atmosfericas de fuentes fijas de la ciudad de bucaramanga: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1217/digital_20830.pdf?sequence=1
- OCIO. (2017). *Teoría de los gases invernadero*. Recuperado el 1 de abril de 2018, de Teoría de los gases invernadero: <https://www.ocio.net/estilo-de-vida/ecologismo/teoria-de-los-gases-invernadero/>
- Organizació de Naciones Unidas. (1998). *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION*. New York: FCCC/INFORMAL.
- Organización de las Naciones Unidas. (2002). *Cumbre de Johannesburgo Reseña de España*. España: ONU.
- Organización Mundial de la Salud. (1 de Febrero de 2018). <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-climatico-y-salud>. Obtenido de Cambio climático y salud.
- Palomo, H. M. (agosto de 2015). *modelación de la calidad del aire para el área metropolitana de cúcuta a partir de la elaboración de un inventario de emisiones atmosféricas de fuentes fijas puntuales*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de modelación de la calidad del aire para el área metropolitana de cúcuta a partir de la elaboración de un inventario de emisiones atmosféricas de fuentes fijas puntuales : <http://alejandria.ufps.edu.co/descargas/tesis/1650026.pdf>
- Placeres, M. R., Olite, F. D., & Toste, M. Á. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 1-14.
- Ramirez, C. (2013). *Contaminación atmosferica en Colombia*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Ramón, J. F. (Junio de 2015). *Elaboración De Un Inventario De Fuentes Fijas De Combustión*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de Elaboración De Un Inventario De Fuentes Fijas De Combustión : <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21768/1/tesis.pdf>

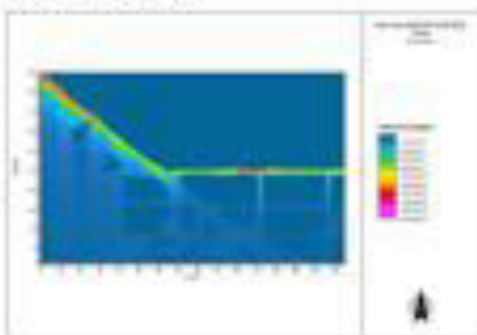
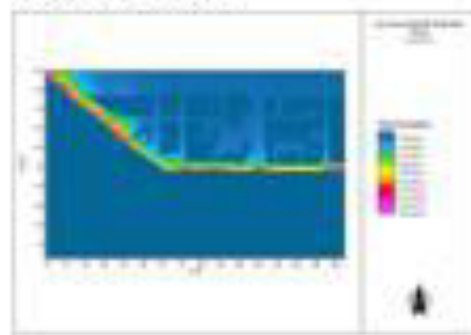
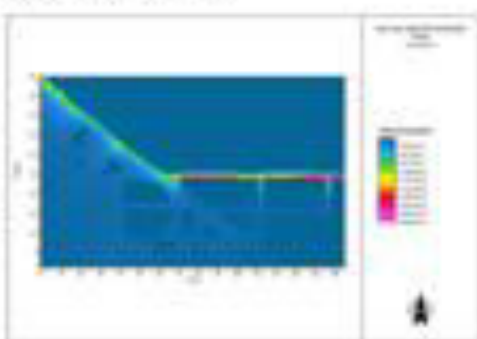
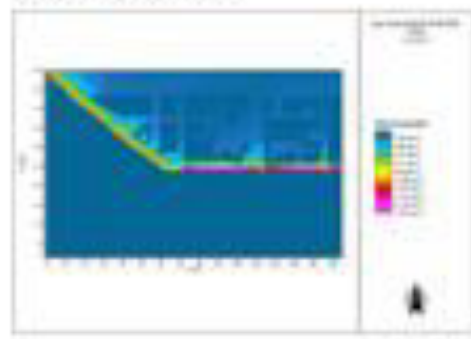
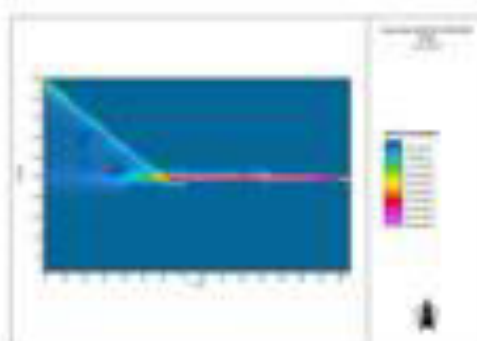
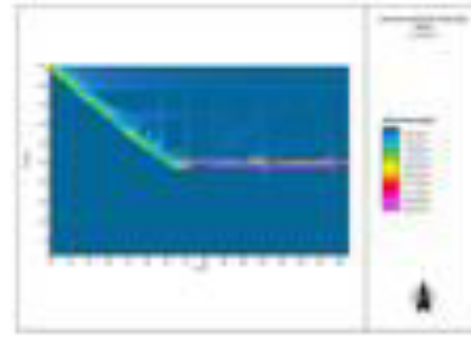
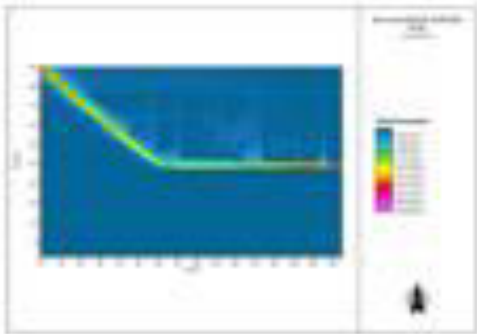
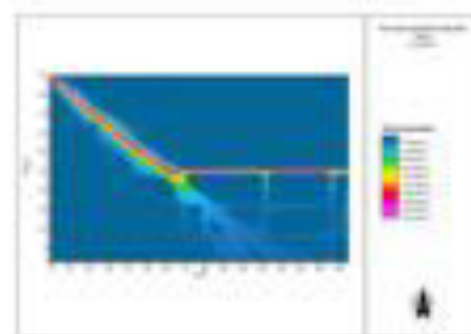
- Rendón, D. M. (marzo de 2014). *Estimación De Emisiones Atmosféricas*. Recuperado el 29 de abril de 2018, de Estimación De Emisiones Atmosféricas:
https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1484/Monograf%C3%ADa_Diana%20M.%20Quiceno.pdf?sequence=1
- Ribera, T., & Olabe, A. (16 de Abril de 2015). *Real Instituto Elcano Royal Institute*. Obtenido de Real Instituto Elcano Royal Institute:
<http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2015/15590.pdf>
- Rivas, I. (1995). *Técnicas de Documentación Investigación I. UNA*. Caracas. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. (s.f.). Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:
<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/459-plantilla-cambio-climatico-15>
- Salazar, J. (febrero de 2015). *historia de abrego*. Recuperado el 9 de abril de 2018, de historia de abrego: <http://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/municipios/region-norte/abrego/abrego.htm>
- Salazar, J. (9 de Abril de 2015). *Historia de Abrego*. Obtenido de <http://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/municipios/region-norte/abrego/abrego.htm>.
- Secretaria del medio ambiente y recursos naturales. (5 de Julio de 2013). *Contaminantes criticos*. Obtenido de <http://www.inecc.gob.mx/calair-indicadores/523-calair-cont-criterio>.
- SEMADET. (2017). <https://aire.jalisco.gob.mx/como-me-afecta/contaminantes-efectos>. Obtenido de Los contaminantes atmosféricos.
- Siñai, S. (2011). *Problemática ambiental producida por las ladrilleras*. Bolivia. : Universidad Mayor de San Andrés, Editorial el Cóndor. .
- Tapia, A. A. (mayo de 2012). *inventario de emisiones atmosféricas a partir de fuentes fijas, móviles y de área en la ciudad de latakunga*. Recuperado el 9 de abril de 2018, de inventario de emisiones atmosféricas a partir de fuentes fijas, móviles y de área en la ciudad de latakunga: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/235/1/T-UCE-0012-37.PDF>
- Tellería, J. L. (2005). *El impacto del hombre sobre el planeta*. Madrid : Complutense.
- Unesco. (1959). *El Correo de la Unesco*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación,.
- Unidas, O. d. (2010). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15º período de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009*. New York: ONU.

University College London , Universidad de los Andes. (2013). *Marco Teórico de contaminación atmosférica en Colombia*. UCL, UAndes.

Vengoechea, A. d. (2012). *Bibliothek der Friedrich- Ebert-Stiftung*. Obtenido de Bibliothek der Friedrich- Ebert-Stiftung: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09155.pdf>

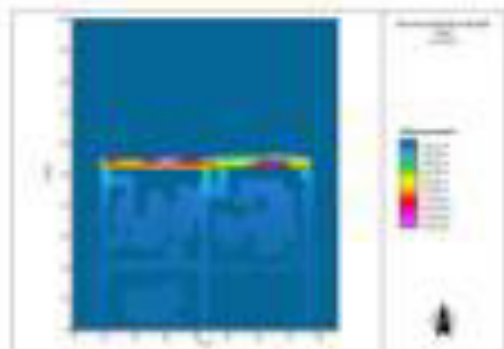
APÉNDICE

APÉNDICE C. Modelaciones de la vía 1 en los diferentes grados (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°)

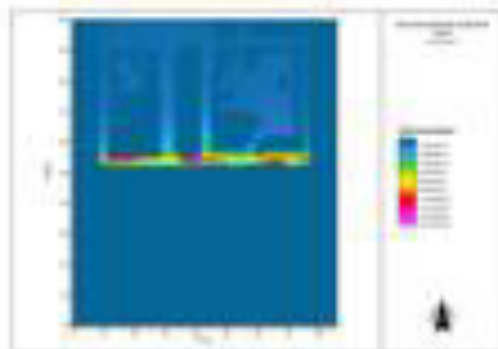
Modelación a 0° Modelación a 180° Modelación a 45° Modelación a 225° Modelación a 90° Modelación a 270° Modelación a 135° Modelación a 315° 

APÉNDICE D. Modelaciones de la vía 2 en los diferentes grados (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°)

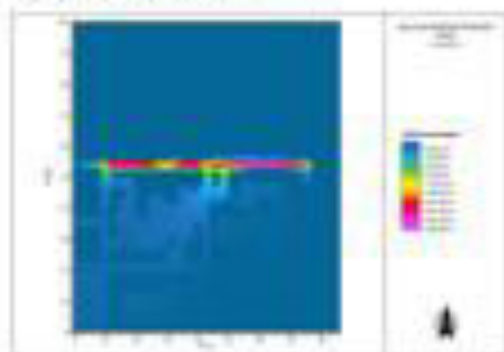
Modelación a 0°



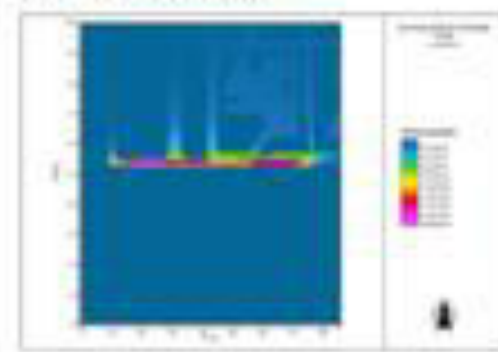
Modelación a 180°



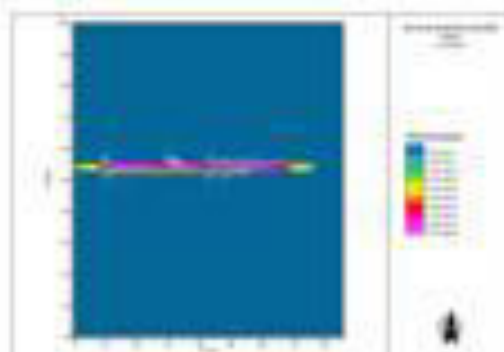
Modelación a 45°



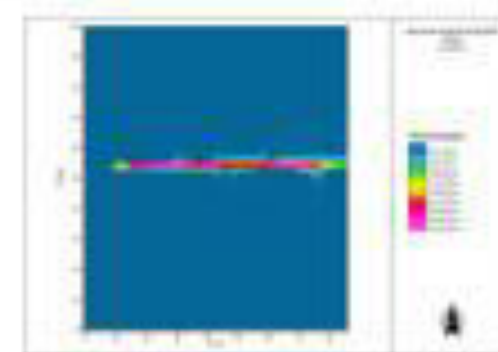
Modelación a 225°



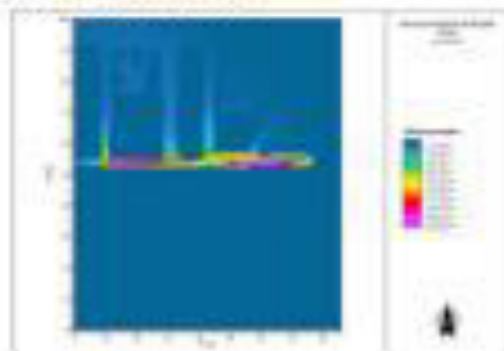
Modelación a 90°



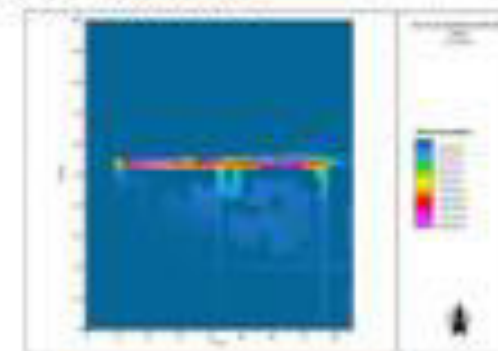
Modelación a 270°



Modelación a 135°

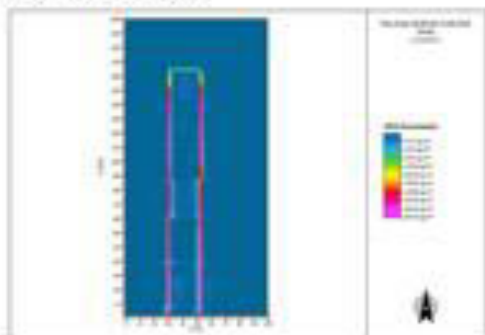


Modelación a 315°

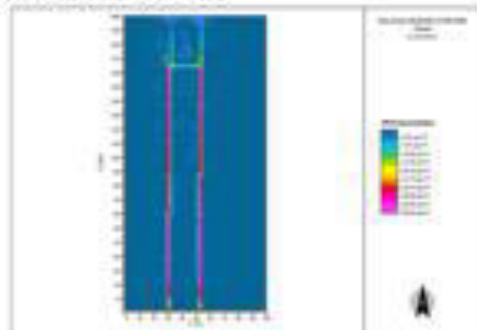


APÉNDICE E. Modelaciones de la vía 3 y 4 en los diferentes grados (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°)

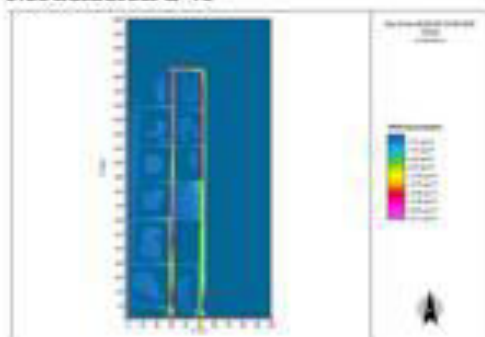
Modelación a 0°



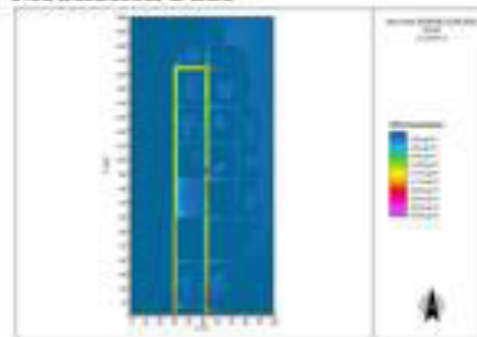
Modelación a 180°



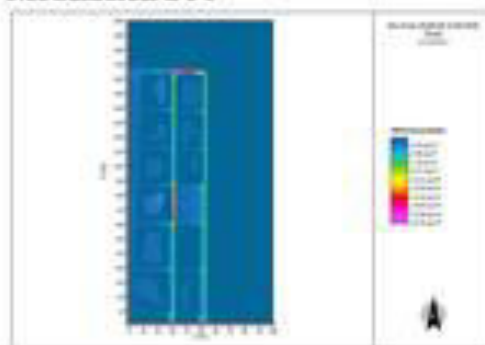
Modelación a 45°



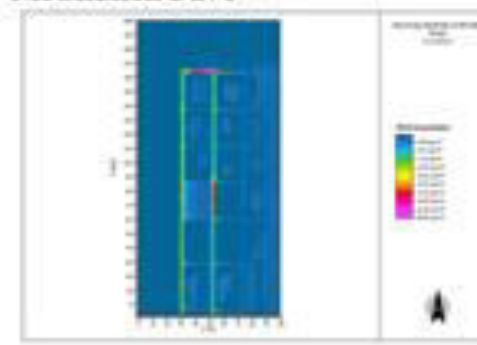
Modelación a 225°



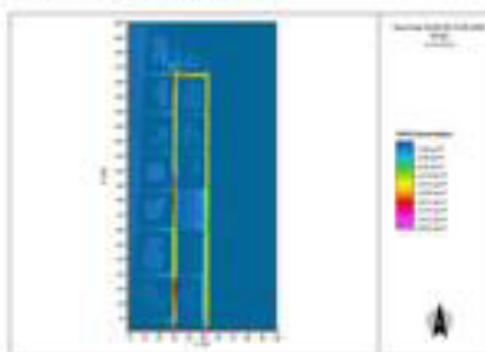
Modelación a 90°



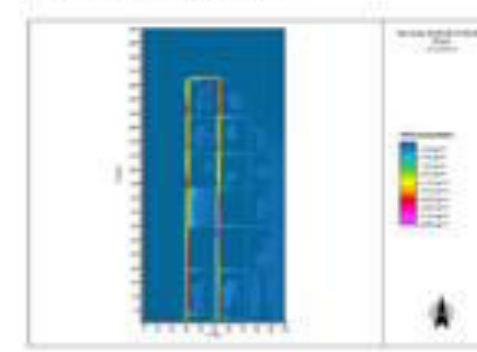
Modelación a 270°



Modelación a 135°

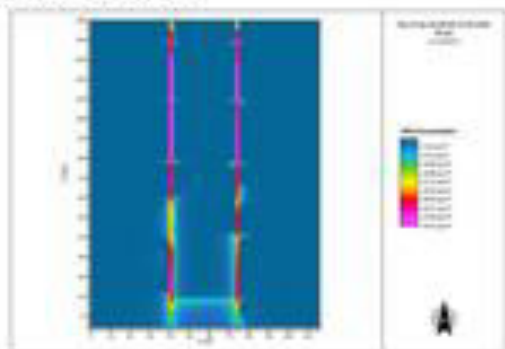


Modelación a 315°

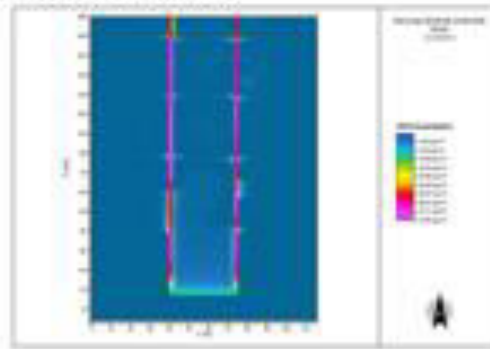


APÉNDICE F. Modelaciones de la vía 5 y 6 en los diferentes grados (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°)

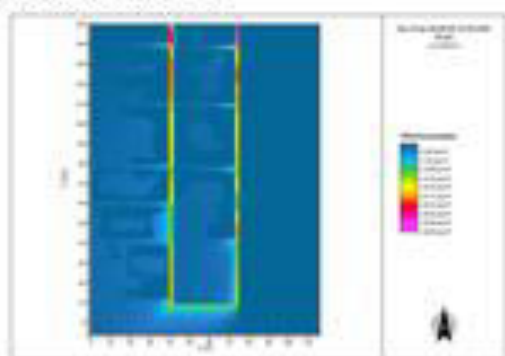
Modelación a 0°



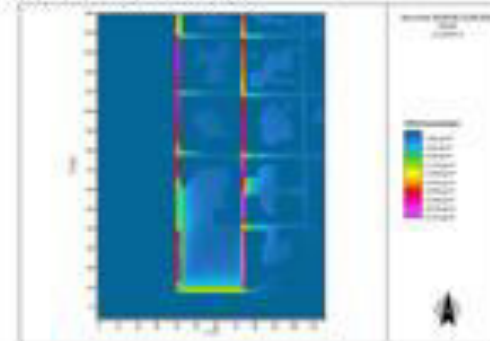
Modelación a 180°



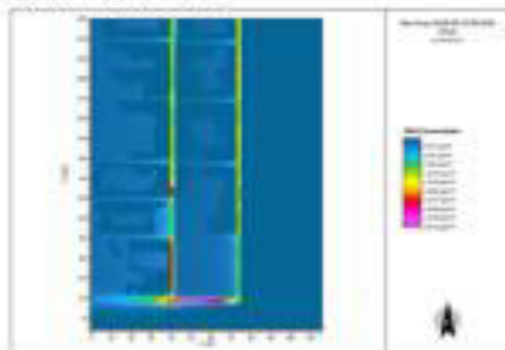
Modelación a 45°



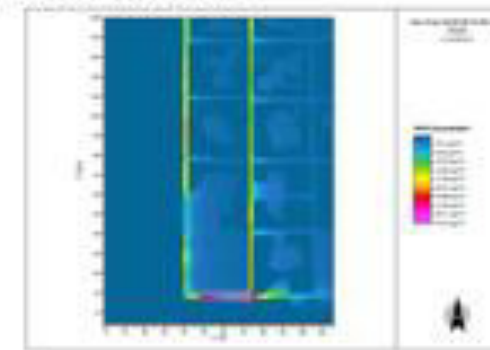
Modelación a 225°



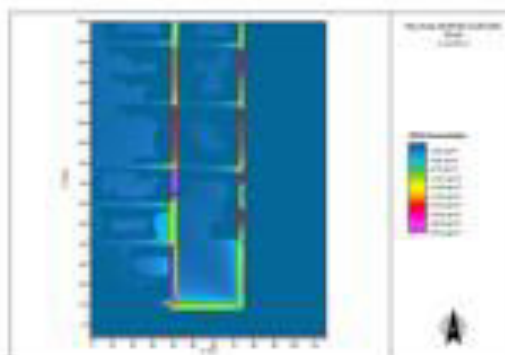
Modelación a 90°



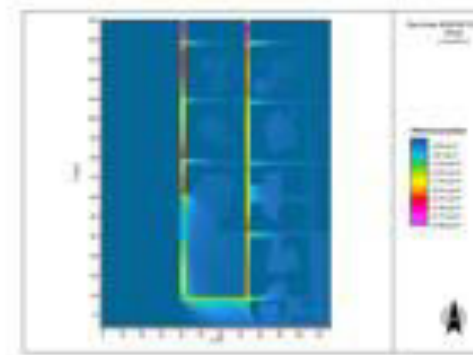
Modelación a 270°



Modelación a 135°

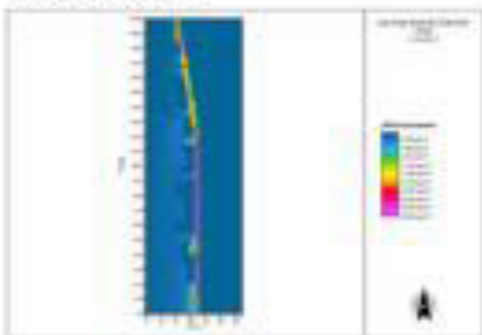


Modelación a 315°

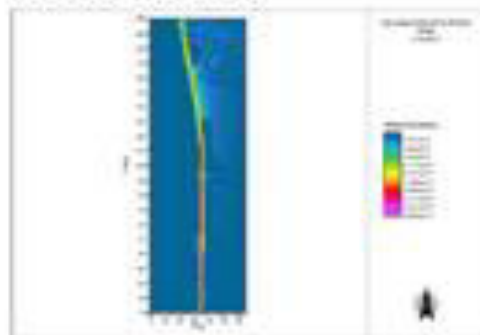


APÉNDICE G. Modelaciones de la vía 7 en los diferentes grados (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°)

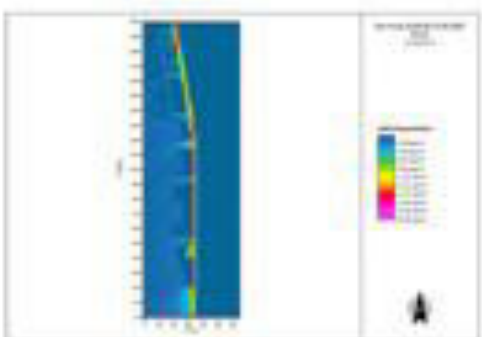
Modelación a 0°



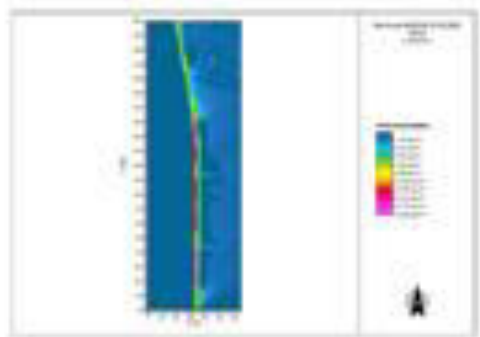
Modelación a 180°



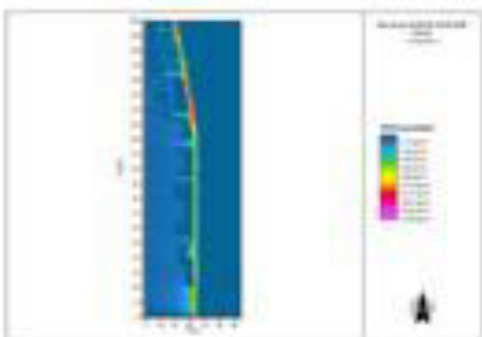
Modelación a 45°



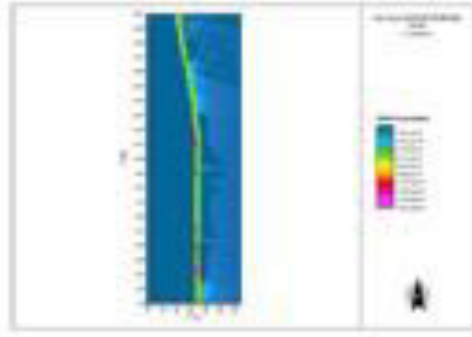
Modelación de 225°



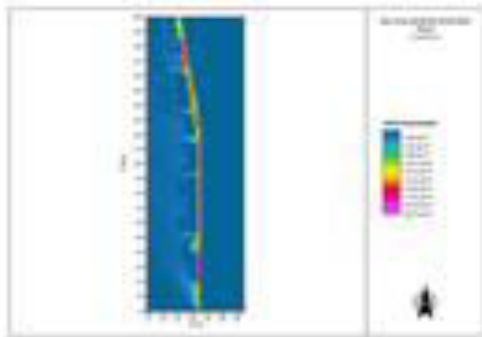
Modelación a 90°



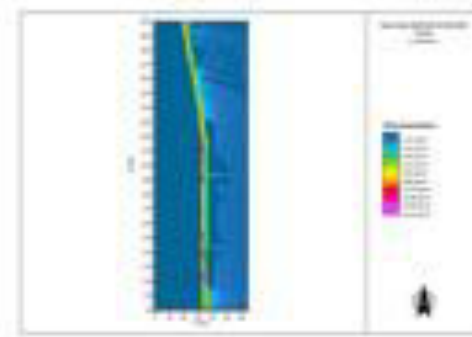
Modelación a 270°



Modelación a 135°



Modelación a 315°



APÉNDICE H. Fotografías Aforo Vehicular



APÉNDICE I. Formato de recepción Información meteorológica suministrada por el IDEAM

FECHA DE PROCESO : 2018/09/03			VALORES MEDIOS DECADALES DE TEMPERATURA (oC)								NACIONAL AMBIENTAL			
LATITUD 0805 N			TIPO EST CP		DEPTO NORTE SANTANDER		ESTACION : 16055040 ABREGO CENTRO ADMO				FECHA-INSTALACION 1969-JUL			
LONGITUD 7313 W			ENTIDAD 01 IDEAM		MUNICIPIO ABREGO		CORRIENTE ALGODONAL				FECHA-SUSPENSION			
ELEVACION 1430 m.s.n.m			REGIONAL 08 SANTANDERES											
A#O	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2001	01	19.9 3	20.1	20.8	21.6	21.4	21.0	22.0	21.4	22.0 3	21.9 3	20.8 3	20.7 3	21.1 3
		20.2 3	20.3	20.9	20.6	21.5	21.7 3	21.6	22.1 3	21.3 3	21.3 3	21.4 3	21.3 3	21.2 3
		19.9 3	20.1	20.9 3	21.1	21.2	21.6	21.6 3	22.2 3	*	21.5 3	21.1 3	21.3 3	21.1 3
2002	01	20.5 3	20.5	20.4 3	21.3 3	22.0	20.8	22.3 3	22.1 3	21.5 3	21.2 3	20.7 3	*	21.2 3
		20.3 3	20.9 3	21.3 3	20.9 3	22.8 3	20.9 3	21.8	22.4	21.0 3	*	21.0 3	*	21.3 3
		20.4	21.0	21.3	20.5 3	21.1 3	21.9	21.9 3	21.9 3	21.7 3	20.9 3	20.9 3	21.6 3	21.3 3
2003	01	22.1 3	*	21.5 3	20.8 3	21.7 3	20.6 3	21.1 3	21.6 3	21.3	21.2 3	21.0 3	20.5 3	21.2 3
		21.5 3	21.1 3	20.5 3	20.4 3	21.2 3	20.7 3	21.1 3	21.4 3	21.1 3	21.0 3	21.1	20.1 3	20.9 3
		20.5 3	*	20.9 3	21.1 3	21.2 3	20.9	22.0	21.4 3	21.2 3	21.1 3	20.9 3	19.6 3	21.0 3
2004	01	19.4 3	19.4 3	20.5 3	21.8 3	21.1 3	21.0 3	20.9 3	21.5	21.2 3	20.7 3	20.7	20.5 3	20.7 3
		19.7 3	20.0 3	21.2	20.4 3	21.1	21.3 3	21.1	21.8 3	20.6	21.0 3	20.4	20.1	20.7 3
		19.0 3	20.4	21.3 3	21.1	21.0 3	21.2 3	21.0	21.1 3	21.0	20.5	20.4 3	19.7 3	20.6 3
2005	01	20.5 3	20.5	21.3 3	21.8 3	22.2 3	21.6 3	22.1 3	22.4 3	21.6 3	20.9 3	21.5 3	19.7 3	21.3 3
		20.1 3	19.8 3	21.6 3	21.8	21.7	22.3 3	21.6 3	20.9 3	21.9 3	21.4	20.5 3	19.7 3	21.1 3
		20.3	20.7 3	*	22.1 3	21.7	22.1	22.8 3	21.2 3	20.6 3	20.8	19.9 3	20.5 3	21.2 3
2006	01							*	21.0	20.2	20.9 3	21.0	20.8 3	20.8 3
								20.9	20.7	20.5 3	20.6	20.7 3	20.4	20.6 3
								21.0 3	20.6 3	21.1	21.2 3	20.9	20.3 3	20.9 3
2007	01	20.1 3	20.6	20.9	21.2 3	20.9 3	21.1	22.2	21.1	20.4	20.8	20.9	19.9	20.8 3
		20.9	20.0 3	21.1	21.4 3	21.3 3	21.2	22.2	20.4 3	20.5 3	20.8	20.7	20.1	20.9 3
		21.0	20.4	20.9	21.1	20.4 3	22.6	21.0 3	20.7 3	21.0 3	20.7	20.7	20.9 3	21.0 3
2008	01	20.3 3	19.8 3	20.3	21.0	20.4 3	20.7 3	20.4 3	21.0	21.0 3	21.5 3	21.8 3	21.5	20.8 3
		20.2	20.0	20.4	21.4	20.9 3	21.0 3	20.6 3	20.8 3	21.2 3	21.6 3	21.6	*	20.9 3
		19.5	20.1	21.1	20.9 3	20.4	21.0 3	21.1 3	20.4 3	21.6 3	21.8 3	22.1 3	19.5 3	20.8 3
2009	01	20.2 3	20.1 3	19.8	21.0	20.7 3	22.1 3	21.4 3	22.3	22.5	21.6	21.2	20.5	21.1 3
		19.9 3	19.9 3	20.2 3	21.7 3	21.3 3	21.5	22.3 3	21.8	21.5	21.0	21.5	20.4 3	21.1 3
		19.4 3	20.7	20.9	21.6 3	21.4 3	20.9	22.5 3	22.0	21.9 3	21.5	21.2	21.0 3	21.3 3
2010	01	20.7	22.1	21.7	22.0	21.7	22.0	21.3	20.7	20.9	21.0 3	20.9	20.2	21.3 3
		20.5 3	22.2	22.0	21.7	23.0	21.0	21.0	20.8 3	21.1	20.8 3	19.7	19.9	21.1 3
		21.5 3	22.4	22.3	22.5	21.6	21.4 3	20.7	20.7 3	20.5	20.6	20.0	19.9	21.2 3
2011	01	19.9 3	19.8	19.2	21.1 3	21.6	21.6	21.0	21.2	21.0	20.8	21.0	19.9	20.7 3
		20.2	20.5 3	19.8	19.8	20.5	21.4	21.0	21.0	20.8	20.0	20.3	20.3	20.5 3