

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EFECTO DE MEDIDAS ADMINISTRATIVAS EN LA REDUCCIÓN
DE LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO POR
FUENTES MÓVILES VEHICULARES, SECTOR 2 - VILLA EL
SALVADOR, 2016”**

Tesis para Optar el Título Profesional o Grado Académico de
Ingeniero Ambiental

BACH. MERY JULITH VALENCIA PADILLA

LIMA – PERÚ

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

DEDICATORIA

Esta Tesis se la dedico a mis padres Mery Julith Padilla Peña y José Luis Valencia Zamora que me apoyan constantemente en mi formación profesional, asimismo a mi familia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor Ing. Luis Antonio Ibáñez Guerrero quien ha demostrado constantemente su apoyo y compromiso para poder guiarme a realizar mi tesis de grado, asimismo a la Municipalidad de Villa El Salvador por darme las facilidades en la etapa de obtención de resultados y a la Universidad Científica del Sur por la iniciativa de investigación y coordinación de las partes.

INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	0
DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
INDICE	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
I. RESUMEN.....	9
II. ABSTRACT	11
III. INTRODUCCIÓN.....	13
IV. MARCO TEÓRICO.....	15
4.1.1. NORMATIVA INTERNACIONAL.....	15
4.1.2. NORMATIVA NACIONAL	19
4.2.1. CALIDAD DEL AIRE	22
4.2.2. CONTAMINANTES CRITERIO.....	23
4.2.3. EMISIONES VEHICULARES.....	24
4.2.4. CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES Y MODELO IVE	25
4.2.5. HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE EMISIONES	31
4.2.6. ASPECTOS TÉCNICOS EN VEHÍCULOS Y GENERACIÓN DE LAS EMISIONES.....	31
<input type="checkbox"/> COMBUSTIÓN	31
<input type="checkbox"/> FILTRO DE PARTÍCULAS.....	34
<input type="checkbox"/> CATALIZADOR DE GASES DE ESCAPE	35
<input type="checkbox"/> RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR):	36
<input type="checkbox"/> REDUCCIÓN CATALÍTICA SELECTIVA (SCR).....	36
<input type="checkbox"/> INYECCIÓN DIRECTA (DI)	36
V. MÉTODOLÓGÍA Y MATERIALES.....	37
5.2.1. UBICACIÓN	38
5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDICIÓN	38
5.2.3. DETERMINACIÓN DEL PARQUE VEHICULAR	39
5.2.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO ..	40

5.2.5.	MEDICIÓN DE PATRONES DE MANEJO.....	43
5.2.6.	ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES	43
5.2.7.	COMPARACIÓN DE ESCENARIOS	47
VI.	RESULTADOS	50
6.2.1.	APLICACIÓN DE LISTA DE VERIFICACIÓN	51
6.2.2.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS MUESTRAS	51
6.2.3.	PATRONES DE MANEJO	54
6.3.1.	DATOS NECESARIOS PARA LAS ESTIMACIONES.....	54
6.3.2.	ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES	58
6.3.3.	ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS	73
6.3.4.	CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS	89
VII.	DISCUSIÓN.....	91
VIII.	CONCLUSIONES.....	97
IX.	RECOMENDACIONES	100
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
XI.	GLOSARIO.....	108
11.1.1.	CALIDAD DE AIRE	108
11.1.2.	CUENCA ATMOSFÉRICA.....	108
11.1.3.	CONTAMINANTES CRITERIO.....	108
11.1.4.	DEFINICIÓN DE CADA CONTAMINANTE CRITERIO UTILIZADO EN EL ESTUDIO.....	109
11.1.5.	EMISIONES.....	110
11.1.6.	AFORO VEHICULAR	111
11.1.7.	ESTIMACIÓN DE INVENTARIO DE EMISIONES.....	111
11.1.8.	“BIN” E “INDEX”	111
11.1.9.	FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	112
11.1.10.	FUENTES MÓVILES	112
11.1.11.	FUENTES FIJAS	112
11.1.12.	CILINDRAJE.....	112
11.1.13.	RALENTÍ	113

11.1.14. ALIMENTACIÓN.....	113
11.1.15. TOAR GASES	113
11.1.16. INYECCIÓN MULTIPUNTO.....	113
11.1.17. CON CARBURADOR	114
11.1.18. INYECCIÓN DIRECTA	114
11.1.19. INYECCIÓN MONO PUNTO	114
11.1.20. INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	114
XII. ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Regulación internacional de estándares de calidad de aire	16
Tabla 2 Legislación colombiana relacionada con la calidad del aire	17
Tabla 3 Estándares nacionales de calidad ambiental del aire.....	21
Tabla 4 Información de la calidad del aire referente al CO en algunos de los distritos de Lima	27
Tabla 5 Información de la calidad del aire a los alrededores de Cementos Lima, marzo y junio 2012	28
Tabla 6 Información de calidad de aire de los parámetros PM10 y PM 2.5 en la planta Cementos Lima - 2014	28
Tabla 7 Variables y Mecanismo	38
Tabla 8 Cronograma específico de trabajo de campo agosto	40
Tabla 9 Cronograma específico de trabajo de campo febrero	40
Tabla 10 Lista de verificación al Parque Automotor	42
Tabla 11 Información secundaria	44
Tabla 12 Descripción de las variables para la estimación de factores de emisión corregidos en el Modelo IVE	46
Tabla 13 Resumen del Aforo Vehicular.....	50
Tabla 14 Resumen de procesamiento de casos	51
Tabla 15 Datos Descriptivos.....	52
Tabla 16 Porcentaje de variación por categoría	53
Tabla 17 Promedio de velocidades según categorías vehiculares.....	54
Tabla 18 Distancia recorrida de los vehículos en función a una Hora del aforo vehicular	57
Tabla 19 Partidas realizadas por los Vehículos en función a una Hora	57
Tabla 20 Obtención de resultados en porcentaje de automóviles	58

Tabla 21 Obtención de resultados en porcentaje de mototaxis.....	58
Tabla 22 Obtención de resultados en porcentaje de moto lineal.....	59
Tabla 23 Obtención de resultados en porcentaje de camioneta	59
Tabla 24 Obtención de resultados en porcentaje de camioneta panel /rural.....	59
Tabla 25 Obtención de resultados en porcentaje de camión > 5 ton	59
Tabla 26 Obtención de resultados en porcentaje de camión < 5 ton	60
Tabla 27 Obtención de resultados en porcentaje de couster	60
Tabla 28: Obtención de resultados en porcentaje de ómnibus.....	60
Tabla 29 Resultados de porcentajes del BIN de las categorías	62
Tabla 30 Resultados de contaminantes criterio en mototaxis	64
Tabla 31 Resultados de contaminantes criterio en automóviles.....	64
Tabla 32 Resultados de contaminantes criterio en motos lineal.....	64
Tabla 33 Resultados de contaminantes criterio en camioneta	65
Tabla 34 Resultados de contaminantes criterio en camioneta rural/panel	65
Tabla 35 Resultados de contaminantes criterio en camión < 5 ton	65
Tabla 36 Resultados de contaminantes criterio en camión > 5 ton	66
Tabla 37 Resultados de contaminantes criterio en couster	66
Tabla 38 Resultados de contaminantes criterio en ómnibus	66
Tabla 39 Resultados consolidados.....	67
Tabla 40 Resultados cambio de combustible de flota de couster en gr/día	74
Tabla 41: Resultados cambio de combustible de la flota de Camioneta panel/rural en gr/día	76
Tabla 42 Resultados cambio de combustible de flota de Mototaxis en gr/día	77
Tabla 43 Resultados de renovación de la flota vehicular camión > 5 ton en gr/día	78
Tabla 44 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en mototaxis	80
Tabla 45 Modificación del BIN en mototaxi	80
Tabla 46 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en automóviles	81
Tabla 47 Modificación del BIN en Automóvil	81
Tabla 48 Resultado en gr/día de Cambio de patrones de manejo en moto lineal .	82
Tabla 49 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta panel/rural	83
Tabla 50 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta...	84
Tabla 51 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en Camión < 5 ton	85
Tabla 52 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en couster	86
Tabla 53 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en ómnibus.....	87
Tabla 54 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camión.....	88
Tabla 55 Consolidado de las estimaciones de escenarios	90

Tabla 56 Emisiones de material particulado y gases en la planta de Cementos Lima S.A.A. - 2012	96
Tabla 57 Emisiones de material particulado de la planta de Cementos Lima S.A.A y fuentes móviles.....	96
Tabla 58 Tabla de frecuencias respecto al tipo de vehículo y tipo de combustible	126
Tabla 59 Datos Descriptivos respecto al tipo de vehículo y tipo de combustible.	127
Tabla 60 Porcentaje de variación por categoría	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Perfil de elevación del área de estudio. Elaboración Propia.	56
Figura 2 Punto de referencia y ruta de la zona de estudio. Elaboración Propia.	56
Figura 3 Representación de llenado de flota vehicular. Elaboración propia.	61
Figura 4: Tabla Estándar del BIN. International Vehicle Emissions Model (2004).	63
Figura 5: Concentración de emisiones de CO gr/día. Elaboración propia.	68
Figura 6: Concentración de emisiones de VOC gr/día. Elaboración propia.	69
Figura 7 Concentración de emisiones de VOC _{evap} gr/día. Elaboración propia	69
Figura 8 Concentración de emisiones de SO _x gr/día. Elaboración propia.	71
Figura 9 Concentración de emisiones de NO _x gr/día. Elaboración propia.....	72
Figura 10 Concentración de emisiones de PM ₁₀ gr/día. Elaboración propia.	73
Figura 11 Comparación del cambio de combustible de las couster a GNV.....	75
Figura 12 Comparación del cambio de combustible de las camionetas panel/rural a GNV.	76
Figura 13 Diferencias del cambio de combustible de las mototaxis a GNV/GLP..	77
Figura 14 Comparación de cambio de flota de camiones..	78
Figura 15 Resultado en gr/día de cambio de patrón de manejo en las mototaxis..	81
Figura 16 Resultado en gr/día de cambio de patrón de manejo en automóvil.	82
Figura 17: Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en moto lineal.	83
Figura 18 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta panel/rural	84
Figura 19 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta..	85
Figura 20 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en Camión < 5 ton	86
Figura 21 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en couster..	87
Figura 22 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en ómnibus. ...	88
Figura 23 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camión.	89
Figura 24 Propuesta de paradero 1 en el área de estudio..	146
Figura 25: Propuesta de paradero 2 en el área de estudio..	146

Figura 26 Propuesta de paradero 3 en el área de estudio. Elaboración propia. .	147
Figura 27 Propuesta de paradero 3 en el área de estudio. Elaboración propia ..	147
Figura 28 Seguimiento al camión < 5 ton.	149
Figura 29 Medición las aceleraciones del ómnibus.	149
Figura 30 Modelo JBC camión < 5 ton.	150
Figura 31 Grabación de las aceleraciones.	150
Figura 32 Panorama de la intersección av. Revolución con av. Cesar Vallejo....	151
Figura 33 Encuesta al Conductor.	151
Figura 34 Grabación de aceleración en mototaxis.	152
Figura 35 Grabación de aceleración en automóvil.	152
Figura 36 camión volvo.	153
Figura 37 Seguimiento al camión.	153

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Aplicativo de la Lista de verificación.....	116
Anexo 2 Perfil de velocidad para la flota de automóviles	129
Anexo 3 Parte del Formato del Programa IVE MODEL – Obtención del INDEX.	141
Anexo 4 Resultados del BIN (estrés del motor).....	143
Anexo 5 Ubicación de posibles paraderos para una mejora transitoria.....	145
Anexo 6 Registro fotográfico	148

I. RESUMEN

En la ciudad de Lima se han realizado estudios respecto a la contaminación atmosférica causada por fuentes móviles, siendo la base principal de dichos estudios la estimación del inventario de emisiones de los contaminantes criterio. La presente investigación se incorpora a la obtención de datos con el fin de elaborar una línea base de la zona de estudio y proponer soluciones estratégicas para reducir las emisiones de la flota vehicular.

Este estudio estimó el inventario de emisiones de fuentes móviles en el distrito de Villa El Salvador, sector 2 e identificó las variables de mayor importancia, determinó el aporte de cada una de las categorías vehiculares respecto a las emisiones de los contaminantes criterio (CO, PM₁₀, VOC, NO_x y SO_x) y por último, modeló escenarios utilizando estrategias más eficientes acorde a la realidad del lugar para reducir las emisiones provenientes de fuentes móviles.

La metodología que utilizó para la investigación fue basada en el procedimiento que aplicó el proyecto IVE MODEL (International Vehicle Emissions Model) en Lima y Giraldo Amaya en el 2005, donde realizaron las mediciones en campo, estimación de inventario e identificación de variables de mayor relevancia para el inventario, con el fin de evaluar diferentes escenarios de posibles medidas administrativas.

Las mediciones efectuadas en el distrito de Villa El Salvador fueron en los meses de agosto del 2015 y febrero del 2016. Estas mediciones incluyeron las siguientes actividades: 1) aforo vehicular en la av. Revolución en el distrito de Villa el Salvador para también identificar la flota vehicular, 2) recopilación de información respecto a las características del vehículo (modelo, año, combustible, velocidad, kilometraje, entre otras) y 3) recopilación de información sobre los patrones de manejo.

Como herramienta para la estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles y para la evaluación de diferentes escenarios relacionados a los niveles de emisión en el distrito, se utilizó el programa de cálculo del software IVE MODEL. Los escenarios fueron seleccionados con el fin de reducir las emisiones de los

contaminantes criterio y por medio de ello evaluar las propuestas de gestión en el área de transportes.

El parque automotor se dividió en tres categorías, las cuales se basaron en los siguientes criterios: para la categoría I, se consideró vehículos livianos con un cilindraje menor a 1500 cc; La categoría II, vehículos medianos con cilindraje hasta 3000 cc; y por último la categoría III, vehículos pesados con un peso y cilindraje mayor a los dos anteriores.

Estimó las emisiones totales de los contaminantes criterio, resultando para la categoría I un total de 2753 kg/día de CO, 107 kg/día de VOC, 63 kg/día de NO_x, 0.07 kg/día de SO_x y 2.39 kg/día de PM₁₀; para la Categoría II un total de 21.41 kg/día de CO, 4.4 kg/día de VOC, 4.08 kg/día de NO_x, 0.0098 kg/día de SO_x y 2.13 kg/día de PM₁₀; y por último, en la categoría III un total de 325.33 kg/día de CO, 3.23 kg/día de VOC, 16.39 kg/día de NO_x, 0.008 kg/día de SO_x y 0.65 kg/día de PM₁₀.

Asimismo, se determinó que el mayor aportante al inventario de emisiones de contaminantes criterio, se da en la categoría I, donde se encuentran los mototaxis y automóviles.

Por otro lado, entre la categoría II y III, el mayor aporte en contaminantes de CO y NO_x, resultó ser la categoría III y en mayor aporte de VOC, SO_x y PM₁₀, la categoría II.

Las emisiones provenientes de las cousters, son las que emitieron el mayor aporte de PM₁₀ en la categoría III y las camioneta panel/rural en la categoría II, es por ello que a partir de ese análisis se determinó una estrategia de cambio de combustible considerando la realidad de aplicación y lo que ocasiona la exposición de este contaminante en la atmósfera en relación a la salud humana de acuerdo a los niveles de exposición.

Otras estrategias que se propusieron fue la renovación de flota vehicular considerando la antigüedad de los vehículos en la flota de estudio; y la propuesta administrativa de ubicación de paraderos a fin que el patrón de manejo no tenga un amplio rango de diferencia.

II. ABSTRACT

In the city of Lima, studies have been carried out on air pollution caused by mobile sources, with the main basis of these studies being the estimation of the emissions inventory of the pollutants criterion. The present research is incorporated to the data collection in order to elaborate a baseline of the study area and propose strategic solutions to reduce the emissions of the vehicle fleet.

This study estimated the inventory of mobile source emissions in the district of Villa El Salvador, sector 2 and identified the variables of mayor importance, determined the support of each of the vehicle categories with respect to emissions of pollutants criterion (CO, PM10 , VOC, NOx and SOx). Finally, the model scenarios are based on the most efficient strategies to achieve the reality of the place to reduce emissions from mobile sources.

The methodology used for the investigation based on the procedure applied by the IVE MODELO (International Model of Vehicle Emissions) project in Lima and Giraldo Amaya in 2005, where field measurements, inventory estimation and identification of Variables of mayor relevance For the inventory, in order to evaluate different scenarios of possible administrative measures.

The measurements made in the district of Villa El Salvador were in the months of August 2015 and February 2016. These measurements include the following activities: 1) vehicular in av. Revolution in the district of Villa el Salvador to identify the vehicle fleet, 2) collecting information on the characteristics of the vehicle (model, year, fuel, speed, mileage, among others) and 3)

IVE MODEL software was used as a tool for the estimation of emissions from mobile sources and for the evaluation of different scenarios related to emission levels in the district. The scenarios were selected in order to reduce pollutant emissions and the evaluation criteria of management proposals in the area of transportation.

The vehicle fleet is divided into three categories, which are based on the following criteria: for category I, vehicles with a lower displacement of 1500 cc were

considered; Category II, medium vehicles with cylinders up to 3000 cc; And lastly the category III, heavy vehicles with a weight and cylinder higher than the previous two.

Total of 2753 kg / day of CO, 107 kg / day of VOC, 63 kg / day of NOx, 0.07 kg / day of SOx and 2.39 kg / day of PM10; For Category II a total of 21.41 kg / day CO, 4.4 kg / day VOC, 4.08 kg / day NOx, 0.0098 kg / day SOx and 2.13 kg / day of PM10; Finally, in category III a total of 325.33 kg / day CO, 3.23 kg / day VOC, 16.39 kg / day NOx, 0.008 kg / day SOx and 0.65 kg / day PM10.

Likewise, it was determined that the largest contributor to the inventory of pollutant emission criterion, is given in category I, where motorcycles and cars are located.

On the other hand, between category II and III, the mayor in pollutants of CO and NOx, turned out to be category III and in the mayor of VOC, SOx and PM10, category II.

The emissions of the cousters, son who issued the largest deport of PM10 in category III and the panel of van / rural in category II, is why an output of this analysis was determined a strategy of fuel change Application reality And what causes the exposure of this pollutant in the atmosphere in relation to human health according to exposure levels.

Other strategies that they proposed were the renewal of the vehicle fleet considering the age of the vehicles in the study fleet; And the administrative proposal of the location of the stops so that the management pattern does not have a wide range of difference.

III. INTRODUCCIÓN

El tema de la contaminación atmosférica se ha posicionado como un tema crítico en las políticas ambientales a nivel mundial. Para ello, se han elaborado inventarios de los principales contaminantes atmosféricos— los cuales pueden provenir de fuentes móviles o fijas y pueden tener origen natural o antropogénico— que, en su efecto, ocasionan adversidades a la salud de la población.

Las herramientas empleadas para llevar a cabo dichos inventarios se han ido mejorando a lo largo del tiempo y dependiendo de las necesidades de cada estudio (Economopoulos, 2002). En este contexto, la investigación se desarrolló por medio del software IVE MODEL, que fue elaborado por la Universidad de California en Riverside, el Colegio de Ingeniería del Centro para la Investigación Ambiental y Tecnología, el Centro Internacional de Investigación en Sistemas Sustentables y la empresa Investigación en sistemas globales sustentables, con fondos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos con la finalidad de proveer a países en vías de desarrollo una herramienta de estimación rápida del inventario de emisiones de vehículos en circulación (fuentes móviles de origen antropogénico) con el que además las autoridades pudieran evaluar estrategias de control y planeación de transporte (Instituto Nacional de Ecología, 2009). Esta herramienta sirvió de utilidad para poder modelar los distintos escenarios, generados por el cambio de los factores de estudio, y así obtener diferentes inventarios de emisiones vehiculares comparables.

Los contaminantes atmosféricos evaluados en la investigación son los llamados contaminantes criterio: óxido de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (VOC), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x) y material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), que, a concentraciones superiores a lo regulado en la normativa, ocasionan efectos adversos a la salud.

Con la Metodología del IVE MODEL se ha evaluado distintos contaminantes atmosféricos en diferentes ciudades como, Los Ángeles, Santiago de Chile, Nairobi, Pune, Estambul, entre otros; logrando data para simulaciones posteriores de los

gases efecto invernadero (CO_2 , N_2O , CH_4), contaminantes criterio, los factores de emisión, el patrón de comportamiento del parque automotor, perfiles de velocidad, entre otras variables.

Un estudio realizado en Colombia por Quiñones Cantor en el 2012, indica que las ciudades son los espacios contaminados en su mayoría por fuentes móviles, y refiere que el parque automotor es el principal contaminante en las zonas urbanas (Cantor Quiñones, 2012).

Esta investigación se desarrolló en la zona sur de Lima, específicamente en el distrito de Villa El Salvador, en las áreas colindantes de la municipalidad distrital, ubicando las principales vías arteriales. En ciudades emergentes como esta, donde se tiene poco planeamiento de redes de transporte, a medida que crece la demanda de vehículos, se originan cuellos de botella, donde los patrones de manejo difieren en cada conductor.

El objetivo de esta investigación fue evaluar las medidas correctivas para reducir el efecto de los contaminantes criterio de fuentes móviles en el sector de Villa El Salvador, realizando un modelamiento en el área de estudio, con la herramienta IVE MODEL, y demostrar el grado de efectividad de las medidas correctivas para la contaminación del aire en el sector de Villa El Salvador.

Con los inventarios de emisiones, la investigación propuso la aplicación de medidas correctivas enfocadas a patrones de manejo por medio de una gestión en el parque automotor, cambio de flota vehicular y cambio de combustible a gas natural vehicular; con el fin de disminuir las concentraciones de los contaminantes criterio basada en el levantamiento de información en referencia a los requerimientos del IVE MODEL, aforo del parque vehicular, y preguntas directas a los conductores, los cuales fueron datos suficientes para el procesamiento con el software y su respectivo análisis, concluyendo a la recomendación de la medida más efectiva.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. MARCO NORMATIVO

4.1.1. NORMATIVA INTERNACIONAL

Alrededor del mundo debido a las consecuencias observables por la contaminación al ambiente y la salud humana, surge la preocupación por el estado de plantear políticas y compromisos entre los países y así prevenir y mitigar estas causas. El protocolo de Kyoto es una acción tomada por el hombre para generar compromisos y metas a fin de reducir las emisiones de contaminantes (Naciones Unidas, 1998); asimismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el 2016 desarrolló los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el cual el tercer ODS, consiste en garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos y todas las edades, contemplando el tema de contaminación del aire (Ministerio del Ambiente, 2016).

En Latino América, los mayores avances en la normatividad con respecto a la mitigación de la contaminación atmosférica por fuentes móviles han sido en Colombia (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008). Por otra parte, en Argentina en el año 1964 se realizó la primera vigilancia de calidad de aire por la municipalidad de Buenos Aires (Agencia de Protección Ambiental, 2008).

Las características técnicas y combustibles de los vehículos han sido regulados en el paso del tiempo, debido a que en su combustión y sistema, han contribuido a la aportación de contaminantes criterio a la atmósfera (Centro Mario Molina Chile, 2011) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008).

Paraguay, siendo un país de bajo desarrollo industrial y con matriz energética basada en hidroeléctrica, en el 2008 recién contó con normativa ambiental para las emisiones de CO₂, y consideraban que el mayor aportante de las emisiones de CO₂ provenían de las fuentes móviles (Centro Mario Molina Chile, 2011).

Tabla 1 Regulación internacional de estándares de calidad de aire

PARÁMETRO	PERIODO	CHILE	COLOMBIA	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SALUD	ESTADOS UNIDOS	UNION EUROPEA
PM ₁₀ µg/m ³	Media 24 horas	150	100	50	150	50, que no podrá superarse más de 35 veces por año civil
	Media anual	50	50	20	DEROGADA	40
PM _{2.5} µg/m ³	Media 24 horas	50	50	25	35	-
	Media anual	20	25	10	15	24
SO ₂ µg/m ³	Media 10 minutos	-		500	-	-
	3 horas		750			
	Media horaria	-		-	-	350, que no podrá superarse por año civil
	Media 24 horas	250	250	20	365	125
	Media anual	80	80	-	80	-
CO µg/m ³	Media horaria	30.000	40 000	-	40.000	-
	Media móvil 8 horas consecutivas	10.000	10 000	-	10.000	10.000
NO ₂ µg/m ³	Media horaria	400	200	200	-	200, que no podrá superarse más de 18 veces por año civil
	24 horas		150			
	Media anual	100	100	40	100	40

Fuente: Centro Mario Molina Chile (2011) y la Resolución N° 610 MAVDT-2010 (2010).

Tabla 2 Legislación colombiana relacionada con la calidad del aire

NORMATIVA	LEGISLACIÓN COLOMBIANA
Decreto 948 de 1995	Define las acciones y los mecanismos de que disponen las Autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire, evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, ocasionados por la emisión de contaminantes químicos y físicos al aire.
Resolución 898 de 1995	Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de <u>combustión interna de vehículos automotores.</u>
Decreto 2107 de 1995	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, entre otras disposiciones, cabe resaltar para fuentes móviles la siguiente: Artículo 38. Emisiones de Vehículos Diésel. Se prohíben las emisiones visibles de contaminantes en vehículos activados por Diésel (ACPM) que presenten una opacidad superior a la establecida en las normas de emisión. La opacidad se verificará mediante mediciones técnicas que
	Artículo 92. Evaluación de emisiones de vehículos automotores. El Ministerio del Medio Ambiente establecerá los requisitos técnicos y condiciones que deberán cumplir los centros de diagnóstico oficiales o particulares para efectuar la verificación de emisiones de fuentes móviles. Dichos centros deberán contar con la dotación completa de los aparatos exigidos de medición y diagnóstico ambiental, en correcto estado de funcionamiento, y con personal capacitado para su operación, en la fecha, que mediante resolución, establezca el Ministerio del Medio Ambiente.
Decreto 1228 de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, entre otras disposiciones, cabe resaltar para fuentes móviles la siguiente: Artículo 91. Certificación del cumplimiento de normas de emisión para vehículos automotores. Para la importación de vehículos automotores CBU (Completed Built Up) y de material CKD (Completed Knock Down) para el ensamble de vehículos el Instituto Colombiano de Comercio Exterior -Incomex-, exigirá a los importadores la presentación del formulario de registro de importación, acompañado del Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica el cual deberá contar con el visto bueno del Ministerio del Medio Ambiente. Para obtener el visto bueno respectivo, los importadores allegarán al Ministerio del Medio Ambiente dicho certificado, que deberá acreditar entre otros aspectos, que los vehículos automotores que se importen o ensamben, cumplen con las normas de emisión por peso vehicular establecidas por este Ministerio. Los requisitos y condiciones del mismo, serán determinados por el Ministerio del Medio Ambiente (ahora MAVDT)".

NORMATIVA	LEGISLACIÓN COLOMBIANA
Resolución 623 de 1998	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 de 1995 que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna. No presenta modificaciones en lo referente a fuentes móviles.
Resolución 601 de 2006	Establece la norma de calidad del aire o Nivel de inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, esta deroga parcialmente en el Decreto 02 de 1982, y el objetivo de esta resolución es “establecer la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, con el propósito de garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos sobre la salud humana que puedan ser causados por la concentración de contaminantes en el aire ambiente.
Decreto número 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.
Resolución 610 de 2010	Que mediante la Resolución 601 de 2006 de este Ministerio, se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. Que de conformidad con el concepto técnico de octubre de 2009 y la información recolectada por la Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se hace necesario realizar ajustes a la Resolución 601 de 2006.

Fuente: Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008).

Cabe mencionar que también Colombia cuenta con Normas Técnicas de calidad de aire como:

NTC 4231 respecto a la calidad del aire. Procedimiento de medición y características de los equipos de flujo parcial necesarios para evaluar las emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con diésel. Método de aceleración libre.

NTC 4983 respecto a la calidad del aire. Evaluación de gases de escape de fuentes móviles a gasolina. Método de ensayo en marcha mínima - ralentí - y velocidad crucero y especificaciones para los equipos empleados en esta evaluación.

NTC 5365 calidad del aire. Evaluación de gases de escape de motocicletas, motociclos y moto triciclos accionados tanto con gasolina (cuatro tiempos)

como con mezcla gasolina aceite (dos tiempos). Método de ensayo en marcha mínima (ralentí) y especificaciones para los equipos empleados en esta evaluación.

Y otras normas técnicas referente a la recolección y medición de partículas de polvo, partículas suspendidas, para el monóxido de carbono y para el dióxido de azufre.

4.1.2. NORMATIVA NACIONAL

La Constitución Política del Perú, Artículo 2° establece que es deber primordial del estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Los estándares de calidad ambiental son instrumentos para hacer posible la gestión ambiental en el territorio. Los estándares de calidad ambiental del aire son un instrumento para prevenir y planificar el control de la contaminación atmosférica con el fin de proteger la salud, competitividad del país y promover el desarrollo sostenible. A continuación, se presenta la normativa del Perú en tema de regulación a la contaminación atmosférica:

Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del Aire.

Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, establecen valor anual de concentración de plomo, donde se agrega al Anexo 1 del Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el valor anual de concentración de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; y se adiciona al Anexo 2 el valor de plomo anual de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ley N° 28694, la cual regula el contenido de azufre en el combustible diésel.

Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, establece estándares de calidad ambiental para el aire: SO_2 , Benceno, HT, $\text{PM}_{2.5}$ y H_2S .

Decreto Supremo N° 009-2012-MINAM, comercialización de diésel con bajo contenido de azufre en cinco departamentos: Lima, Arequipa, Cusco, Puno y Madre de Dios.

Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM, aprueban disposiciones complementarias para la aplicación de estándares de calidad ambiental para el aire (referente al azufre).

Decreto Supremo N° 009-2015-MINAM, se logró sumar tres nuevos departamentos con combustible limpio: Junín, Moquegua y Tacna, a los cinco departamentos establecidos en el año 2012.

Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, actualiza los valores de los estándares de calidad ambiental para el aire y disposiciones complementarias.

La normatividad peruana vigente especifica que el gas natural deberá ser entregado por el concesionario en las condiciones establecidas mediante Decreto Supremo N° 042-99-EM, Artículo 44°.

Por otra parte, otro ente rector como el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, participa en la regulación de las causas que provocan la contaminación atmosférica. Se encuentra la siguiente normativa con respecto a los vehículos y emisiones:

Decreto Supremo N° 019-98- MTC, respecto al retiro progresivo del plomo de los combustibles.

NTP 321.102-2002 Petróleos y Derivados-Gasolina Uso Motor, en el cual indica las características que debe cumplir la gasolina según el octanaje.

Decreto Supremo N° 023-2011-MTC, por el cual crea el programa para la renovación del parque automotor.

Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, establecen límites máximos permisibles (LMP) de emisiones de contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial.

Decreto Supremo N° 007-2002-MTC, establecen procedimientos para la homologación y autorización de equipos a utilizarse en el control oficial de LMP de emisión de contaminantes para vehículos automotores.

Tabla 3 Estándares nacionales de calidad ambiental del aire

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS [1]
		VALOR $\mu\text{g}/\text{m}^3$	FORMATO	
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia UV (método automático)
PM _{2.5}	Anual	25	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	
PM ₁₀	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	100	NE más de 7 veces/año	
Mercurio gaseoso total [2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces/año	Fotometría de absorción UV (Método automático)
Plomo en PM ₁₀	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM (2017).

Nota:

[1] O método equivalente aprobado

[2] El estándar de calidad ambiental para mercurio gaseoso total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

4.2. ANTECEDENTES

4.2.1. CALIDAD DEL AIRE

En el Perú se ha dividido en cuencas atmosféricas a fin de que se desarrolle un mejor análisis de la calidad de aire, siendo posible identificar las ciudades con mayor contaminación y definir las particularidades del área de estudio. En temas de calidad de aire el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) presenta para cada año el boletín “Vigilancia de la Calidad del Aire en Zona Metropolitana de Lima y Callao” (Silva, Aliaga, Ibarra, & Aguirre, 2014); en el cual presenta las condiciones atmosféricas y concentraciones de PM₁₀ principalmente, comparando los resultados con el ECA aire. En el Boletín 2014 se concluye que existe mejoras solo en la cuenca atmosférica Lima Sur con respecto al parámetro PM₁₀, y que los contaminantes NO₂ y O₃ no se superó en ninguna de las estaciones de monitoreo del SENAMHI.

El estudio “Análisis Ambiental del Perú, Retos para un desarrollo sostenible” realizado por el Banco Mundial en el 2007, estimó que el costo económico de la degradación ambiental, reducción de los recursos naturales, desastres naturales, servicios ambientales inadecuados (tales como sanidad inadecuada) sumaban 8.2 billones de soles, equivalentes al 3.9 % del PBI en el 2003. En ello, el análisis de la contaminación atmosférica urbana, presenta el segundo mayor porcentaje del costo de degradación Ambiental Anual con 0.8% del %PBI (Banco Mundial, 2007).

El Ministerio del Ambiente ha realizado estudios en el 2013 con respecto al estado de la situación de los Planes de Acción para la mejora de la calidad de aire, encontrándose en actualización la de Lima, Iquitos, La Oroya, Huancayo, Arequipa, Cusco, Ilo y Piura y en evaluación Trujillo y Chimbote (SINIA, 2014).

De manera más general, Clean Air Institute en el año 2013 reporta que a nivel de Latinoamérica y el Caribe, por lo menos 100 millones de personas están expuestas a niveles de contaminación del aire por encima de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS),

4.2.2. CONTAMINANTES CRITERIO

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (2014) Lima y Callao se encuentra en el décimo lugar de las ciudades prioritarias de conformidad con el D.S. N°074-2001-PCM, que ya cuenta con un grupo de estudio técnico ambiental de la calidad de aire; donde se evalúa como parámetros de monitoreo el PM_{2.5}, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y PM₁₀ (SINIA, 2014).

En el año 2003, entidades no gubernamentales, gubernamentales y universidades, tenían como propósito estimar los impactos de la contaminación del aire por los vehículos en Lima, por lo que recogieron tres tipos de información sobre los vehículos que operan en la calle de Lima metropolitana: distribución de la tecnología, patrones de manejo y patrones de inicio. Como resultado concluyeron que existía una variación significativa entre las emisiones de contaminantes según la categoría de vehículos observados en los tipos de carretera y partes de la ciudad; los contaminantes estudiados fueron: CO, VOC, NO_x y Material Particulado (ISSRC, GSSR, & UCHILE, 2004).

En Colombia se realizó un ejercicio de estimación de emisiones de contaminantes criterio generados por fuentes móviles para el tramo vial comprendido entre Bogotá y Facatativá en el cual utilizaron dos métodos de estimación de emisiones: la metodología del IVE MODEL y factores de emisión obtenidos en ruta para Bogotá, encontrando que las emisiones de CO están dominadas por vehículos livianos y camiones, mientras que las de NO_x y PM provienen principalmente de buses y camiones. Las emisiones difieren significativamente entre los métodos de estimación, lo cual sugiere la necesidad de refinar los factores de emisión (Dávila Pizón, Rojas Pérez, & Rojas Roa, 2013).

Colombia presenta problemas en las zonas urbanas de congestión vehicular, calidad del aire y la contaminación de las fuentes de agua, siendo consciente de adquirir herramientas para la toma de decisiones, por lo que elabora un inventario de emisiones atmosféricas, en el marco del Convenio 243 del 2010, el cual tiene como objeto aunar esfuerzos para evaluar y monitorear la calidad del aire en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2012).

En el Perú, ya se ha elaborado el II Plan Integral de Saneamiento Atmosférico (PISA) para Lima-Callao 2011-2015 con el propósito de que sigan previniendo y controlando la contaminación atmosférica, contemplando las medidas y actividades que en esos años se debe ejecutar en los diferentes niveles de estado (Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio Lima-Callao, 2010).

4.2.3. EMISIONES VEHICULARES

En el reporte del SINIA (2014) la mayor cantidad de vehículos por habitante lo tienen los departamentos de Tacna y Lima, el primero tiene 135 vehículos/mil habitantes y el segundo 134 vehículos/mil habitantes, encontrándose este último departamento en el primer puesto a nivel

departamental con mayor parte automotor por tener una población de 8 445 211 habitantes y Tacna 288 781 habitantes (INEI, 2017).

El último inventario de emisiones elaborado por PISA Lima - Callao (2010) demuestra que la tasa anual de incremento del parque automotor estimada del año 2001 fue de 5.10 % y para el año 2015 fue de 4.50 %.

El Perú se encuentra en segundo lugar con mayor cantidad de vehículos antiguos (flota mediana) a nivel de Latinoamérica (Centro Mario Molina Chile, 2011).

4.2.4. CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES Y MODELO IVE

Con la finalidad de contar con una línea base del estado de la calidad de aire, en 1998 el Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima-Callao tuvo el objetivo de proponer mejoras en la calidad del aire, por lo que iniciaron con la elaboración del primer Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima y Callao 2005-2010, y actualizándose la información al término de este en el 2010 con la publicación del II Plan Integral de Saneamiento Atmosférico con participación conjunta de instituciones, organismos y sociedad.

PROTRANSPORTE en el proyecto COSAC I (Corredor Segregado de Alta Capacidad) o Corredor 1, realizó una cuantificación de emisiones de fuentes móviles que se reducirían por medio del cambio de autobuses y la gestión del tránsito, demostrando la parte ambientalmente viable del proyecto, ya que en su Estudio de Impacto Ambiental caracteriza a la ciudad de Lima como caótica y escasa de fluidez, debido a su infraestructura productiva; (TYPASA, 2005).

Otra reforma que ha sucedido en Lima es COSAC II que busca contar con un servicio de transporte público integrado facilitando el desplazamiento de los vehículos por las arterias principales de congestión; corrigiendo de manera

indirecta las conductas de los conductores (Instituto Metropolitano Protransporte de Lima, 2017). El estudio apoyado por la Organización International Vehicle Emissions Model en el 2004 en Lima, reporta que los cambios de velocidad son muy rápidos y demarcados por la hora. Los camiones mantienen un promedio de velocidad baja, buses y taxis tienen promedio de velocidades similares y los taxis en carretera y particulares cambian de velocidad constantemente y realizan fuertes aceleraciones (Lents, Davis, Nikkila, & Osses, 2004).

Caso particular de la aplicación del IVE MODEL fue realizado en la provincia y departamento de Pasco, el estudio muestra las estimaciones de emisiones provenientes de fuentes móviles de los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar, donde estiman los contaminantes atmosféricos en función de tres componentes: 1) factores de emisión, 2) actividad vehicular, y 3) distribución de la flota vehicular (Hilario Román & Lovera Dávila, 2011).

Los resultados de la emisión de contaminantes fueron los siguientes: CO con 24 047.31 kg/día, NO_x con 2309.49 kg/día, VOC con 1602.19 kg/día, SO_x con 119.76 kg/día y PM₁₀ con 32.81 kg/día, para un parque vehicular de 4500 unidades y una magnitud de recorrido promedio de 527 362 km, concluyendo que las fuentes móviles emiten 28.11 Ton/día de contaminantes atmosféricos y tiene al CO como el contaminante que emite mayor cantidad con un promedio de 24.05 Ton/día, o una tasa de emisión diaria promedio de 45 gr/km recorrido; la fuente principal lo constituyeron los vehículos Station Wagon que emitieron 18 649.52 kg/día (Hilario Román & Lovera Dávila, 2011). Si bien se muestra al CO como el contaminante predominante en las emisiones vehiculares, no implica que sería el responsable de afectar la salud de las personas, debido a que el estándar de calidad de aire del CO es más alto que el dióxido de azufre, mientras el CO tiene un valor tope de 30 000 µg/m³ el dióxido de azufre no puede pasarse los 250 µg/m³; Lo que implica que a niveles cuantitativamente similares, el nivel de riesgo a la salud y al

medio ambiente es mucho menor en el CO que en otros contaminantes como el SO₂.

Se realizaron monitoreos en algunos puntos de Lima Norte y Sur para identificar la cantidad de monóxido de carbono en el aire, dicho monitoreo lo realizó el proyecto LAMSAC – Vía Expresa Línea Amarilla en el período 2014 a setiembre 2015 obteniendo los siguientes valores en la Tabla 4:

Tabla 4 Información de la calidad del aire referente al CO en algunos de los distritos de Lima

ESTACIÓN	REFERENCIA	NORTE	ESTE	DICIEMBRE 2014	JUNIO JULIO 2015
				VALOR ECA 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
ECA-01	En el cruce de las avenidas Universitarias y Morales Duárez	8668574	273651	1159	1097
ECA-05	En el cruce de las avenidas Eduardo de Habich y la Panamericana Norte (óvalo Habich)	8669582	275875	1099	992
ECA-09	Antes del trébol de la Javier Prado	8663412	284322	1063	1058
ECA-11	A tres cuadras de Puente Nuevo.	8669292	281985	1032	1032

Fuente: LAMSAC (2015).

Los resultados del monitoreo del proyecto LAMSAC – Vía Expresa Línea Amarilla en el período 2014 a setiembre 2015 no superaron el ECA Aire el parámetro CO en ninguna de las cuatro (04) estaciones de monitoreo.

En el Programa de Monitoreo de Calidad de Aire, Canteras y Planta Industrial Atocongo Puntos Especiales (Primer Informe Semestral – 2012) de CEMENTOS LIMA S.A.A. – UNACEM S.A.A (2012) monitorearon el parámetro CO en dos estaciones de monitoreo: asentamiento humano (AA.HH.) Virgen de Lourdes ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo instalado a 2.5 km de la planta de producción y el otro en el AA.HH. José Gálvez 1 ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo instalado a 1.5 km

de la planta de producción de cemento, los resultados de este monitoreo se presentan en la Tabla 5:

Tabla 5 Información de la calidad del aire a los alrededores de Cementos Lima, marzo y junio 2012

ESTACIONES DE MONITOREO	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 HORAS)	CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (MÁXIMO PROMEDIO 8 HORAS)	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PROMEDIO HORARIO)	SO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PROMEDIO 24 HORAS)
AA.HH. José Gálvez – marzo 2012	70	1481	20	2
AA.HH. José Gálvez – Junio 2012	63	7913	31	11
AA.HH. Virgen de Lourdes – marzo 2012	131	3001	40	2
AA.HH. Virgen de Lourdes – junio 2012	106	6194	32	13
Tablada Lurín – Febrero 2012	12	-	-	-
Tablada Lurín – Junio 2012	13			
Guayabo – Marzo 2012	62	-		-
Guayabo –junio 2012	16			

Fuente: Cementos Lima S.A.A.- UNCAEM S.A.A. (2012).

En la supervisión ambiental del estado a través del MINAM – OEFA (2014) monitorearon en el área de influencia de la planta Cementos Lima el parámetro PM₁₀ en las azoteas de las casas, dando los siguientes resultados:

Tabla 6 Información de calidad de aire de los parámetros PM10 y PM 2.5 en la planta Cementos Lima - 2014

ESTACIONES DE MONITOREO	FECHAS DE MONITOREO – RESULTADOS EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 24 HORAS				
	20.12.13	21.12.13	22.12.13	23.12.13	24.12.13
AA.HH. Virgen de Lourdes PM ₁₀	120.87	82.67	133.13	66.90	102.69
AA.HH. Virgen de Lourdes PM _{2.5}	81.10	58.84	70.65	60.28	46.22
Plaza de armas de la zona (parque Atocongo) PM ₁₀	26.86	70.27	94.16	73.58	66.39

ESTACIONES DE MONITOREO	FECHAS DE MONITOREO – RESULTADOS EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 24 HORAS				
	20.12.13	21.12.13	22.12.13	23.12.13	24.12.13
AA.HH. Virgen de Lourdes PM₁₀	120.87	82.67	133.13	66.90	102.69
Plaza de armas de la zona (parque Atocongo) PM_{2.5}	26.06	38.67	18.97	36.41	26.83

Fuente: Ministerio del Ambiente y Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014).

Para el caso del parámetro PM_{2.5}, se precisa que los valores registrados superan el ECA Aire vigente para dicho parámetro, y respecto al PM₁₀ los valores se encuentran cercanos a superar y otros superan comparándolos con el ECA Aire (MINAM - OEFA, 2014).

Experiencias internacionales como México y Colombia son representativas en el ámbito de comparación debido a la situación del parque automotor que cuentan en esas ciudades, sus estudios demuestran la significancia del parque automotor a la calidad del aire en el sector urbano. Uno de los análisis de los inventarios de emisiones realizados en Bogotá mostraron que el mayor problema de contaminación lo generan las fuentes móviles las cuales contribuyen con un 85 % del total de emisiones de PM, NO_x, THC, CO y CO₂ (Quiñones Cantor, 2012). Otro estudio que complementa el propósito de prevenir y controlar la contaminación atmosférica por fuentes móviles en Bogotá, respecta a la evaluación de diversos escenarios relacionados con los niveles de emisiones en la ciudad. Estos escenarios fueron seleccionados con el fin de determinar la importancia de factores tales como el tipo y la calidad del combustible utilizado, la renovación y eliminación de la sobreoferta de la flota de servicio público colectivo, y el uso de sistemas de control de emisiones. Las emisiones totales estimadas para los contaminantes criterio fue 6 Ton/día para PM₁₀, 2500 Ton/día para CO, 150 Ton/día para NO_x, 7 Ton/día para SO_x y 200 Ton/día para VOC. Asimismo, identifican que las emisiones provenientes de los buses de servicio público colectivo, los

camiones y las motos dominan el inventario de emisiones de material particulado en la ciudad (Giraldo Amaya, 2005)

En Medellín, Colombia, se evidenció que en las vías de mayor tránsito, el mayor contaminante criterio era el monóxido de carbono con 18,4 Ton/día (71,3 %); en la hora del día, a las 12:00 horas, este contaminante registraba 1,4 Ton/hora (7,4 %) y la categoría vehicular que más aportaba a los niveles ambientales con este contaminante eran los autos con 8,3 Ton/día (32,7 %) (Londoño, Correa, & Palacios, 2011).

En otro escenario colombiano, estimaron las emisiones contaminantes de las fuentes móviles de la ciudad de Pereira utilizando el software IVE MODEL como herramienta de cálculo, donde recolectaron los parámetros claves que requerían para el procesamiento del software; determinaron el inventario de emisiones previo donde se analizaron los diferentes escenarios de comparación que les permitió reconocer los factores más influyentes en la descarga de los contaminantes (Restrepo, Izquierdo, & López, 2007).

En México recopilaron información del transporte de carretera y la analizaron con el fin de evaluar el impacto de la contaminación del sector, y utilizar la información en el desarrollo de la gestión de la calidad del aire previsto en su región (International Vehicle Emissions Model, 2004).

En Shanghái, China, las emisiones vehiculares están convirtiéndose en los más predominantes recursos de contaminación, volviéndose importante estimar las emisiones vehiculares en esta ciudad. En el 2004, evaluaron los contaminantes criterio: CO, VOC, NO_x y PM₁₀ proveniente de los vehículos y contar con una referencia de las cantidades emitidas en la ciudad (Wang, Chen, Huang, & Fu, 2008).

Estudios nacionales e internacionales, han optado como metodología el IVE MODEL, vale decir que otras ciudades como Buenos Aires, Beijing, Sao Paulo, Santiago, Los Ángeles también han aplicado dicho modelo.

4.2.5. HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE EMISIONES

El IVE MODEL es un software con plataforma java que permite la estimación de las emisiones de contaminantes criterio, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero provenientes de vehículos automotores que circulan por carretera, considerando tanto las emisiones provenientes del escape como las evaporativas. Permite corregir las emisiones por hábitos de manejo locales (INECC, 2007).

4.2.6. ASPECTOS TÉCNICOS EN VEHÍCULOS Y GENERACIÓN DE LAS EMISIONES.

4.2.6.1. GENERACIÓN DE EMISIONES POR COMBUSTIÓN

- **COMBUSTIÓN**

Los combustibles utilizados están compuestos principalmente de Carbono “C” e hidrógeno “H”. Estos compuestos se unen formando cadenas largas llamadas de hidrocarburos. Estos compuestos por sí mismos no pueden utilizarse en el motor ya que necesitan añadirles aditivo para evitar la detonación, la congelación, la lubricación, etc. Al decir combustión, puede darse con la mezcla aire más gasolina, que ha reaccionado al aplicarle una energía de activación; en este proceso el oxígeno necesario se encuentra en el aire (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).

Como resultado del funcionamiento del motor la reacción química de la combustión no se produce tan perfecta, resultando una serie de gases nocivos. Casi siempre es una combustión incompleta (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).

En una combustión se puede encontrar varios compuestos: Inofensivas: Nitrógeno, Oxígeno, CO₂, Hidrógeno y vapor de agua; Nocivas:

Monóxido de Carbono, CO, Hidrocarburos HC, Óxidos de Nitrógeno, Plomo, Dióxidos de azufre, hollín, etc. (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).

Según el Ministerio de Energía y Mina (MINEM), indica que el uso de gas natural como combustible, presenta diferentes beneficios económicos y ambientales, entre los cuales se mencionan a continuación (Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2008):

- Reducción de hasta 97 % en emisiones de monóxido de carbono (CO) con respecto a los combustibles líquidos.
- Reducción de hasta 97 % de emisiones contaminantes con respecto a los combustibles líquidos.
- Reducción de hasta 100 % de emisiones de particulado.
- Los vehículos transformados a gas natural vehicular (GNV) superan las Normas EURO III vigentes actualmente e inclusive las normas EURO IV que están por ser emitidas.
- La alternativa GNV tiene mejoras muy sustanciales en NO_x, SO₂ y PM₁₀, y está ligeramente mejor en CO₂, que el resto de los combustibles (diesel2, diésel 2+CRT).

Como se mencionó, una de las ventajas principales que presenta la utilización del gas natural como combustible, es que los motores presentan menos emisiones de partículas y la emisión de formaldehídos es comparable a la de los motores de gasolina o diésel, el formaldehido es por la oxidación del gas natural y de los hidrocarburos alifáticos inferiores (López Rojas, 2008).

- **REALIZACIÓN DE LA COMBUSTIÓN**

En los motores alternativos hay dos modos principales de realizar la combustión. En los de tipo Otto, se mezcla el combustible con el aire antes de entrar al cilindro (carburador de gasolina, inyección de gasolina

o de propano) y una vez dentro y comprimida la mezcla (no se puede comprimir mucho porque es inflamable) se provoca el encendido por chispa, quemándose toda la mezcla casi instantáneamente debido a la fuerte turbulencia. En los de tipo Diésel, se comprime sólo el aire, y se comprime tanto (muy por encima de la temperatura de auto inflamación del combustible), que al inyectar el combustible (normalmente gasóleo) finamente pulverizado, este alcanza enseguida la temperatura de auto inflamación y se enciende solo; al principio de la inyección, y debido al tiempo de retardo de la reacción, el combustible tiene tiempo de vaporizarse y mezclarse con el aire antes de la auto ignición, que es algo brusca por la masa de reactivos acumulada, pero a partir de ahí la combustión progresa al ritmo que se va inyectando, con llamas de difusión alrededor de las pequeñas gotitas en evaporación en las capas de mezcla del chorro turbulento (Martinez, 1992).

4.2.6.2. CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES POR COMBUSTIBLE

En el país el sector transporte, es el principal consumidor de los derivados del petróleo y el principal emisor de CO y CO₂ a la atmósfera, participando en un 37 % de las emisiones totales generadas en el país (Valdeiglesias Lopez, 2007).

No todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstas dependerán del tipo de motor que se utilice, el tipo de combustible, el estado y mantenimiento del vehículo, etc. (Valdeiglesias Lopez, 2007).

Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos (Valdeiglesias Lopez, 2007).

Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de ciclo diésel son partículas sólidas en forma de hollín que da

lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídridos sulfurosos procedente del azufre contenido en el combustible (Valdeiglesias Lopez, 2007).

Todos los compuestos orgánicos contienen carbono y constituyen los componentes básicos de la materia viviente y de todo derivado de la misma. Muchos de los compuestos orgánicos que utilizamos no se hallan en la naturaleza, sino que se obtiene sintéticamente (Valdeiglesias Lopez, 2007).

Los compuestos químicos volátiles emiten vapores con gran facilidad. La emanación de vapores de compuestos líquidos se produce rápidamente a temperatura ambiente. Los VOC incluyen la gasolina, compuestos industriales como el benceno, solventes como el tolueno, xileno y percloroetileno. Los VOC emanan de la combustión de gasolina, leña, carbón, gas natural, solventes, pinturas, colas y otros productos que se utilizan en el hogar o en la industria. Las emanaciones de los vehículos constituyen una importante fuente de VOC (Valdeiglesias Lopez, 2007).

4.2.6.3. TECNOLOGÍA DE CONTROL DE EMISIONES

- **FILTRO DE PARTÍCULAS**

Los motores diésel llevan en su sistema de escape un subsistema específico denominado FAP (Filtro Antipartículas) acoplado después del catalizador. Tiene como objetivo atrapar las partículas de hollín existentes en los gases de escape permitiendo el paso de los componentes gaseosos al exterior (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).

Los FAP se diferencian de los catalizadores tradicionales en la posibilidad de regeneración, es decir, durante el funcionamiento del

motor se va llenando el filtro de partículas y para evitar la saturación del mismo se dispone del proceso de regeneración del filtro. Esto consiste en realizar inyecciones de combustible posteriores a la inyección principal con el fin de facilitar la eliminación del hollín mediante su combustión en el filtro de partículas y así permitir nuevamente el flujo de gases de escape sin mermas y retener nuevas partículas de hollín. Pero con el paso del tiempo, llegan a saturarse, reduciéndose su capacidad filtrante y la facilidad de salida de los gases al exterior (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016)

- **CATALIZADOR DE GASES DE ESCAPE**

El catalizador es un dispositivo de post-tratamiento para los gases de escape con el objeto de toar gases de poca estabilidad molecular (dañinos para el cuerpo humano y el medio ambiente) para convertirlos en productos de alta estabilidad molecular y con casi nula reactividad en condiciones normales de presión y temperatura (Universidad Politécnica Salesiana, 2007).

Los motores de gasolina (encendido por bujías) disponen de “catalizadores de tres vías”, y se llaman así porque reducen las emisiones de tres contaminantes: CO, hidrocarburos y NO_x. Para que el catalizador funcione tiene que haber un dosado próximo al estequiométrico. Los motores diésel en cambio, están diseñados para trabajar con exceso de aire, es decir, con un dosador inferior al estequiométrico, lo que imposibilita el funcionamiento de los catalizadores de reducción y por tanto estos motores solo llevan catalizadores de oxidación, motivo por el cual emiten mayor NO_x que el de los de gasolina (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005).

- **RECIRCULACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE (EGR):**

En los motores con EGR se desvía parte de los gases de escape a la admisión del motor y puesto que estos gases tienen un contenido en oxígeno inferior al aire y contienen CO₂, H₂O y nitrógeno, se consigue reducir las temperaturas máximas de los gases en la combustión de los cilindros del motor al disponer de menos oxígeno. Esta reducción de la temperatura máxima hace, por tanto, que disminuya la formación de NO_x.

En Europa, la EGR se ha instalado en casi todos los coches y furgonetas diésel vendidos desde que el límite euro II entrara en vigor en 1996 y en algunos de gasolina de elevadas prestaciones. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005)

- **REDUCCIÓN CATALÍTICA SELECTIVA (SCR)**

La SCR es un catalizador avanzado que elimina a posterior el NO_x de los gases de escape, a diferencia de la EGR, que reduce la formación de NO_x en este sistema se inyecta urea en los gases de escape aguas arriba del catalizador SCR, formándose amoníaco (NH₃), el cual reacciona con el NO y el NO₂ para dar N₂ y H₂O.

La SCR se ha instalado en vehículos industriales y en grandes motores diésel, en el 2006 se generalizó el uso para encontrarse dentro de las normas establecidas en EURO IV y V (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005),

- **INYECCIÓN DIRECTA (DI)**

Se presenta en los motores de camiones, con la DI el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión, por lo que consumen menos combustible y reducen emisiones de CO₂, pero emiten más partículas (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005).

V. METODOLOGÍA Y MATERIALES

5.1. MATERIALES

Para la ejecución de esta investigación se requirió de lo siguiente:

INSUMOS:

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Video cámara
- Memoria expandible 16 Gb.
- Laptop
- Software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)
- Programa del Modelo IVE

PERSONAL:

- Técnico mecánico (01)
- Apoyo (03)

5.2. MÉTODOS

La investigación realizó tres actividades principales (Giraldo Amaya, 2005):

- Mediciones en campo con el fin de recolectar información.
- Estimación del inventario de emisiones utilizando el IVE MODEL como herramienta de cálculo.
- Identificación de las variables de mayor relevancia para el inventario y evaluación de diferentes escenarios de posibles medidas administrativas encaminadas a reducir los niveles de emisión de contaminantes criterio.

5.2.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en la Av. Revolución, en el Sector 2 del distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento de Lima, a 176 msnm, con humedad relativa promedio anual de 85 - 95 % y las temperaturas promedio que fluctúan entre 18 °C a 19 °C (Municipalidad Distrital de Villa El Salvador, 2003) y en época de verano es de 25 °C aproximadamente. El área de influencia cuenta visiblemente con un alto flujo vehicular y congestión en horas punta.

5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDICIÓN

La metodología de estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles, fue establecida por los creadores del IVE MODEL y ha sido aplicada de manera estandarizada en al menos 11 ciudades del mundo (International Vehicle Emissions Model, 2004).

Esta metodología permite recolectar información relacionada con la distribución tecnológica de vehículos (combustible y tipo de vehículos), la distribución de la flota en el área de estudio y patrones de conducción en las diferentes categorías vehiculares, siendo estas de interés para el presente estudio.

Los mecanismos de levantamiento de información fueron los siguientes según las variables correspondientes:

Tabla 7 Variables y Mecanismo

VARIABLES	MECANISMOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
Tipo de vehículo	Lista de verificación y grabación
Tipo de Servicio	Observación
Cilindraje y/o peso del vehículo	Ficha técnica del vehículo, tarjeta de propiedad del vehículo y/o Lista de verificación.
Distancia recorrida	Grabación

Combustible usado	Lista de verificación y grabación
Tipo de alimentación	Ficha técnica del vehículo, tarjeta de propiedad del vehículo y/o Lista de verificación.
Consumo de combustible	Lista de verificación
Velocidad	Grabación
Aire acondicionado	Lista de verificación
Cuanto tiempo permanece apagado / prendido	Lista de verificación
Condiciones del sistema de escape	Lista de verificación
Catalizador de gases de escape	Lista de verificación
Control de emisiones	Lista de verificación
Año de fabricación	Lista de verificación

Elaboración propia.

5.2.3. DETERMINACIÓN DEL PARQUE VEHICULAR

Se realizaron las mediciones de aforo vehicular (parque vehicular) colocando cámaras de video para filmar el flujo vehicular, durante los días programados en un transcurso de cuatro horas, siendo un tiempo utilizado anteriormente por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para realizar sus aforos vehiculares (Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio Lima-Callao, 2010).

Los aforos vehiculares se realizaron utilizando lectores de video y revisando en cámara lenta cada una de las filmaciones; generando así información sobre el número y tipo de vehículo (categorización de la flota vehicular) que circula en el sector 2 de Villa El Salvador.

Obtenida la información, se almacenó en una base de datos para luego trabajarla en el Software del Modelo IVE.

Como categorías vehiculares consideraron las siguientes:

- Categoría I (automóviles, mototaxis y motos lineales)
- Categoría II (camioneta rural y camioneta panel, camioneta pick up, Camión 2 – 5 Ton)
- Categoría III (Couster, Camión > 5 Ton y Ómnibus)

Como el flujo vehicular varía dependiendo de las horas, se tomó en dos meses diferentes (agosto 2015 y enero 2016) y en días y horarios alternados (dentro del horario diurno).

El trabajo de campo se dividió en dos meses al no residir en Lima el profesional a cargo. Se grabó todos los días de la semana programada por 4 horas cada día para determinar el parque vehicular considerando las ocurrencias en la semana y disminuir las diferencias en los resultados.

No realizaron más aforos debido a que se evidenció que el rango de variabilidad del parque automotor en la semana no era alto.

Tabla 8 Cronograma específico de trabajo de campo agosto

AGOSTO 2015	D	L	M	M	J
Días	1	2	3	4	5
Parque vehicular y flujo Vehicular					
Aplicación de Formato de Lista de verificación					

Elaboración propia.

Tabla 9 Cronograma específico de trabajo de campo febrero

FEBRERO	M	J	V	S	M	M	J	V	S
Días	3	4	5	6	9	10	11	12	13
Parque vehicular y flujo Vehicular									
Aplicación de Formato de Lista de verificación									

Elaboración propia.

5.2.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

Esta actividad se realizó aplicando una lista de verificación (Tabla 10) a una muestra de cada subcategoría vehicular. Al obtener el parque vehicular se

determinó por criterio estadístico como tamaño de muestra un total de 30 vehículos por subcategoría. Asimismo estas muestras se procesaron estadísticamente de manera descriptiva a fin de tomar atención a la tendencia central, dispersión y forma de la distribución de los datos.

La información de las tecnologías de los vehículos se obtuvo realizando preguntas a los conductores que estaban estacionados en su zona de parqueo y a la vez verificando las características del vehículo.

Para la obtención de información clave se utilizó como referencia el manual de usuario IVE MODEL, a fin de seleccionar la información necesaria para el ingreso de datos al programa y también el formato de encuesta del Ministerio del Ambiente, resultando el formato estándar (lista de verificación) con el que se realizó las preguntas. A este objetivo se sumó la ayuda del especialista y el técnico.

El fin de esta lista de verificación fue obtener información específica como: características de conducción (magnitud de conducción, perfiles de velocidad y aceleración), patrones de partida (cantidad de partidas, tiempo en que el motor ha estado apagado antes de una partida), distancia promedio, programas de inspección y mantenimiento, distribución de tecnología vehicular (año de fabricación, tamaño de cilindro, modelo, otros), características del combustible y condiciones ambientales. Estos datos fueron procesados y analizados para realizar el cálculo.

Tabla 10 Lista de verificación al Parque Automotor

VERIFICACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR												
TIPO DE VEHÍCULO /AÑO	Automóvil	Pick up	Camioneta rural	Camioneta panel	Camión 3 - 5 Ton	Camión > 5 Ton	Couster	ómnibus	Moto taxis	Moto lineal	Remolcador	otros
TIPO DE SERVICIO	Particular	Público	Taxi	Comercial	De carga	Interpro						
CILINDRAJE	Menos de 1500 cc	1500 a 3000 cc	Mayor 3000 cc	Menor 4.5 ton	4.5 a 7 ton	Mayor 7 ton						
KILOMETRAJE												
TIEMPO APROXIMADO DE FUNCIONAMIENTO	Horas diario	Días de la semana										
DISTANCIA RECORRIDA	Diario en km	Numero de encendidas por día										
COMBUSTIBLE USADO	Diésel D2	gasolina	Gasolina 90	Gasolina 95	Gasolina 97	GLP	Gasolina / GLP					
TIPO DE ALIMENTACIÓN	Con carburador	Inyección multipunto	Inyección directa	Inyección mono	Full inyección	Pre cámara						
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	Consumo diario	Soles										
NIVEL DE COMBUSTIBLE QUE NORMALMENTE MANTIENE EL TANQUE	Tanque lleno	Mitad tanque	Cuarto de tanque	Menor a un cuarto de tanque	Menor a un galón							
VELOCIDAD	Velocidad promedio											
AIRE ACONDICIONADO	Si	No										
CUANTO TIEMPO PERMANECE APAGADO EL VEHÍCULO ANTES DE CADA ENCENDIDA												
CONDICIONES DEL SISTEMA ESCAPE	bueno	Malo	Regular									
CATALIZADOR	si	No										
CONTROL DE EMISIONES	Aprobó en primera	En segunda	No aprobó	No se presentó								

Fuente: Modificado del formato de Encuesta del Parque Automotor por el Ministerio del Ambiente.

5.2.5. MEDICIÓN DE PATRONES DE MANEJO

Se recolectó información con sistemas de posicionamiento global - GPS en los vehículos de muestra. A fin de que se pueda estimar la velocidad de los vehículos, las aceleraciones y desaceleraciones, y cuánto tiempo está detenido el vehículo, asimismo una distancia promedio; debido a que la lectura de datos no se podía grabar en el dispositivo, se utilizó una video cámara.

La información se recolectó por inspección ocular y se procesó en una base de datos. Se realizó un muestreo representativo de 27 perfiles en las categorías.

Esta variable ha sido considerada de manera general en el trabajo realizado por Lovera (2004) donde se recolectó información de los vehículos sin diferenciar las subcategorías. Asimismo, en el caso de estimación de emisiones vehiculares producida por las viajes de trabajo en una institución de Antioquia donde esta variable se consideró de manera global (Valencia-Arroyave, Muñoz-Duque, Ramírez Muñoz, Builes Jaramillo, & Hoyos-Restrepo, 2015)

5.2.6. ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES

Una vez realizada la medición en campo se llevó a cabo el procesamiento de datos, acoplado a esta, información secundaria necesaria para completar el estudio (Tabla 11).

Se ingresó al IVE MODEL todos los datos y se estimó las emisiones provenientes de las diferentes categorías vehiculares; consistiendo de los siguientes pasos:

5.2.6.1. LLENADO DE CARACTERÍSTICAS DE FLOTA VEHICULAR

Consistió en comparar los datos de la lista de verificación (descripción del vehículo, combustible, peso, alimentación y kilometraje) con el formato del manual IVE MODEL, con el que se logró asignarle un INDEX según le correspondía a cada vehículo y se calculó un porcentaje de peso de acuerdo al total de la muestra. Los porcentajes se ingresaron a la pestaña “flota” del software y se guardó con un nombre fácil de identificar.

5.2.6.2. LLENADO DE FICHA DE LOCALIDAD

Consistió en procesar la información de las velocidades iniciales y finales, altura inicial y final, el tramo de la ruta; y de acuerdo al resultado del estrés del motor que se encuentra en el manual IVE MODEL, se buscó el factor asignado llamado BIN para cada condición; se calculó un porcentaje de peso de acuerdo al total de la muestra y se ingresó estos porcentajes en la pestaña “localidad”.

5.2.6.3. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

Por último, para el cálculo de las cantidades de contaminantes criterio se identifica la localidad guardada en el software en la ventana “localidades disponibles” y se jala hacia la ventana “calcular localidades”.

Tabla 11 Información secundaria

DESCRIPCIÓN	FUENTE
Datos de temperatura y	SENAMHI
Características del combustible que se usa	PETROPERU / REPSOL
Características del Diésel	PETROPERU/ Organismo Supervisor de la Inversión en
Características del Parque automotor	Ministerio De Vivienda Construcción y Saneamiento, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Municipalidad Distrital de Villa El Salvador y Fichas técnicas respectivas.

Elaboración propia.

El IVE MODEL cuenta con la opción de ingresar los factores de emisión propios de cada ciudad; sin embargo, en caso de no contar con esta información, el modelo utiliza principalmente, factores de emisión desarrollados a partir del ciclo de conducción del Método de Prueba Federal (FTP) de Estados Unidos para ser luego ajustados a la realidad de las características observadas de la ciudad para la cual se elabora el análisis. El proceso de cálculo que realiza el Modelo para la corrección del factor de emisión se presenta en la Ecuación 1. En esta ecuación se calcula el factor de emisión ajustado para cada categoría de vehículos el cual posteriormente es utilizado para estimar los factores de emisión correspondientes para los estados de emisión en frío y en caliente. Este procedimiento se muestra en las ecuaciones 1a y 1b (Giraldo Amaya, 2005).

ECUACIONES 1, 1A Y 1B

$$Q[t] = B[t] * K1[t] * K2[t] * K3[t] * K4[t] * K5[t] \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_{\text{Encaliente}} = U_{\text{FTP}} * D / UC * \sum_t \{F[t] * Q[t] * \sum_d(F[dt] * K[dt])\} \dots\dots\dots(1a)$$

$$Q_{\text{Encaliente}} = \sum_t \{F[t] * Q[t] * \sum_d(F[dt] * K[dt])\} \dots\dots\dots(1b)$$

La descripción de las variables utilizadas en la ecuación 1, 1a y 1b se encuentran en la tabla 12, en donde la ecuación 1 tiene por fin conseguir el resultado del factor de emisión de acuerdo a las características de la ciudad, la calidad del combustible, los factores relacionados con la potencia y a las variables de conducción.

De la tabla 12, se observa que los factores de corrección se clasifican de acuerdo a variables características de la ciudad, a la calidad del combustible, a los factores relacionados con la potencia y a variables de conducción. Es a partir de estas correcciones que el IVE MODEL cuenta con la flexibilidad para ser utilizado en diversos lugares obteniendo resultados de gran utilidad para el establecimiento de políticas de control y prevención ambiental.

Tabla 12 Descripción de las variables para la estimación de factores de emisión corregidos en el Modelo IVE

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
$B_{[t]}$	Factor de emisión base por tecnología (g/km)
$Q_{[t]}$	Factor de emisión ajustado para cada tecnología (g)
$F_{[t]}$	Fracción de viaje para una tecnología específica
$F_{[dt]}$	Fracción de cada tipo de conducción o detención para una tecnología específica
U_{FTP}	Velocidad promedio del ciclo de conducción LA4 (constante (kph))
D	Distancia de viaje ingresada por el usuario (km)
U_c	Velocidad promedio de un ciclo de conducción específico, ingresada por el usuario en el archivo de características de cada lugar (kph)
$K_{1[t]}$	Factor de corrección por temperatura
$K_{2[t]}$	Factor de corrección por humedad
$K_{3[t]}$	Factor de corrección por mantenimiento y programas de inspección
$K_{4[t]}$	Factor de corrección por la calidad del combustible
$K_{5[t]}$	Factor de corrección por altura del lugar
$K_{[dt]}$	Factor de corrección por la forma de conducir y detecciones (también incluye otros factores causados por el uso de aire acondicionado y las pendientes de las vías).

Fuente: Modificado del Manual del Usuario Modelo IVE Versión 1.1.1. (2004)

Los factores de emisión y corrección se encuentran definidos en el IVE MODEL y son asignados de acuerdo a las características de los vehículos, la meteorología y calidad de los combustibles.

La determinación de la cantidad de contaminantes criterios emitidos por las diferentes categorías vehiculares permitió la identificación de variables relevantes y selección de escenarios de posibles estrategias enfocadas a reducir los niveles de emisiones de contaminantes criterio.

5.2.7. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

La herramienta principal de evaluación para esta parte fue el IVE MODEL, ya que se utilizó para analizar la sensibilidad de las variables más importantes en la determinación del inventario de emisiones.

Los escenarios planteados fueron en base a las necesidades que presenta el sector y en la posibilidad de la aplicación de medidas administrativas que lleguen a ser eficientes en la reducción de niveles de emisiones vehiculares, determinándose a través del cambio de los combustibles utilizados por diferentes vehículos, la renovación de la flota vehicular y los patrones de manejo en el inventario de emisiones estimado.

Las medidas administrativas evaluadas fueron las siguientes:

- **ESCENARIO RESPECTO A UN CAMBIO DE USO DE COMBUSTIBLES**

Teniendo en cuenta la línea base, se realizó la comparación del cambio de uso de combustible Diésel a gas natural; a través de la variación de información que se ingresó en el software del IVE MODEL.

Para esta medida administrativa se optó factible aplicarlas para el transporte público, como son la mayoría de vehículos estos tres: ómnibus, couster y camioneta panel/rural. Se aplicó a las dos últimas flotas, ya que los ómnibus actualmente están utilizando gas natural vehicular. No se aplicó a las otras flotas de las categorías III y II porque son de uso particular o institucional en mayor porcentaje.

En el caso de la categoría I, se optó por evaluar la flota de mototaxis debido a que son el mayor porcentaje de vehículos que circula en la zona de estudio y presentan servicio público.

- **ESCENARIO RESPECTO A LA RENOVACIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR**

Teniendo en cuenta la línea base, la categoría vehicular más representativa en antigüedad de vehículo es la categoría III con los camiones > 5 ton.

Esta medida administrativa fue considerada porque constantemente están realizando estudios a fin de promover el uso de vehículos amigables con el medio ambiente; se optó por aplicar la medida en la flota de vehículos más antiguos y que funcionen con combustible diésel (Camión > 5Ton) por los siguientes motivos: las emisiones de NO_x y PM₁₀ que se le atribuye a las unidades más pesadas y que requieren de diésel como carburante (Dávila Pizón, Rojas Pérez, & Rojas Roa, 2013); y, porque los motores diésel están diseñados para trabajar con exceso de aire, es decir, con un dosador inferior al estequiométrico, lo que imposibilita el funcionamiento de los catalizadores de reducción y solo llevan catalizadores de oxidación motivo por el cual emiten mayor NO_x que el de los de gasolina (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005).

Esta medida si bien es poco probable en aplicarla se considera debido a que propone mayores rangos de diferencia en las emisiones de los contaminantes criterio.

- **ESCENARIO RESPECTO A LOS PATRONES DE MANEJO**

La medida administrativa “cambio de patrones de manejo” se aplicó a todas las flotas vehiculares, ya que es influenciada por la cultura de manejo del conductor y se puede regular mediante el alcance de información a los conductores en referencia al momento en que deben parar los vehículos anticipadamente y propuestas de paraderos para

despejar la vía y tener un flujo más constante y disminuir los rangos de velocidad que se reflejan en las aceleraciones y desaceleraciones.

Teniendo en cuenta la línea base de las velocidades, las aceleraciones y desaceleraciones, así como el tiempo en que el vehículo está detenido, se pudo evaluar el efecto de los contaminantes criterio.

Un vehículo que acelera demasiado, fuerza el motor y hace que consuma más combustible; como consecuencia, genera una mayor cantidad de emisiones de contaminantes, es por ello, que la disminución de la frecuencia de aceleraciones sería uno de los principales aspectos para reducir el nivel de emisiones (Giraldo Amaya, 2005).

Existen condiciones de utilización de los motores en las que el consumo de carburante es cero. Cuando el motor se encuentra girando sin pisar el acelerador, con la relación de marchas en la que se circula engranada (retención), estando o no accionado el retardado, no se inyecta combustible en los cilindros, es decir, no se consume carburante (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005).

Cuando al reducirse la velocidad del vehículo el régimen del motor se acerca al ralentí, esta condición desaparece, volviendo a inyectarse una pequeña cantidad de combustible para asegurar que el motor no se pare (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005).

En este escenario se ingresó información en el software IVE MODEL cambiando los patrones de conducción generadas a través de propuestas de cambio de ubicación de paraderos o señales de tránsito, entre otras; lo que ocasiona que se disminuya la frecuencia de paradas y de las aceleraciones.

VI. RESULTADOS

6.1. DETERMINACIÓN DEL PARQUE VEHICULAR

Se aforó el parque vehicular en un transcurso de cuatro (04) horas, y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 13 Resumen del Aforo Vehicular

DÍAS	CATEGORÍA I			CATEGORÍA II			CATEGORÍA III			TOT AL
	MOTO TAXIS	AUTOMÓVIL	MOTO LINEAL	CAMIONETA PANEL/RURAL	CAMIONETA	CAMIÓN < 5TON	CAMIÓN	COUSTER	ÓMNIBUS	
Lunes	2474	1477	60	591	320	179	23	129	451	5704
Martes	2340	1541	45	487	314	146	18	128	407	5426
Miércoles	2370	1234	56	523	286	158	22	117	446	5212
Jueves	2048	1180	68	560	318	154	19	123	430	4900
Viernes	2750	1356	65	495	307	170	23	125	404	5695
Sábado	2159	1470	72	474	205	137	17	123	417	5074
Domingo	2057	1422	71	501	276	144	18	125	425	5039
Total de vehículos en los 7 días	16198	9680	437	3631	2026	1088	140	870	2980	
Promedio de vehículos al día	2314	1382. 86	62. 43	518. 71	289. 43	155. 43	20. 00	124. 29	425. 71	
Promedio en una hora	579	346	16	130	72	39	5	31	106	

Elaboración propia.

Nota: las muestras se procesaron estadísticamente de manera descriptiva a fin de tomar atención a la tendencia central, dispersión y forma de la distribución de los datos, la media y desviación estándar se presentan en el ítem 6.2.2. de la presente investigación.

6.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

En esta fase, se aplicó la lista de verificación y el análisis estadístico de las muestras, de manera descriptiva. A continuación, se detalla:

6.2.1. APLICACIÓN DE LISTA DE VERIFICACIÓN

La aplicación de la lista de verificación se realizó in situ; primero se dio la presentación del interés y fin por recabar la información pertinente, se solicitó que sean los más sinceros con las respuesta, se verificó la información con un técnico mecánico (la parte técnica), y la ficha técnica respectiva de cada vehículo. En el Anexo 1 se muestran la base de datos de la aplicación de la lista de verificación para la categoría I, II y III; y la estadística descriptiva de las variables “tipo de vehículo” y “tipo de combustible”, con su respectiva interpretación.

6.2.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS MUESTRAS

En esta sección se desarrolló la estadística descriptiva de los datos del aforo vehicular utilizando el programa IBM SPSS Statistics 23 para conocer la tendencia central, dispersión y forma de distribución de las unidades vehiculares en cada categoría; en las tablas 14,15 y 16, se muestran los resultados. Se realizó solo el análisis descriptivo debido a que los resultados fueron obtenidos por medio del software IVE MODEL 2.0.2.

- **CORRELACIÓN CUAL DE LAS CATEGORÍAS ES LA MEJOR**

Tabla 14 Resumen de procesamiento de casos

	CASOS	
	VÁLIDO	
	N	PORCENTAJE
Categoría I	21	33.33%
Categoría II	21	33.33%
Categoría III	21	33.33%
Total	63	100%

Elaboración propia.

Nota: la Tabla 14 hace referencia al tamaño de muestra mínima por categoría vehicular.

Tabla 15 Datos Descriptivos

CATEGORÍA		ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR	
I	Media		1253.10	209.354
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	816.39	
		Límite superior	1689.80	
	Media recortada al 5%		1237.75	
	Mediana		1422.00	
	Varianza		920411.490	
	Desviación estándar		959.381	
	Mínimo		45	
	Máximo		2750	
	Rango		2705	
	Rango intercuartil		2039	
	Asimetría		-0.135	0.501
	Curtosis		-1.454	0.972
	II	Media		321.19
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	249.60	
		Límite superior	392.78	
Media recortada al 5%		316.50		
Mediana		307.00		
Varianza		24732.962		
Desviación estándar		157.267		
Mínimo		137		
Máximo		591		
Rango		454		
Rango intercuartil		327		
Asimetría		0.375	0.501	
Curtosis		-1.393	0.972	
III		Media		190.00
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	109.63	
		Límite superior	270.37	

CATEGORÍA		ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR
	Media recortada al 5%	185.12	
	Mediana	125.00	
	Varianza	31177.900	
	Desviación estándar	176.573	
	Mínimo	17	
	Máximo	451	
	Rango	434	
	Rango intercuartil	390	
	Asimetría	0.569	0.501
	Curtosis	-1.545	0.972

Elaboración propia.

Nota: La categoría II corresponde a un tránsito de vehículos más uniforme en el área de estudio. Por otro lado, la categoría I y la categoría III se alejan del cero, correspondiendo a un resultado menos uniforme en el tránsito vehicular de estos.

- **PORCENTAJE DE VARIACIÓN POR CATEGORÍA** (Desviación estándar dividido entre la media por cien)

Tabla 16 Porcentaje de variación por categoría

PORCENTAJES DE VARIACIÓN POR CATEGORÍA		
CATEGORÍAS		PORCENTAJE
Categoría I	Mototaxis	76.6
	Automóviles	
	Moto lineales	
Categoría II	Camioneta panel/rural	49.0
	Camioneta	
	Camión < 5ton	
Categoría III	Camión >5 ton	92.9
	Couster	
	Ómnibus	

Elaboración propia.

Nota: La mejor Categoría es la II debido a que el resultado tiene menor variación porcentual, quiere decir que tanto como los camiones < 50 ton, camioneta y Camioneta panel/rural, transitan por la Av. Revolución en similar cantidad de vehículos.

6.2.3. PATRONES DE MANEJO

A fin de evaluar los patrones de manejo, se realizaron los perfiles de velocidades, en los cuales sirvieron para determinar el estrés del motor. Los resultados se muestran en el Anexo 2.

Tabla 17 Promedio de velocidades según categorías vehiculares

VELOCIDADES PROMEDIO KM/HORA	
Automóvil	25.220
Mototaxi	18.827
Moto lineal	24.107
Camioneta panel/rural	18.521
Camioneta	22.974
Camión < 5 ton	23.285
Camión	21.148
Couster	18.259
Ómnibus	25.447

Elaboración propia.

6.3. ESTIMACIONES

6.3.1. DATOS NECESARIOS PARA LAS ESTIMACIONES

6.3.1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA FLOTA VEHICULAR

Se utilizó la hoja de cálculo Excel para identificar mejor las características de los vehículos, siendo de mayor relevancia las siguientes:

- Tipo de vehículo
- Año de fabricación
- Cilindraje
- Tiempo (Horas.) de funcionamiento por día
- Días de funcionamiento por semana
- Distancia recorrida diaria
- Tipo de combustible
- Tipo de alimentación

- Utilización del aire acondicionado
- Catalizador de gases

Con estas características se asignó el índice respectivo el cual se adjunta en el Anexo 3.

6.3.1.2. DATO HUMEDAD Y TEMPERATURA

El SENAMHI mostró una temperatura en el mes de febrero de 21 °C a 30 °C; y con respecto a la humedad relativa resultó ser de 94 %.

6.3.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE

Con respecto a las características del combustible, el diésel cuenta con un contenido de azufre menor a 50 ppm debido a la vigencia de la norma D.S. 009-2015-MINAM aplicada para los siguientes departamentos: Lima, Arequipa, Cusco, Puno, Madre de Dios, Junín, Moquegua y Tacna; y la gasolina de 90 presenta un contenido de plomo de 0,013 gr/l; información que al presente año se encuentra publicada en la página web de PETRO PERÚ.

Siendo otra fuente complementaria, la página web de REPSOL, se observa las características de la gasolina de 90 con un contenido de azufre de 0,2 %, plomo de 0,013 gr/l, benceno > 0,4 % y oxigenados 0 % (REPSOL, 2016).

6.3.1.4. PENDIENTE TERRENO Y ALTITUD (M.S.N.M.)

Por medio del software Google Earth, se obtuvo la pendiente 1.9 % y altitud 176 m.s.n.m. de la zona de estudio, y a la vez la distancia en kilómetros siendo de 1.7 km.

Se obtuvo la pendiente con el ingreso de los datos de ubicación obtenidos por el GPS al Google Earth; se indicó la ruta y ubicación, y con el puntero se seleccionó la pestaña “cálculo de perfil de elevación”.



Figura 1 Perfil de elevación del área de estudio. Elaboración Propia.

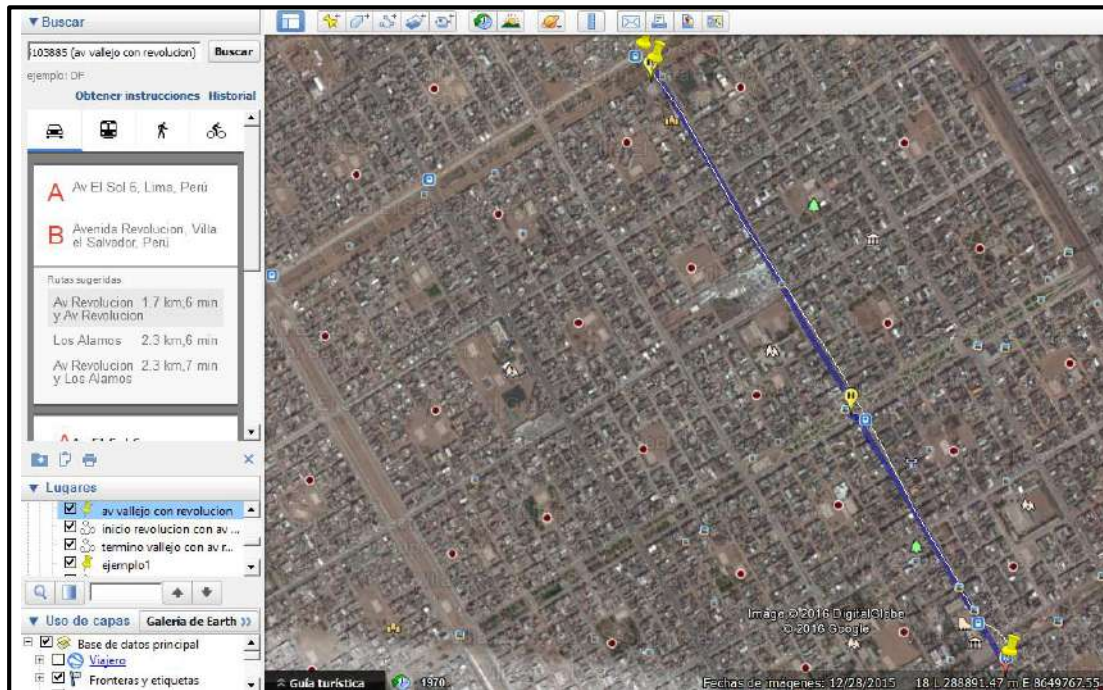


Figura 2 Punto de referencia y ruta de la zona de estudio. Elaboración Propia.

6.3.1.5. PARTIDAS Y DISTANCIA RECORRIDA POR LOS VEHÍCULOS DE ESTUDIO EN UNA HORA

Tabla 18 Distancia recorrida de los vehículos en función a una Hora del aforo vehicular

VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULO POR HORA	FUNCIONAMIENTO EN HORAS POR DÍA	KM RECORRIDO	DISTANCIA TOTAL EN KM
MOTOTAXIS	579	8	1.7	7874.4
AUTOMÓVIL	346	6	1.7	3529.2
MOTO LINEAL	16	8	1.7	217.6
CAMIONETA PANEL /RURAL	130	9	1.7	1989
CAMIONETA	72	7	1.7	856.8
CAMION < 5 TON	39	6	1.7	397.8
CAMIÓN > 5 TON	5	8	1.7	68
COUSTER	31	12	1.7	632.4
OMNIBUS	106	18	1.7	3243.6

Elaboración Propia.

Nota: las horas de funcionamiento comprenden las horas de servicio de transporte y uso particular del vehículo, dentro del área de estudio.

Tabla 19 Partidas realizadas por los Vehículos en función a una Hora

VEHÍCULOS	PARTIDAS POR HORA	OBSERVACIÓN
MOTOTAXIS	3474	Las partidas se obtuvieron por promedio de paradas
AUTOMÓVIL	1730	Una hora almuerzo
MOTO LINEAL	48	Realizó tres partidas
CAMIONETA PANEL /RURAL	910	Las partidas se obtuvieron por promedio de paradas
CAMIONETA	144	Las partidas se obtuvieron por promedio de paradas
CAMION < 5 TON	39	-
CAMIÓN > 5 TON	5	-
COUSTER	31	-
OMNIBUS	106	-

Elaboración Propia

Nota: las partidas significan cada vez que el conductor después de parar por un tiempo mayor/igual a 15 minutos arranca.

6.3.2. ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES

- **LLENADO DE LA FLOTA VEHICULAR**

Una vez que se obtuvo el índice de cada vehículo según su categoría vehicular, se sacó los porcentajes de los índices por sub categorías.

Tabla 20 Obtención de resultados en porcentaje de automóviles

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° AUTOMÓVIL	%
83	12	40
122	2	6.67
29	3	10
82	1	3.33
245	5	16.67
81	1	3.33
248	4	13.33
120	1	3.33
27	1	3.34
Total	30	100

Elaboración Propia

Tabla 21 Obtención de resultados en porcentaje de mototaxis

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° MOTOTAXI	%
1238	18	60
1237	1	3.34
1274	7	23.33
1273	1	3.33
1272	3	10

Elaboración propia.

Tabla 22 Obtención de resultados en porcentaje de moto lineal

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° MOTO LINEAL	%
1247	13	43.33
1238	8	26.67
1237	3	10
1236	6	20

Elaboración Propia

Tabla 23 Obtención de resultados en porcentaje de camioneta

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° CAMIONETA	%
85	3	10
761	17	56.67
86	5	16.67
760	2	6.67
122	3	10

Elaboración Propia

Tabla 24 Obtención de resultados en porcentaje de camioneta panel /rural

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° CAMIONETA PANEL /RURAL	%
761	21	70
760	8	26.67
759	1	3.33

Elaboración Propia.

Tabla 25 Obtención de resultados en porcentaje de camión > 5 ton

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° CAMIÓN	%
764	30	100

Elaboración Propia

Tabla 26 Obtención de resultados en porcentaje de camión < 5 ton

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° CAMION <5TON	%
83	3	10
761	15	50
760	5	16.67
759	4	13.33
82	1	3.33
81	1	3.33
85	1	3.33

Elaboración propia.

Tabla 27 Obtención de resultados en porcentaje de couster

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° COUSTER	%
764	29	96.67
763	1	3.33

Elaboración Propia.

Tabla 28: Obtención de resultados en porcentaje de ómnibus

PORCENTAJES DE LAS CATEGORIAS		
INDEX	N° OMNIBUS	%
314	30	100

Elaboración Propia

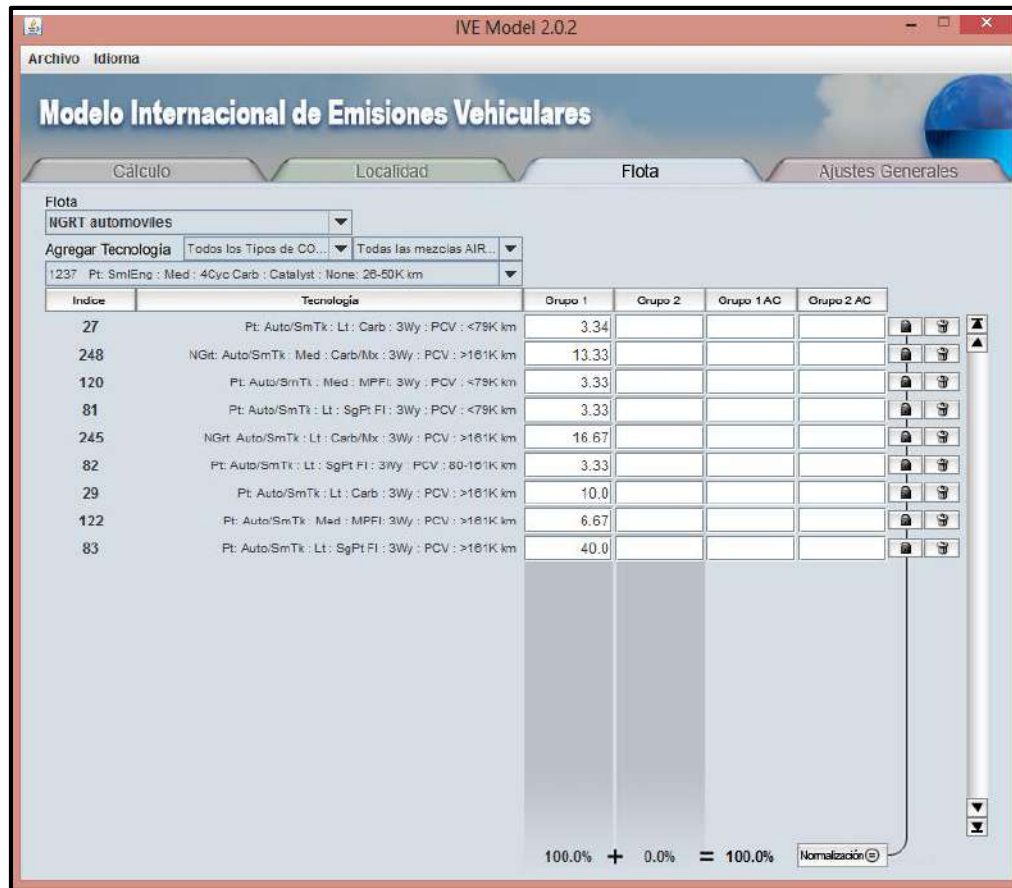


Figura 3 Representación de llenado de flota vehicular. Elaboración propia.

- **LLENADO DE LOCALIDAD**

Se llenó la siguiente pestaña “Localidad” con la información obtenida del ÍTEM 6.3.1. Y resultados de la obtención del BIN VSP.

RESULTADOS DEL BIN VSP

Los resultados del BIN se adjuntan en el Anexo 4, estos resultados son en función a los patrones de manejo los que al final fueron ubicados según la tabla estándar (Figura 4).

Los BIN se llenan en porcentaje de la misma manera que el INDEX, los resultados del BIN se presentan a continuación:

Tabla 29 Resultados de porcentajes del BIN de las categorías

CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	BIN	%	% INGRESADO AL IVE MODEL
I	Moto taxi	13	33.33	33.33
		17	66.67	66.67
	Moto Lineal	1	33.33	33.34
		5	33.33	33.33
		9	33.33	33.33
	Automóvil	1	33.33	33.33
		39	33.33	33.33
37		33.33	33.34	
II	Camioneta panel/rural	5	33.33	33.33
		13	33.33	33.34
		6	33.33	33.33
	Camioneta	7	33.33	33.33
		8	33.33	33.33
		6	33.33	33.34
	Camioncito	2	33.33	33.34
		12	33.33	33.33
		17	33.33	33.33
III	Couster	8	33.33	33.34
		4	33.33	33.33
		13	33.33	33.33
	Camión	6	33.33	33.33
		14	33.33	33.33
		38	33.33	33.34
	Ómnibus	0	33.33	33.33
		17	33.33	33.34
		6	33.33	33.33

Elaboración propia.

Table 2. Boundaries Assumed in VSP/Engine Stress Binning

Bin	VSP (kW/Ton)		Engine Stress	
	Lower	Upper	Lower	Upper
0	-80.0	-44.0	-1.6	3.1
1	-44.0	-39.9	-1.6	3.1
2	-39.9	-35.8	-1.6	3.1
3	-35.8	-31.7	-1.6	3.1
4	-31.7	-27.6	-1.6	3.1
5	-27.6	-23.4	-1.6	3.1
6	-23.4	-19.3	-1.6	3.1
7	-19.3	-15.2	-1.6	3.1
8	-15.2	-11.1	-1.6	3.1
9	-11.1	-7.0	-1.6	3.1
10	-7.0	-2.9	-1.6	3.1
11	-2.9	1.2	-1.6	3.1
12	1.2	5.3	-1.6	3.1
13	5.3	9.4	-1.6	3.1
14	9.4	13.6	-1.6	3.1
15	13.6	17.7	-1.6	3.1
16	17.7	21.8	-1.6	3.1
17	21.8	25.9	-1.6	3.1
18	25.9	30.0	-1.6	3.1
19	30.0	1000.0	-1.6	3.1
20	-80.0	-44.0	3.1	7.8
21	-44.0	-39.9	3.1	7.8
22	-39.9	-35.8	3.1	7.8
23	-35.8	-31.7	3.1	7.8
24	-31.7	-27.6	3.1	7.8
25	-27.6	-23.4	3.1	7.8
26	-23.4	-19.3	3.1	7.8
27	-19.3	-15.2	3.1	7.8
28	-15.2	-11.1	3.1	7.8
29	-11.1	-7.0	3.1	7.8
30	-7.0	-2.9	3.1	7.8
31	-2.9	1.2	3.1	7.8
32	1.2	5.3	3.1	7.8
33	5.3	9.4	3.1	7.8
34	9.4	13.6	3.1	7.8
35	13.6	17.7	3.1	7.8
36	17.7	21.8	3.1	7.8
37	21.8	25.9	3.1	7.8
38	25.9	30.0	3.1	7.8
39	30.0	1000.0	3.1	7.8
40	-80.0	-44.0	7.8	12.6
41	-44.0	-39.9	7.8	12.6
42	-39.9	-35.8	7.8	12.6
43	-35.8	-31.7	7.8	12.6

Figura 4: Tabla Estándar del BIN. International Vehicle Emissions Model (2004).

- ESTIMACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO EN GRAMOS

Tabla 30 Resultados de contaminantes criterio en mototaxis

MOTO TAXIS						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	22 362.49	5026.59	398.93	843.55	0.03	94.05
EN RUTA DÍA	381 211.05	57 596.63	5207.25	8266.86	26.17	1829.84
TOTAL DÍA	403 573.54	62 623.22	5606.18	9110.41	26.2	1923.89

Elaboración propia

Tabla 31 Resultados de contaminantes criterio en automóviles

AUTOMÓVIL						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	71 883.59	4811.45	890.63	2303.52	0.17	15.06
EN RUTA DÍA	2 276 416.62	31 028.29	1847.29	51 531.88	42.77	364.55
TOTAL DÍA	2 348 300.21	35 839.74	2737.92	53 835.4	42.95	379.61

Elaboración propia.

Tabla 32 Resultados de contaminantes criterio en motos lineal

MOTO LINEAL						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	508.13	123.55	4.93	17.36	0	1.71
EN RUTA DÍA	848.09	217.96	100.1	9.54	0.12	3.79
TOTAL DÍA	1356.22	341.51	105.04	26.9	0.12	5.5

Elaboración propia.

Tabla 33 Resultados de contaminantes criterio en camioneta

CAMIONETA						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	2364.23	203.64	15.88	62.86	0.01	36.2
EN RUTA DÍA	6955.25	1627.42	156.57	507.62	1.62	208.71
TOTAL DÍA	9319.48	1831.06	172.46	570.48	1.63	244.91

Elaboración propia.

Tabla 34 Resultados de contaminantes criterio en camioneta rural/panel

CAMIONETA PANEL/RURAL						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	803.26	257.25	0	29.29	0.03	312.26
EN RUTA DÍA	1787.04	1341.87	0	2401.83	5.98	1282.54
TOTAL DÍA	2590.31	1599.11	0	2431.12	6.01	1594.8

Elaboración propia.

Tabla 35 Resultados de contaminantes criterio en camión < 5 ton

CAMIÓN < 5TON						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	329.05	31.44	1.99	7.01	0	10
EN RUTA DÍA	9171.27	739.28	31.24	1075.3	2.15	279.25
TOTAL DÍA	9500.32	770.72	33.23	1082.3	2.15	289.26

Elaboración propia.

Tabla 36 Resultados de contaminantes criterio en camión > 5 ton

CAMIÓN > 5TON						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	4.65	1.56	0	0.17	0	2.08
EN RUTA DÍA	125.5	44.33	0	165.53	0.49	103.73
TOTAL DÍA	130.14	45.89	0	165.7	0.49	105.81

Elaboración propia.

Tabla 37 Resultados de contaminantes criterio en couster

COUSTER						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	28.66	9.58	0	1.04	0	12.64
EN RUTA DÍA	606.64	472.9	0	798.05	2.5	493.91
TOTAL DÍA	635.3	482.48	0	799.08	2.5	506.55

Elaboración propia.

Tabla 38 Resultados de contaminantes criterio en ómnibus

OMNIBUS						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	756.35	6.75	59.3	49.89	0	0.43
EN RUTA DÍA	323 796.91	548.67	2088.23	15 371.31	4.68	41.71
TOTAL DÍA	324 553.26	555.42	2147.53	15 421.2	4.68	42.14

Elaboración propia.

- CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 39 Resultados consolidados

RESULTADOS	TOTAL DE EMISIONES EN GRAMOS/DÍA								
	CAT I			CAT II			CAT III		
	MOTO TAXI	AUTOMÓVIL	MOTO LINEAL	CAMIONETA	COMBI	CAMIÓN < 5 TON	CAMIÓN > 5 TON	COUSTER	ÓMNIBUS
CO	403 573.5	2 348 300.2	1356.22	9319.48	2590.31	9500.32	130.14	635.3	324 553.3
VOC	62 623.22	35 839.74	341.51	1831.06	1599.11	770.72	45.89	482.48	555.42
VOC _{ev}	5606.18	2737.92	105.04	172.46	0	33.23	0	0	2147.53
NO _x	9110.41	53 835.4	26.9	570.48	2431.12	1082.3	165.7	799.08	15 421.2
SO _x	26.2	42.95	0.12	1.63	6.01	2.15	0.49	2.5	4.68
PM	1923.89	379.61	5.5	244.91	1594.8	289.26	105.81	506.55	42.14

Elaboración propia.

En la Tabla de consolidación de resultados se resaltan los resultados de mayor concentración de emisiones contaminantes comparando las tres categorías, tomando como referencia el tránsito de estos vehículos y área determinada como constante:

- **Automóviles** emiten mayor cantidad de CO, VOC, VOC_{evap}, NO_x y SO_x.
- **Moto taxis** emiten mayor cantidad de VOC, VOC_{evap}, NO_x y PM
- **Combi** emiten mayor cantidad de SO_x y PM.
- **Ómnibus** emiten mayor cantidad de NO_x y VOC_{evap}.

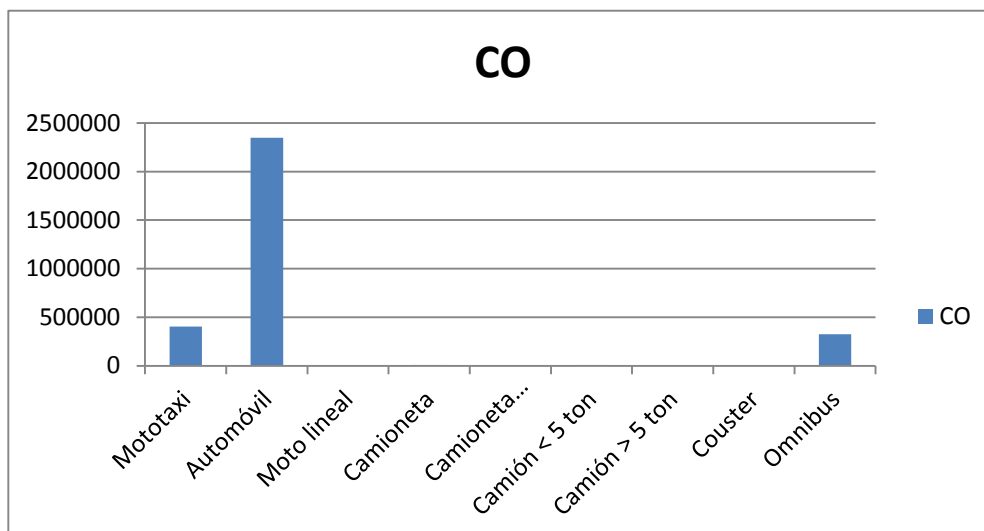


Figura 5: Concentración de emisiones de CO gr/día. Elaboración propia.

La figura refleja que los automóviles, mototaxis y ómnibus emiten mayor CO.

Valdeiglesias López (2007) menciona que los vehículos gasolineros son responsables de la mayor cantidad de emisiones de monóxido de carbono y respecto a los vehículos a diésel, estos aportan una importante fracción de material particulado, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno (Valdeiglesias Lopez, 2007).

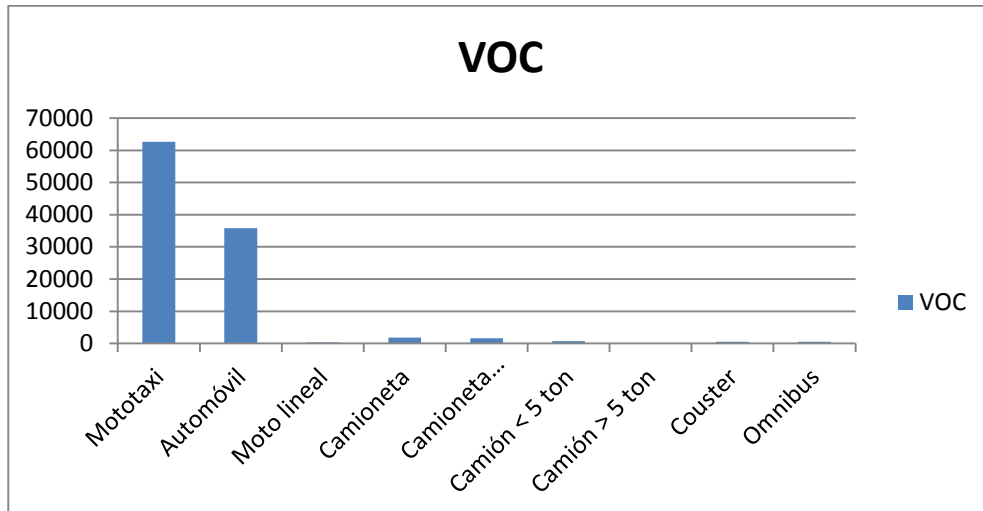


Figura 6: Concentración de emisiones de VOC gr/día. Elaboración propia.

La figura 6 refleja que las mototaxis y automóviles emiten mayor concentración de VOC. Los VOC emanan de la combustión de gasolina.

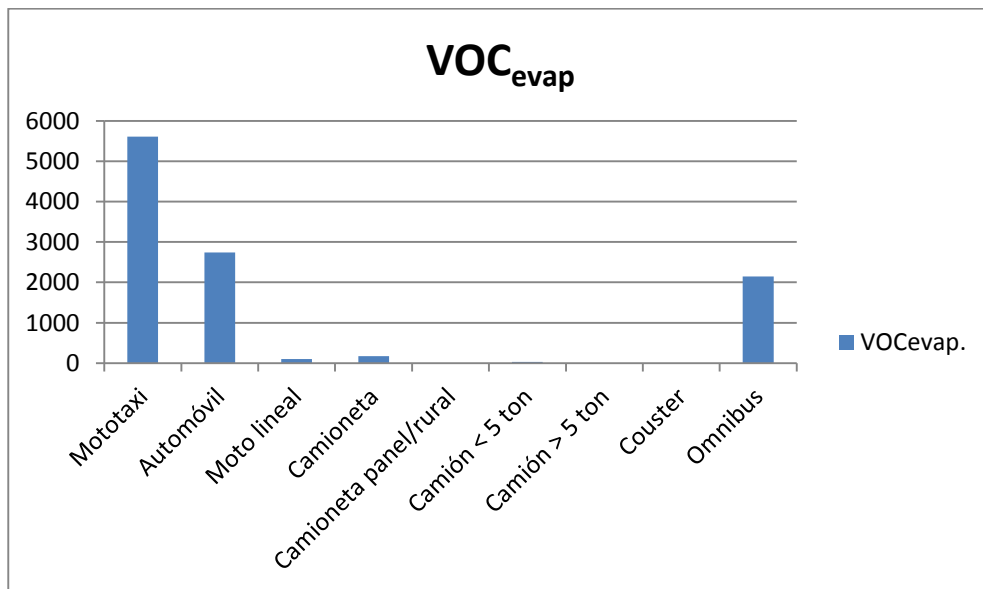


Figura 7 Concentración de emisiones de VOC_{evap} gr/día. Elaboración propia

La figura refleja que las mototaxis, automóviles y ómnibus emiten mayor concentración de VOC. Los VOC emanan de la combustión de

gasolina, gas natural, solventes, pinturas, colas, leña, carbón y otros productos, siendo los vehículos la mayor fuente que origina VOC en comparación a otros, hogar e industria (Valdeiglesias Lopez, 2007).

En el caso de los ómnibus, estos sólo usan como combustible el gas natural vehicular -GNV. Los vehículos a GNV son similares a los de gasolina, difiriendo de ellos en la alimentación y almacenamiento del combustible, como gas natural comprimido - GNC o gas natural licuado - GNL (Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2008).

La emisión de los hidrocarburos no metano de los motores a gas natural usualmente están por debajo de los niveles de emisión de los motores a gasolina, debido a que el metano es un hidrocarburo simple. El hidrocarburo no metano presente en las emisiones de los motores de gas natural, se estima que es, principalmente, etano, con algunos etilenos, acetilenos y pequeñas cantidades de hidrocarburos C3 (propano), y trazas de formaldehídos y especies C4+ (butano). En las composiciones típicas del gas, la especie C2 (etano) representa entre el 70 % y 90 % del total no metano. Todas las especies primarias presentes tienen muy baja reactividad fotoquímica (López Rojas, 2008).

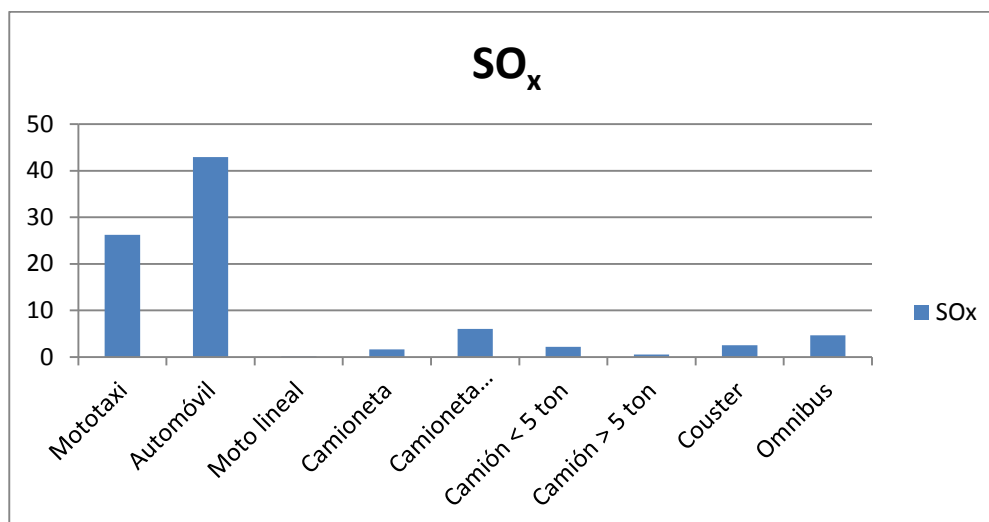


Figura 8 Concentración de emisiones de SO_x gr/día. Elaboración propia.

Se puede observar en la Figura 8 la presencia del contaminante criterio SO_x en todas las categorías vehiculares de manera representativa. El azufre es un componente natural del petróleo crudo y en consecuencia se encuentra tanto en la gasolina como en el diésel. Cuando estos combustibles son quemados, el azufre se emite como dióxido de azufre (SO₂) o como partículas de sulfatos. Cualquier reducción en el contenido de azufre en los combustibles disminuye las emisiones de estos compuestos y cuando este contenido disminuye más allá de cierto punto, el beneficio aumenta hasta una disminución importante de las emisiones totales de contaminantes (Blumberg, Wals, & Pera, 2003). Por otro lado, los vehículos a GNV también están compuestos por azufre, pero en menor cantidad y eso depende del yacimiento de donde fueron extraídos (Zamora Vega, 2010). La normatividad peruana vigente (Decreto Supremo N° 042-99-EM, Artículo 44°) especifica que el gas natural deberá ser entregado por el concesionario con no más de tres miligramos por metro cúbico (3 mg/m³ estándar) de sulfuro de hidrógeno, ni más de quince miligramos por metro cúbico (15 mg/m³ estándar) de azufre total, en otros países como Colombia, el contenido total máximo de H₂S es 6 mg/m³ y 23

mg/m³ para el azufre total (Resolución CREG 071 de 1999); y en México un contenido total máximo de 6.1 mg/m³ de H₂S y 150 mg/m³ para azufre total (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2003).

Para el caso de los vehículos diésel, estos llevan en su sistema de escape un subsistema específico denominado FAP (Filtro Antipartículas) que atrapa las partículas de hollín existentes en los gases de escape pero dan paso a los componentes gaseosos al exterior (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).

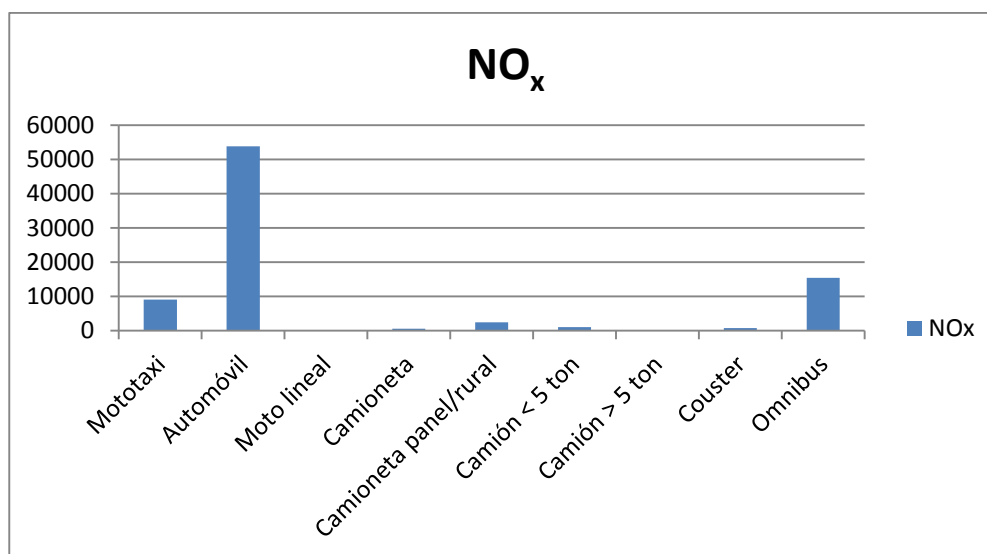


Figura 9 Concentración de emisiones de NO_x gr/día. Elaboración propia.

La figura refleja que las mototaxis, automóviles y ómnibus emiten mayor concentración de NO_x. Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos (Valdeiglesias Lopez, 2007).

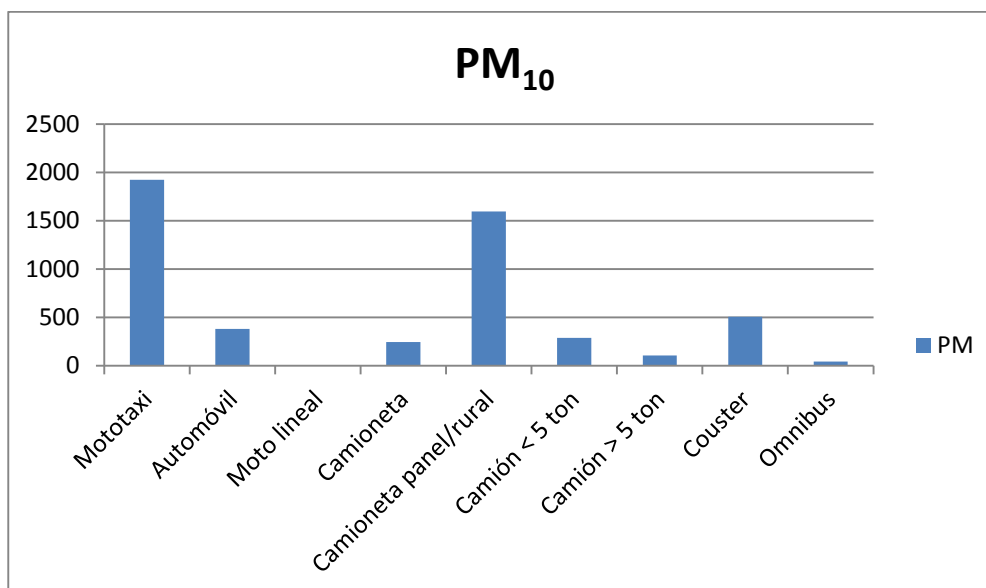


Figura 10 Concentración de emisiones de PM₁₀ gr/día. Elaboración propia.

La concentración de material particulado se presenta en todas las categorías y más significativa la emisión en las mototaxis y camioneta panel/rural. Sin embargo, en los ómnibus que utilizan GNV no es significativa la emisión de este contaminante.

Los vehículos de gas natural son considerados bastante limpios en lo que respecta a emisiones atmosféricas que afectan a la salud humana: CO, NO_x, HC y partículas. Además, reducen en mayor porcentaje la emisión de material que los otros combustibles mencionados anteriormente (Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2008).

6.3.3. ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS

Las presentes medidas administrativas se optaron con el fin de acercarse a la realidad de la zona de estudio y las oportunidades de mejora que se pueden dar en esta.

- **CAMBIO DE COMBUSTIBLE A LAS FLOTAS VEHICULARES**

Una de las ventajas principales de utilizar el gas natural como combustible, es que los motores presentan menos emisiones de partículas y la emisión de formaldehídos es comparable a la de los motores de gasolina o diésel, el formaldehido es por la oxidación del gas natural y de los hidrocarburos alifáticos inferiores (López Rojas, 2008).

Tabla 40 Resultados cambio de combustible de flota de couster en gr/día

COUSTER						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	220.33	1.96	16.81	14.51	0	0.12
EN RUTA DÍA	11 443.11	65.89	533.93	834.59	0.64	3.62
TOTAL DÍA	11 663.43	67.85	550.75	849.1	0.64	3.74

Elaboración propia.

Se optó por proponer un cambio de combustible en las couster, ya que son un transporte público, utilizan combustible diésel y al aplicar la medida administrativa de cambio de combustible a GNV se esperaría reducir las emisiones.

Cabe mencionar que elegir un transporte público como muestra en la aplicación de la medida se sujeta a mejoras más factibles por la fiscalización sectorial (Municipalidades), ya que lo realizan en los tramos de rutas establecidos por la SUTRAN (Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías).

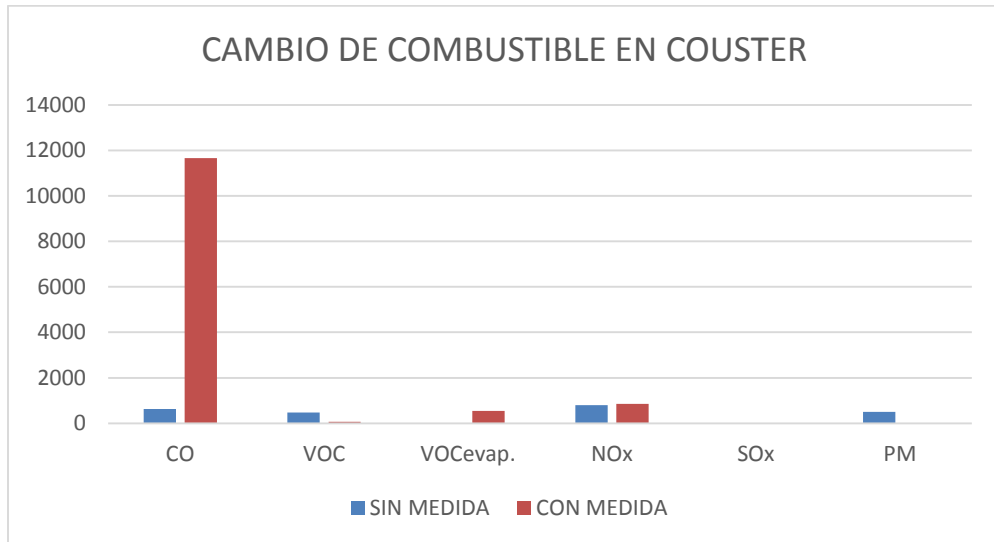


Figura 11 Comparación del cambio de combustible de las couster a GNV. Elaboración propia.

Realizando el cambio de combustible en las couster del área de estudio, estas reducen considerablemente las emisiones de VOC, SO_x y PM₁₀ en un 86 %, 74.4 % y 99 % respectivamente, sin embargo, aumenta dieciocho veces más las emisiones de CO.

Debido a que no todos los vehículos emiten los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; dependiendo del tipo de motor que se utilice, el tipo de combustible, el estado y mantenimiento del vehículo, etc. (Valdeiglesias Lopez, 2007); el aumento de CO puede ser ocasionado por la tecnología del vehículo de estudio que quemaría más combustible, teniendo en cuenta que el gas natural es de cadena más liviana, y estaría presentándose una combustión incompleta en el sistema interno del motor por la misma tecnología original del vehículo (OSINERGMIN, 2017).

Tabla 41: Resultados cambio de combustible de la flota de Camioneta panel/rural en gr/día

CAMIONETA PANEL/ RURAL						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	6143.29	41.12	264.18	332.59	0.01	0.32
EN RUTA DÍA	31 292.83	182.35	1164.64	2296.53	1.52	1
TOTAL DÍA	37 436.12	223.47	1428.82	2629.13	1.53	1.32

Elaboración propia.

Las camionetas panel/rural ocupan el 10 % del parque vehicular total de muestra y son el primer aportante de SO_x a la atmósfera.

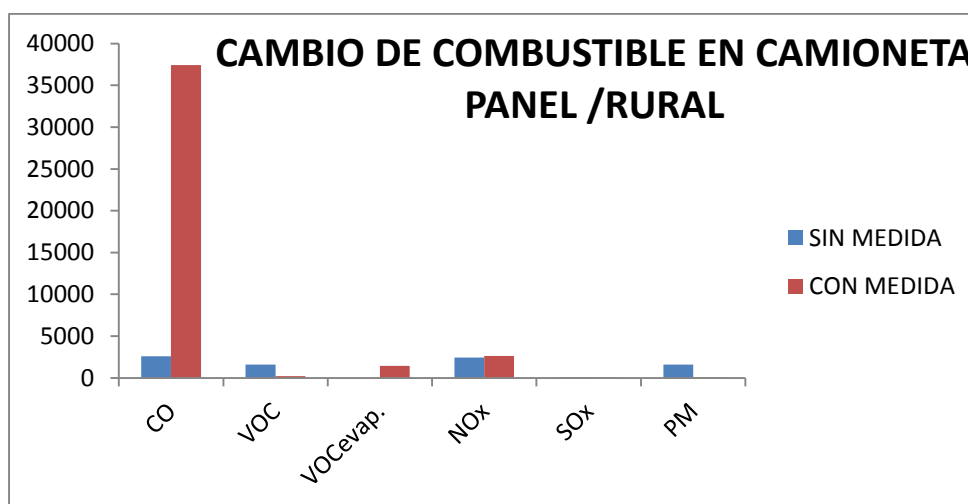


Figura 12 Comparación del cambio de combustible de las camionetas panel/rural a GNV. Elaboración propia.

El cambio de combustible en camioneta panel/rural redujo en gran porcentaje las emisiones de PM, SO_x y VOC, en un 99 %, 74.54 % y 86 % respectivamente, sin embargo, las emisiones de CO aumentaron catorce veces el valor inicial y asimismo las emisiones de NO_x en un 8 %.

Tabla 42 Resultados cambio de combustible de flota de Mototaxis en gr/día

MOTO TAXIS						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	5664.07	155.57	398.93	565.7	0	6.91
EN RUTA DÍA	133 071.31	2686.45	5207.25	5430.32	4.49	134.53
TOTAL DÍA	138 735.39	2842.02	5606.17	5996.02	4.49	141.44

Elaboración propia.

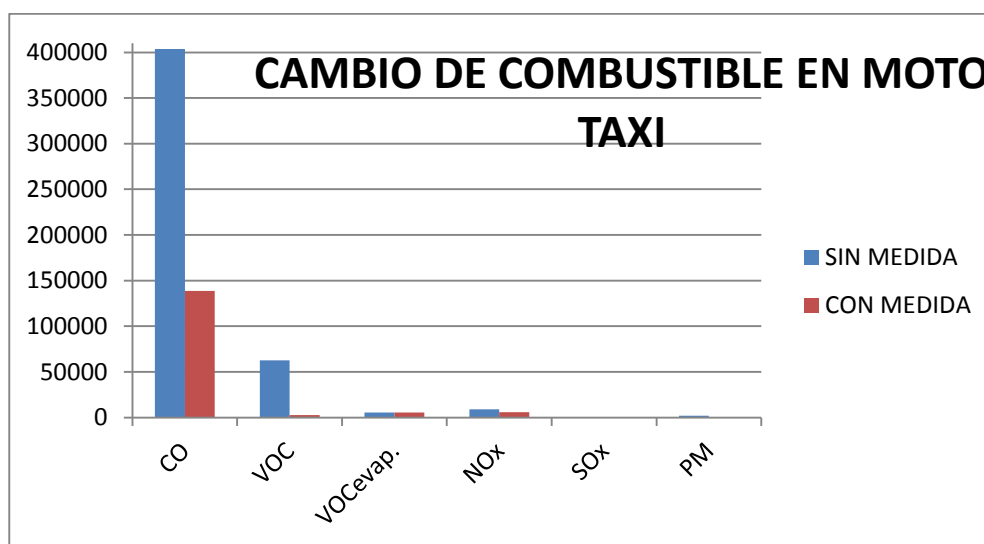


Figura 13 Diferencias del cambio de combustible de las mototaxis a GNV/GLP. Elaboración propia.

Con la aplicación de esta medida se reducen todas las emisiones de contaminantes criterio siendo las más significativas: la reducción de las emisiones de VOC en un 95 %, emisiones de CO en 65 %, SO_x en el 83 % y emisiones de material particulado en un 93 %.

- CAMBIO DE FLOTAS VEHICULAR**

Tabla 43 Resultados de renovación de la flota vehicular camión > 5 ton en gr/día

CAMIÓN > 5TON						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	3.65	0.93	0	0.14	0	0.74
EN RUTA DÍA	98.66	26.55	0	134.37	0.5	36.97
TOTAL DÍA	102.31	27.49	0	134.51	0.5	37.71

Elaboración propia

En el aforo vehicular se determinó que las unidades vehiculares más antiguas se encontraban en la categoría III, siendo los camiones > 5 ton (subcategoría con vehículos más antiguos).

No solo se tiene como criterio para la renovación de la flota vehicular que estos camiones > 5 ton sean los más antiguos de las subcategorías, sino también por el consumo de diésel que pueden utilizar según la tecnología del año en que se fabricaron.

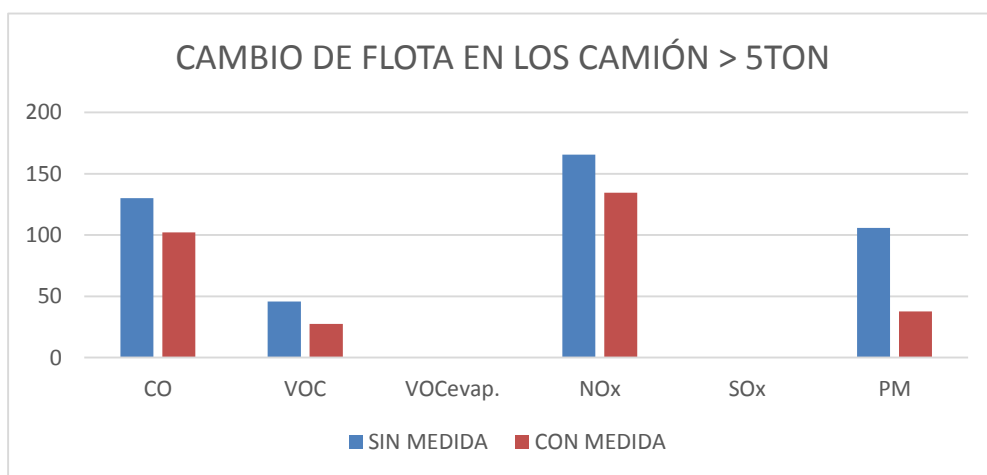


Figura 14 Comparación de cambio de flota de camiones. Elaboración propia.

En la presente se realiza la comparación de la flota vehicular propuesta para renovarse con un mínimo de antigüedad de hace 3 años a fin de que no se le aplique revisión técnica. La característica de la flota propuesta es: año de fabricación del 2012, tipo de alimentación por inyección directa y un kilometraje aproximadamente de 94 500 kilómetros recorridos.

Al aplicar la propuesta de renovación de vehículo en los camiones > 5 ton, las concentraciones de los siguientes contaminantes criterio bajaron significativamente: el material particulado se redujo hasta un 64 %, los compuesto VOC se redujeron hasta un 40 %, el CO y NO_x redujeron en un 20 % y el SO_x en un 2 %.

- **CAMBIO DE PATRONES DE MANEJO**

El cambio de patrones de manejo consistió en modelar las velocidades y que la variación de estas no sea marcada, asimismo se desacelere y acelere progresivamente. Ya que el vehículo puede aprovechar en avanzar con el impulso de la aceleración y continuar su ruta constantemente y así evitar el consumo innecesario de combustible. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005).

El cambio de hábito puede ahorrar combustible como por ejemplo: conducir correctamente y evitar frenadas y partidas bruscas, reduce el uso de combustible en un 10 – 15 %; los recorridos cortos realizados después de un arranque en frío pueden usar el doble de combustible que un viaje de la misma distancia con paradas múltiples y un motor caliente; mejor es mantener una fluidez de circulación y no exceder más de 100 km/hora porque el consumo se multiplica; por último, medirse en el uso de los equipos auxiliares del vehículo también reduce el consumo de combustible (aire acondicionado). (Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2008).

Tabla 44 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en mototaxis

MOTO TAXIS						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	22 362.49	5026.59	398.93	843.55	0.03	94.05
EN RUTA DÍA	172 618.4	36 542.45	4934.91	6051.04	19.82	1053.89
TOTAL DÍA	194 980.89	41 569.04	5333.83	6894.59	19.85	1147.94

Elaboración propia.

Tabla 45 Modificación del BIN en mototaxi

NUEVO BIN MOTO TAXI	NUEVO % BIN	VELOCIDAD PROM.
13	33.34	20
14	33.33	
16	33.33	

Elaboración propia.

Nota: La Tabla 45 contiene los datos con los que se modificó el llenado de localidad del software IVE MODEL.

Se optó por realizar este modelamiento en las mototaxis considerando que son el mayor número de vehículos en el parque vehicular y porque a través de la inspección ocular en campo, se apreció que tienen una gran oferta a los pobladores y están fiscalizados por la municipalidad; además presentan un desorden vehicular y tráfico en el área de estudio ocasionado por ellos.

Las mototaxis se encuentran en el segundo puesto con mayor emisión de CO, seguida de los automóviles. Con la propuesta de aplicar paraderos se reduciría las emisiones de CO calculadas en ruta.

La principal fuente de producción de CO es la combustión de máquinas, fundamentalmente automóviles. (Cedeño Malvar, 2010)

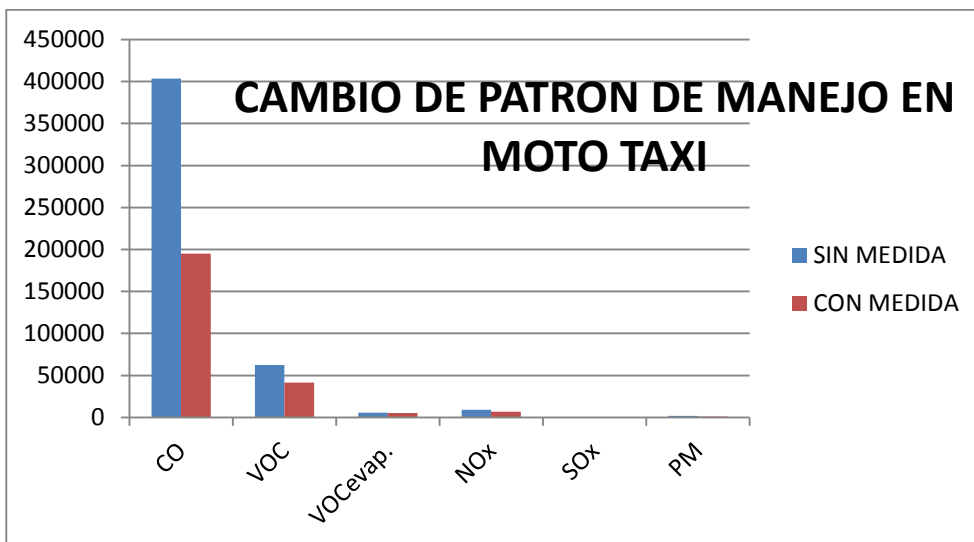


Figura 15 Resultado en gr/día de cambio de patrón de manejo en las mototaxis. Elaboración propia.

Con la aplicación de esta medida se observa una reducción en la concentración de las emisiones de contaminantes criterio, para el caso de CO, se reduce en un 50 %, el material particulado en un 40 %, el SO_x en un 8 % y el NO_x en un 24 %.

Tabla 46 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en automóviles

AUTOMÓVIL						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	71 883.59	4811.45	890.63	2303.52	0.17	15.06
EN RUTA DÍA	3 175 477.63	32 983.78	1726.71	47769.68	43.91	511.52
TOTAL DÍA	3 247 361.23	37795.23	2617.34	50073.2	44.08	526.58

Elaboración propia.

Tabla 47 Modificación del BIN en Automóvil

NUEVO BIN MOTO TAXI	NUEVO % BIN	VELOCIDAD PROM.
0	33.33	27.26
39	66.67	

Elaboración propia

Nota: La Tabla 47 contiene los datos con los que se modificó el llenado de localidad del software IVE MODEL.

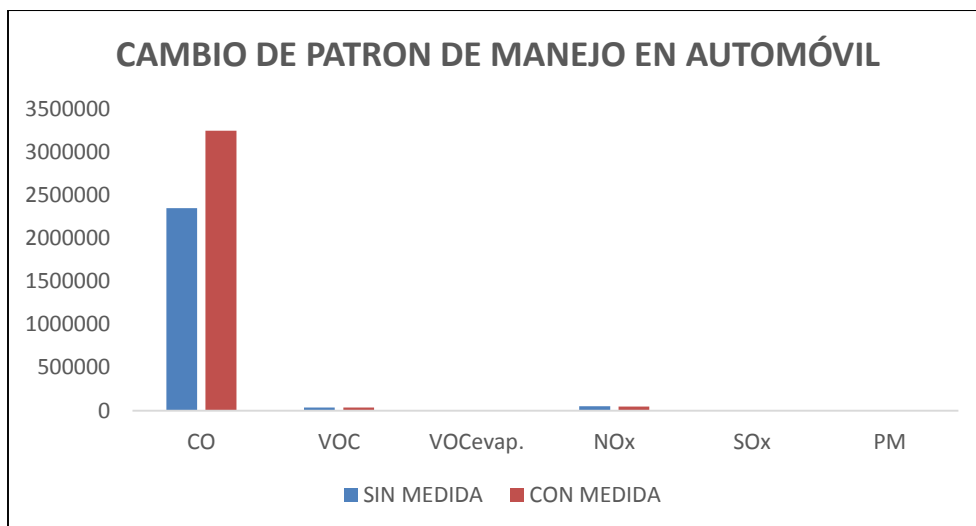


Figura 16 Resultado en gr/día de cambio de patrón de manejo en automóvil. Elaboración propia.

En la figura 16, se observa que con una velocidad promedio de 27 km/hora y los BIN mencionados líneas arriba, no se reducen los contaminantes que principalmente afectan a la salud.

Tabla 48 Resultado en gr/día de Cambio de patrones de manejo en moto lineal

MOTOLINEAL						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	508.36	123.61	4.94	18.74	0	1.71
EN RUTA DÍA	793.15	203.84	94.43	4.6	0.11	3.44
TOTAL DÍA	1301.51	327.45	99.37	23.34	0.11	5.15

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL. Se modificarán los datos de velocidad y del BIN por los siguientes datos

respectivamente: para la velocidad 25.77 km/hora; para el BIN “0” un porcentaje de 33.33 % y para el BIN “4” un porcentaje de 66.67 %

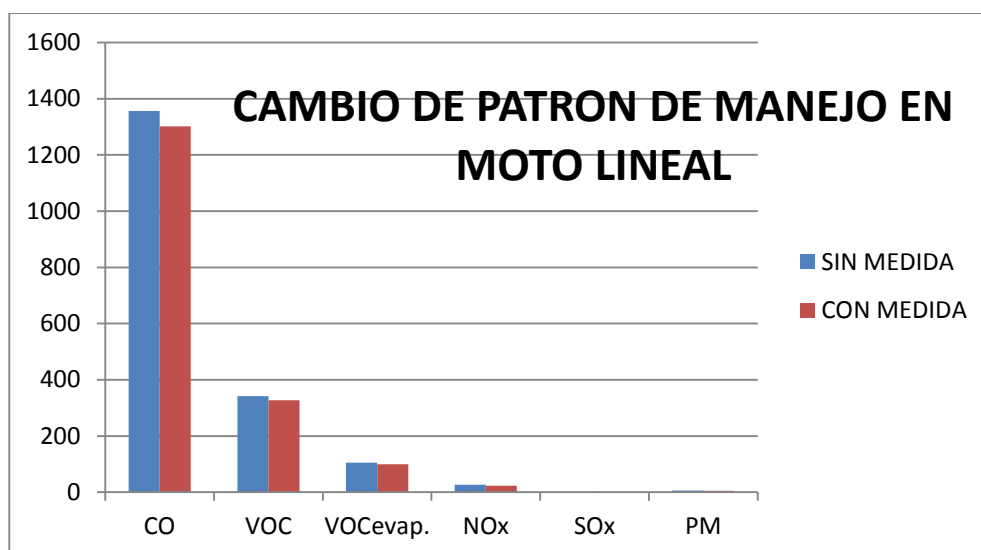


Figura 17: Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en moto lineal. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en las motos lineales disminuyen las emisiones de los contaminantes criterio entre un rango de 4 – 13 %.

Tabla 49 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta panel/rural

Camioneta panel/rural						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	803.26	257.25	0	29.29	0.03	312.26
EN RUTA DÍA	1558.46	1165.09	0	2090.1	5.22	1118.49
TOTAL DÍA	2361.72	1422.34	0	2119.39	5.25	1430.74

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL solo se modificará la velocidad por que el porcentaje del BIN se mantiene igual y la velocidad cambia a 21.33 km/horas.

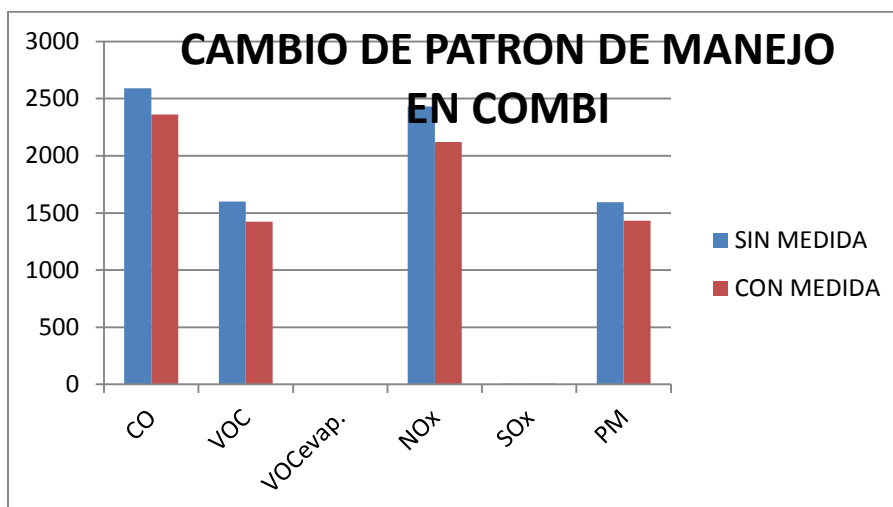


Figura 18 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta panel/rural. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en las camioneta panel/rural, reducen las emisiones de contaminantes criterio en un rango de 8 – 13 %, si bien no es significativo, presenta un cambio al aplicar la medida administrativa.

Tabla 50 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta

CAMIONETA						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	2364.23	203.64	15.88	62.86	0.01	36.2
EN RUTA DÍA	6229.78	1458.28	142.26	476.23	1.31	184.95
TOTAL DÍA	8594.01	1661.92	158.14	539.09	1.32	221.15

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL. Se modificarán los datos de velocidad y del BIN, por los siguientes datos respectivamente: para la velocidad 25.63 km/hora; para el BIN “3” y “2” un porcentaje de 33.33 % y para el BIN “4” un porcentaje de 33.34 %

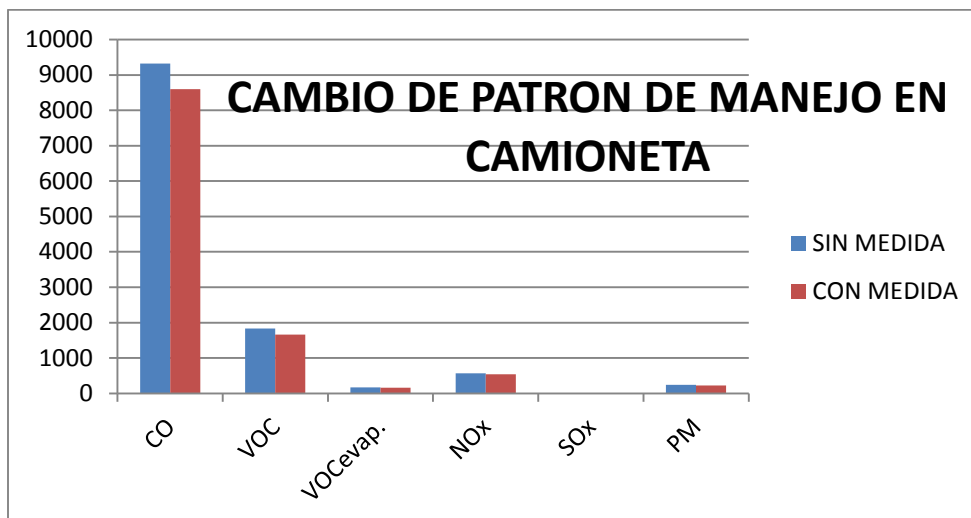


Figura 19 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camioneta. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en las camionetas, reducen las emisiones de contaminantes criterio en un rango de 5 – 19 %, si bien no es significativo, presenta un cambio al aplicar la medida administrativa.

Tabla 51 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en Camión < 5 ton

CAMIÓN <5TON						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	329.05	31.44	1.99	7.01	0	10
EN RUTA DÍA	1661.67	410.73	29.1	286.38	0.71	111.7
TOTAL DÍA	1990.72	442.17	31.09	293.39	0.71	121.7

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL. Se modificarán los datos de velocidad y del BIN, por los siguientes datos respectivamente: para velocidad 25.25 km/horas y para Los BIN “0”, “11” y “21” un porcentaje de 33.33 % para cada BIN.

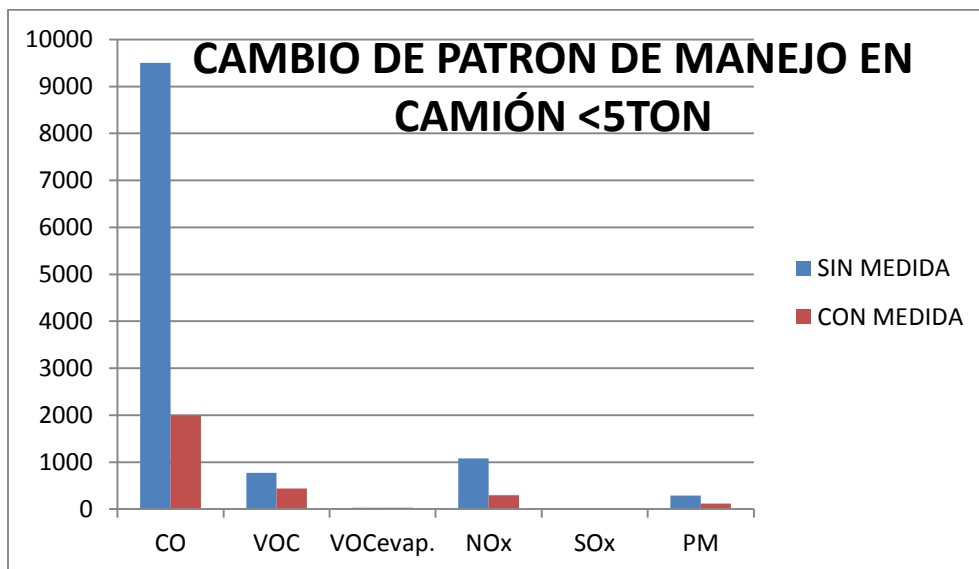


Figura 20 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en Camión < 5 ton. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en las camionetas panel/rural reducen las emisiones de contaminantes criterio.

Tabla 52 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en couster

COUSTER						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	28.66	9.58	0	1.04	0	12.64
EN RUTA DÍA	456.37	449.28	0	625.44	1.67	371.56
TOTAL DÍA	485.03	458.86	0	626.48	1.67	384.2

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL se modificará la velocidad a 21.67 km/horas y se cambiará el BIN a “7” y “8” con un porcentaje de 33.33 % y “11” con un porcentaje de 33.34 %.

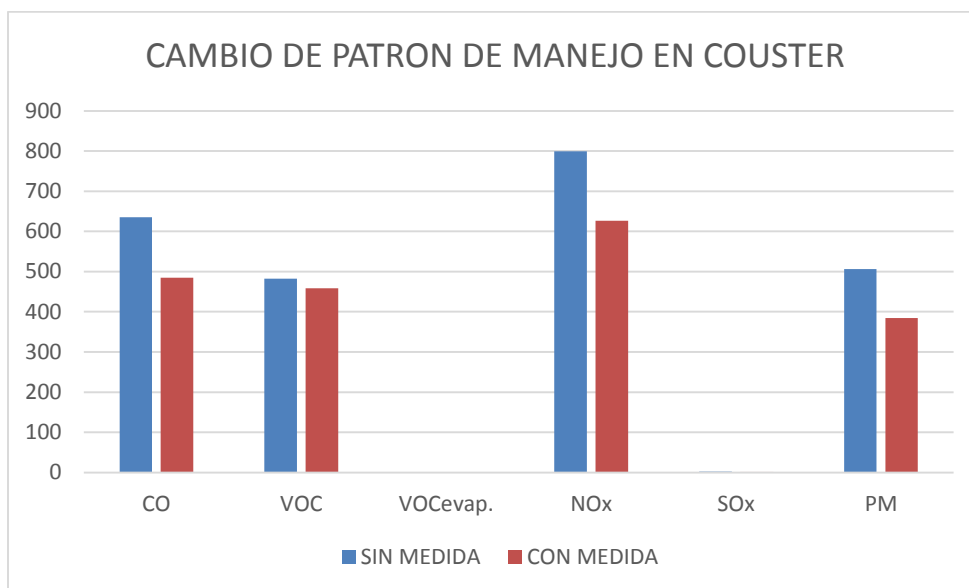


Figura 21 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en couster. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en las couster reducen las emisiones de contaminantes criterio, para el caso de CO en un 24 %, el VOC en un 5 %, el NO_x en un 2 %, el SO_x en un 33.20 % y el PM₁₀ en un 24 %.

Tabla 53 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en ómnibus

OMNIBUS						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	756.35	6.75	59.3	49.89	0	0.43
EN RUTA DÍA	2 501 683.68	1751.16	2074.93	14 989.63	5.73	180.46
TOTAL DÍA	2 502 440.03	1757.91	2134.23	15 039.52	5.73	180.89

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL. Se modificarán los datos de velocidad y del BIN, por los siguientes: para velocidad 25.63 km/horas y para Los BIN “3”, “39” y “2” un porcentaje de 33.33% para cada BIN.

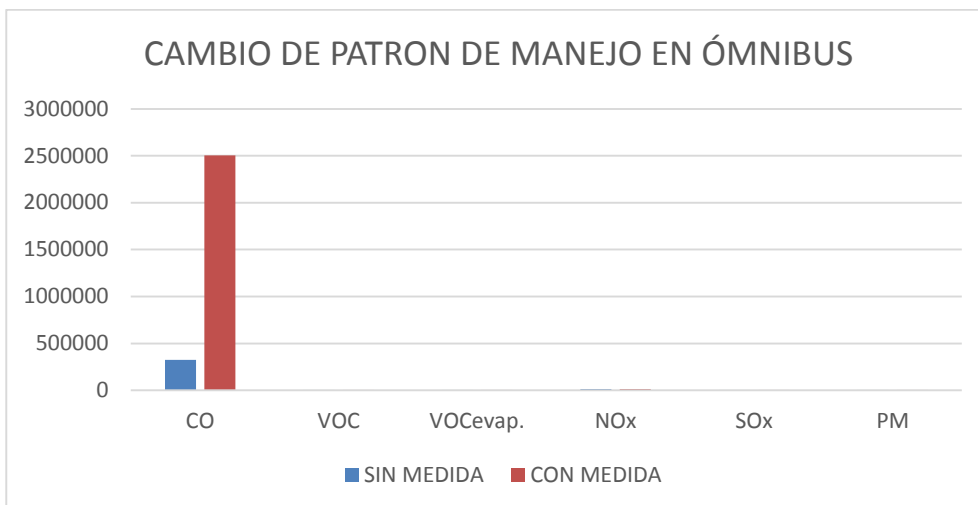


Figura 22 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en ómnibus. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en los ómnibus, aumenta las emisiones de contaminantes criterio CO, VOC, SO_x y PM₁₀ y reduce las emisiones de VOC_{evap} y NO_x.

Tabla 54 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camión

CAMIÓN						
RESULTADOS (GRAMOS)	CO	VOC	VOC _{evap.}	NO _x	SO _x	PM ₁₀
PARTIDAS DÍA	4.65	1.56	0	0.17	0	2.08
EN RUTA DÍA	146.41	40.46	0	175.11	0.52	121.02
TOTAL DÍA	151.06	42.02	0	175.28	0.52	123.1

Elaboración propia.

Nota: En el llenado de localidad del software IVE MODEL. Se modificarán los datos de velocidad y del BIN, por los siguientes: para velocidad 23.17 km/horas y para Los BIN “10”, “39” y “16” un porcentaje de 33.33 % para cada BIN.

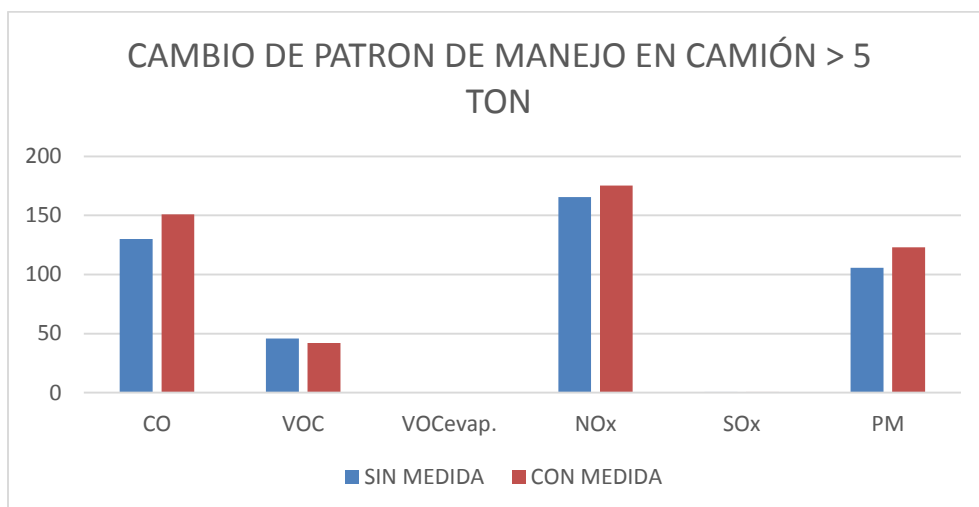


Figura 23 Resultado en gr/día de cambio de patrones de manejo en camión. Elaboración propia.

El cambio de patrón de manejo en los ómnibus, aumentan las emisiones de contaminantes criterio en un 4 – 16 %.

6.3.4. CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS

En la siguiente Tabla se presenta el consolidado de las siguientes estimaciones:

- Estimación de resultados de escenario patrón de manejo – resultados (gramos/día).
- Estimación de resultados de escenario cambio de combustible – resultados (gramos/día).
- Estimación de resultados de escenario cambio de flota vehicular – resultados (gramos/día).

ESTIMACIÓN DE ESCENARIO PATRON DE MANEJO - RESULTADOS (Gramos/día)

CATEGORÍA	VEHÍCULOS	CO		VOC		VOC _{evap.}		NO _x		SO _x		PM ₁₀	
		SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA
I	Mototaxi	403 573.54	194 980.89	62 623.22	41 569.04	5606.18	5333.83	9110.41	6894.59	26.2	19.85	1923.89	1147.94
	Automóvil	2 348 300.21	3 247 361.22	35 839.74	37 795.23	2737.92	2617.34	53 835.4	50 073.2	42.95	44.08	379.61	526.58
	Moto lineal	1356.22	1301.51	341.51	327.45	105.04	99.37	26.9	23.34	0.12	0.11	5.5	5.15
II	Camioneta	9319.48	8594.01	1831.06	1661.92	172.46	158.14	570.48	539.09	1.63	1.32	244.91	221.15
	camioneta panel/rural	2590.31	2361.72	1599.11	1422.34	0	0	2431.12	2119.39	6.01	5.25	1594.8	1430.74
	Camión < 5 ton	9500.32	1990.72	770.72	442.17	33.23	31.09	1082.3	293.39	2.15	0.71	289.26	121.7
III	Camión > 5 ton	130.14	151.06	45.89	42.02	0	0	165.7	175.28	0.49	0.52	105.81	123.1
	Couster	635.3	485.03	482.48	458.86	0	0	799.08	626.48	2.5	1.67	506.55	384.2
	Ómnibus	324 553.26	2 502 440.03	555.42	1757.91	2147.53	2134.23	15 421.2	15 039.52	4.68	5.73	42.14	180.89

ESTIMACIÓN DE ESCENARIO CAMBIO DE COMBUSTIBLE - RESULTADOS (Gramos/día)

CATEGORÍA	VEHÍCULOS	CO		VOC		VOC _{evap.}		NO _x		SO _x		PM ₁₀	
		SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA
I	Mototaxi	403 573.54	138 735.39	62 623.22	2842.02	5606.18	5606.17	9110.41	5996.02	26.2	4.49	1923.89	141.44
II	camioneta panel/rural	2590.31	37 436.12	1599.11	223.47	0	1428.82	2431.12	2629.13	6.01	1.53	1594.8	1.32
III	Couster	635.3	11 663.43	482.48	67.85	0	550.75	799.08	849.1	2.5	0.64	506.55	3.74

ESTIMACIÓN DE ESCENARIO PATRON DE MANEJO - RESULTADOS (Gramos/día)

CATEGORÍA	VEHÍCULOS	CO		VOC		VOC _{evap.}		NO _x		SO _x		PM ₁₀	
		SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA	SIN MEDIDA	CON MEDIDA
III	Camión > 5 ton	130.14	102.31	45.89	27.49	0	0	165.7	134.51	0.49	0.5	105.81	37.71

Elaboración propia.

Nota: "Cat" es abreviatura de la palabra "categoría".

VII. DISCUSIÓN

La ubicación del área de Estudio ha servido para poder estimar la emisión de contaminantes criterio de manera local y específica. Si bien el tramo de ruta es de 1.7 kilómetros, se puede identificar las variables que afectan más al aumento de emisiones de contaminantes criterio (CO, VOC, NO_x, SO_x y PM₁₀).

Las arterias principales que cruzan la av. Revolución en el sector 2, son la av. Cesar Vallejo y la av. El sol, optando por realizar el aforo en el primer cruce, debido a que hay mayor dirección de entrada de los vehículos hacia la ruta de estudio.

El tamaño de muestra para las categorías vehiculares fue procesado de manera estadística descriptiva, en diversos estudios internacionales sujetos al proyecto IVE, no determinan un tamaño de muestra estándar ni una metodología propia. Para este caso, se optó por un tamaño de muestra estadístico para desarrollar la parte de aplicación de lista de verificación y un criterio propio para la recolección de información de los patrones de conducción y procesarlos en la hoja de cálculo de acuerdo al promedio de aceleraciones.

El patrón de conducción fue obtenido grabando las aceleraciones en la ruta de estudio, la velocidad promedio mayor resultó ser el de los ómnibus y automóviles, y la menor de los couster y camioneta panel/rural, ya que realizan más paradas en el transcurso del recorrido.

En el reciente estudio realizado por el ICCT (2016) se manifiesta la preocupación de la refinería peruana por cumplir con los estándares y especificaciones técnicas del combustible con respecto al azufre, sin embargo, pese a las importaciones de barriles de combustible para amenorar el porcentaje de azufre (diésel y gasolina) a nivel nacional, solo se limita a controlarse en ciertos lugares. A través de esta investigación se determinó que el primer aportante de SO_x a la atmósfera son los automóviles dentro del área de estudio.

De acuerdo con el Decreto Ministerial N°139-2012-MEM-DM, se prohibió vender diésel con niveles de azufre por encima 50 ppm en Lima, Arequipa, Cusco, Puno y

Madre de Dios; en el caso de Callao, 120 días después de su firma el 16 de marzo 2012 (Galarza & Malins, 2016).

El Ministerio del Ambiente con el fin de proteger los recursos naturales y el ambiente, propone en su Plan Bicentenario hacia el Perú 2021 contar con porcentaje de ciudades prioritarias con valores anuales de PM_{10} que cumplan los ECA. (SINIA, 2012).

El PM_{10} es un parámetro de interés en la investigación debido a que se aproxima a superar el ECA aire a comparación de los otros parámetros. El aporte de este contaminante criterio se puede observar en la tabla N° 56 proveniente de una fuente fija cercana al área de estudio, Cementos Lima S.A.A. y la otra de las fuentes móviles obtenidas de los vehículos; cabe mencionar que el aporte de las emisiones de los vehículos es menor al de las emisiones de las fuentes fijas, sin embargo, igual debe ser considerado para la evaluación de la calidad del aire por los antecedentes de los valores reportados de la calidad del aire.

Se realizó un monitoreo de la calidad del aire en las instalaciones de Cementos (Tanques de Combustible) Lima S.A.A. de los parámetros PM_{10} , CO, NO_2 , SO_2 del 25 al 26 de abril 2012, presentando las siguientes emisiones: PM_{10} un valor de $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas), CO un valor de $2779 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (máximo promedio 8 horas), NO_2 un valor de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio horario) y SO_2 un valor de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas) (Cementos Lima S.A.A., 2012); por otro lado, a los alrededores de las instalaciones de la plantas se encontraron valores de material particulado menor a 10 micras entre 67 a $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas), dándose que la diferencia no es amplia y este parámetro genera una atención para ser reducido (MINAM - OEFA, 2014).

La estimación del inventario de emisiones de contaminantes criterio señala al automóvil como mayor fuente de contaminación y aportante de estos contaminantes. Asimismo en el sector 2 de Villa El Salvador se presenta una sobre oferta de estas unidades, ya que en el aforo de 4 horas, este vehículo se encuentra en segundo lugar con mayor población. Las motos lineales, por otro lado

representan un mínimo de aporte de contaminantes criterio a la estimación del inventario.

El automóvil es el que más CO emite en el área de estudio y se relaciona con la antigüedad del parque automotor que ha recorrido más de 191 mil kilómetros (90%).

Las mototaxis son las que mayor VOC emiten, asociando que el 60% de la flota de esta categoría vehicular utiliza gasolina y no tiene protección contra vapores.

La flota de ómnibus emite una baja cantidad de material particulado, debido a que utilizan como combustible el gas natural, este resultado también se ha observado mediante otros estudios en los cuales evalúan la emisión de contaminante por tipo de combustible, y dan responsabilidad principal de las emisiones de NO_x y PM al diésel (Toro-Gómez & Qinceno Rendón, 2015).

Otro factor en los ómnibus que hace que no incremente sus emisiones de los contaminantes criterio es que realizan menos paradas en la ruta porque tienen definidos los paraderos y porque necesitan de espacios amplios para estacionarse, ya que cuando se detiene el vehículo y acelera, quema más combustible.

La aplicación de cambio de patrón de manejo reduce todas las emisiones de contaminantes criterio proveniente de la moto lineal, mototaxis, camioneta panel/rural, camioneta, couster y camión < 5 ton; sin embargo las otras 3 categorías no se reducen.

Con la aplicación de la medida cambio de patrón de manejo se reduce el 20 % de las emisiones de material particulado en el área de estudio, la mayor representatividad se da en la flota de mototaxis que reducen un 40 % de sus emisiones de PM.

Con el cambio de combustible a gas natural vehicular se reducen el 96 % de emisiones de PM del total de las categorías aplicadas y también reduce el SO_x; sin embargo, aumentan las emisiones de los otros contaminantes criterio, relacionando este efecto a que las camioneta panel/rural o couster no tiene protección contra vapores.

La renovación de flota vehicular es una medida que produce resultados muy buenos para la reducción de contaminantes criterio en general, observándose los resultados en el presente estudio. En el Perú se emitió una normativa para poder renovar los vehículos de categoría M1 (Decreto Supremo N° 028-2011-MTC Aprueban el Reglamento del “Programa para la Renovación del Parque Automotor”), sin embargo se debería reportar un informe de su éxito, para considerar si sería conveniente la aplicación como política la renovación de camiones > 5 Ton.

Otra medida correctiva para hacer eficiente la reducción de emisión de contaminantes criterio, y acercándose más a la realidad de la situación del lugar y conductores, es la gestión de ubicación de paraderos y liberación de las rutas de tránsito vehicular para facilitar el desplazamiento. Esta medida se observa a partir de los cambios en los patrones de manejo, en la cual se evidencia una reducción apreciable de la emisión de los contaminantes en la categoría I.

El cambio de patrones de manejo consistió en modelar las velocidades y que la variación de estas no sea marcada, asimismo se desacelere y acelere progresivamente; ya que el vehículo puede aprovechar en avanzar con el impulso de la aceleración y continuar su ruta constantemente, así evitar el consumo innecesario de combustible. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2005). Esto ocurre porque en los sistemas electrónicos de control de la alimentación del motor detectan si, con una velocidad engranada, el conductor está acelerando o no. Si no se pisa el acelerador, el sistema entenderá que no hay necesidad de inyectar combustible en la cámara de explosión, y entonces cortará la alimentación, por lo que el gasto es prácticamente nulo; de modo que, si se pone en marcha y no pisa el acelerador y el vehículo avanza, por la inercia de la velocidad que arrastraba antes o por la inclinación del firme, el consumo es menor que cuando el motor se encuentra al ralentí. Pero si en esta misma situación, se pisa el acelerador, el consumo sería superior al necesario para mantener el motor al ralentí.

El cambio de hábito puede ahorrar combustible como por ejemplo: conducir correctamente y evitar frenadas y partidas bruscas, reduciendo el uso de combustible en un 10 – 15%. Los recorridos cortos realizados después de un

arranque en frío, pueden usar el doble de combustible que un viaje de la misma distancia con paradas múltiples y un motor caliente; resultando mejor mantener una fluidez de circulación y no exceder más de 100 km/hora porque el consumo se multiplicaría. Por último, medirse en el uso de los equipos auxiliares del vehículo también ayuda a ahorrar combustible (aire acondicionado) (Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2008).

Tabla 56 Emisiones de material particulado y gases en la planta de Cementos Lima S.A.A. - 2012

PROCESO	CHIMENEA	CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE PM (mg/ m ³)	CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE PM (kg/h)	EMISIONES DE SO ₂ (mg/Nm ³)	EMISIONES DE NO _x (mg/N m ³)	EMISIONES DE CO (mg/N m ³)
Horno II –L2	Filtro de Manga 2	7.7	3.84	1618.35	310.35	271.67
	Filtro de Manga 1.	10.3	5.7	1624.68	665.29	105.69
Promedio semestral de emisiones del proceso Horno II- L2		9**	-	1621.58*	487.82*	188.68*
Enfriador de Clinker – L2	EC 3	27.1	26.2	-	-	-
Horno I – L1	Filtro de mangas (FM3)	31.5	26.1	1270.25	904.28	432.64
Enfriador de Clinker – L1	EC	2476.7	753.9	-	-	-
Molino de Carbón	Planta 1	48.3	3.89	277	97.33	32.72
	Planta 2	7.93	0.54	72.6	188.14	57.08
Molienda de crudo, Clinker y Cemento	Prensa de crudo 2	11.8	0.81	-	-	-
	Prensa de Clinker 2	8.76	0.54	-	-	-

Fuente: Cementos Lima S.A.A (2012).

Nota: (*) Promedio considerando el promedio ponderado del Anexo 3 del D.S. N° 003-2002-PRODUCE. (**) Promedio anual.

Tabla 57 Emisiones de material particulado de la planta de Cementos Lima S.A.A y fuentes móviles

APORTE DE LAS EMISIONES EN FUENTES MÓVILES Y FIJAS	CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE PM (Kg/día*)
Planta Cementos Lima S.A.A.	19716.48
vehículos en el área de estudio	5.09

Fuente: Elaboración propia y Cementos Lima S.A.A. (2012)

Nota: (*) día está referido en base a la cantidad de horas promedio de funcionamiento de los vehículos dentro del área de estudio.

VIII. CONCLUSIONES

Anteriores estudios sobre la contaminación atmosférica han sido realizados con el Proyecto IVE, como el PISA y PISA II por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, el mismo IVE MODEL: Metodología, Mediciones y simulación de las emisiones de fuentes móviles en la ciudad de Lima – Perú, por la Universidad nacional Mayor de San Marcos; entre otros usos locales. El presente investigación servirá como referencia para evaluar el efecto y tendencias de las medidas aplicadas con la finalidad de mitigar la contaminación atmosférica.

Se estimaron las emisiones de los contaminantes criterio resultando un total de 3099.96 kg/día de CO, 114.88 kg/día de VOC, 83.44 kg/día de NO_x, 0.086 kg/día de SO_x y 5.092 kg/día de PM₁₀.

El mayor aportador de emisiones de PM₁₀ dentro de la categoría I son las mototaxis con un 83 %, seguido por las camionetas panel/rural con un 75 % dentro de la Categoría II y por último las couster con 77 % respecto a la categoría III.

El parque automotor que emite mayor material particulado son las mototaxis y camioneta panel/rural, esta última tiene recirculación de gases de escape pero no protección contra vapores, utilizan además un combustible más pesado (diésel) y es el tercer parque automotor más numeroso. La asignación de mayor emisión de material particulado a las mototaxis se debe a que tienen mayores partidas en ruta a comparación de las otras flotas vehiculares.

La subcategoría que emite mayor compuesto orgánico volátil son las mototaxis habiendo una relación que más del 60% de estas, utiliza gasolina y no cuenta con protección contra vapores; en segundo lugar están los automóviles que emiten un 34% al total de emisiones de VOC en el área de estudio, conformando estas dos subcategorías un aporte de emisiones de VOC de más del 90%; cabe mencionar que las mototaxis conformar el mayor parque vehicular en la zona de estudio.

Las mototaxis y los automóviles son los que emiten más CO relacionándolo a que en ambas predominan el uso de gasolina y suman el 70% de la flota vehicular en el

área de estudio; y que la antigüedad del parque automotor del automóvil en promedio es de 13 años.

Con el cambio de combustible y cambio de patrón de manejo los mototaxis reducen sus emisiones de manera significativa.

La pendiente es una de las variables que afecta en el aumento de las emisiones de CO y VOC; variables que están directamente relacionadas a los patrones de manejo.

En el escenario de renovación de flota de camiones > 5 ton se reduce un 21 % en emisiones de CO, 40 % en VOC, 18 % en NO_x y 64 % en PM₁₀, siendo una medida administrativa efectiva. La comercialización de chatarra de vehículos debería proponerse para aquellos que funcionen con diésel y sean más pesados, asimismo reportar un informe de evaluación de la aprobación por los conductores.

Respecto a la calidad de aire de Villa María del Triunfo, sector cercano al área de estudio, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, reportó valores entre 67 a 133 µg/m³ (24 horas) de PM₁₀; asimismo, otros reportes de esta entidad reflejan valores similares para este parámetro, superando el ECA Aire 100 µg/m³; reflejando la influencia de las emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles y de área, interactuando con el ambiente (MINAM - OEFA, 2014). Cabe mencionar que el aporte de las emisiones de contaminantes criterio proveniente de Cementos Lima S.A.A. (fuentes fijas) no superan el límite máximo permisible del sector industria.

A la fecha, no se cuenta con una línea base de la calidad del aire en el área de estudio, ni de las emisiones de fuentes móviles y fijas, por lo que no se puede calcular la aportación de las emisiones del parque vehicular en el área de estudio.

El parámetro PM₁₀ debe considerarse dentro los principales objetivos cuando se presente un lineamiento para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos (gaseosas y partículas) en el distrito de Villa El Salvador, ya que se relaciona con la calidad de aire que se encuentra en el área de estudio.

La medida más viable para reducir las emisiones de material particulado es la aplicación del escenario cambio de patrón de manejo, debido a que reducen un 20% de emisiones de PM, y no tiene una reacción adversa frente a la transformación de los compuestos emitidos una vez que interactúen con los factores ambientales, como es el caso del componente CO que aumenta al aplicar el escenario “Cambio de combustible a GNV” y este con la humedad, rayos solares se vuelven más perjudicial.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar la medida “Cambio de patrón de manejo” si se desea reducir las emisiones de NOx generadas por las fuentes móviles vehiculares.

Se recomienda realizar estudios localizados a fin de magnificarlos y evaluar en conjunto soluciones encaminadas hacia la disminución de niveles de emisión de contaminantes, considerando en todo momento la realidad de la zona y la economía.

Considerar la investigación como un piloto para replicarlo en otras avenidas principales con el fin de levantar información y elaborar herramientas de gestión local para la calidad del aire.

Implementar paraderos que permitan un tránsito más despejado en las avenidas principales; Se recomienda realizar un trazo en la Av. Revolución al lado derecho a fin de que se pueda ubicar las áreas de sobre paro y no interrumpir el paso libre, esto dado que al acelerar y desacelerar se genera mayor emisión de contaminantes.

En la ruta de la Av. Revolución se encuentran ubicados varios centros comerciales, los cuales evitan el tránsito libre en la vía. Se recomienda implementar estos cuatro paraderos indicados en el Anexo 5, a fin de que el hábito de los conductores cambien y además el tránsito sea más fluido y se aplique una velocidad constantes con menos arranques y partidas (estos paraderos son recomendados con la finalidad de que sirvan para descarga de pasajeros mas no para espera de clientes).

Realizar un estudio de la dinámica del crecimiento de las unidades de mototaxis y el aspecto social de su desarrollo para evaluar la viabilidad de aplicar la medida administrativa más efectiva.

Se recomienda proponer dentro de los requisitos de obtención de la licencia de conducir, el tema de educación para la correcta conducción de vehículos, ya que se puede demostrar los beneficios ambientales y económicos si el conductor tiene buenos hábitos de manejo.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental. (2008). *Plan Estratégico 2008 - 2012*. Buenos Aires: Baykhana Estudio.
- Arciniégas Suárez, C. A. (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. *Revista Luna Azul*, 195-213.
- Área Metropolitana Valle de Aburrá. (2012). *Inventario de emisiones atmosféricas del valle de Aburrá, año base 2011*. Colombia: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Banco Mundial. (Mayo de 2007). *Análisis Ambiental del Perú: Retos para un Desarrollo Sostenible*. Washington D.C., Estados Unidos de Norteamérica: Banco Mundial Perú.
- Blumberg, K. O., Walsh, M. P., & Pera, C. (2003). *Low-sulfur gasoline and diesel: The key to lower vehicle emissions*. Napa: The International Council on Clean Transportation (ICCT).
- Blumberg, K., Wals, M., & Pera, C. (2003). *Gasolina y Diésel de Bajo Azufre: Clave para Disminuir Las Emisiones Vehiculares*. California: Fundación HEWLETT.
- Cantor Quiñones, L. (2012). *Evaluación de los inventarios de emisiones de fuentes móviles de Bogotá mediante datos de la red de calidad de aire*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Cedeño Malvar, J. d. (2010). *Exposición Ambiental a Monóxido de Carbono en Trabajadores del Terminal de Pasajeros de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar*. Bolívar: Universidad de Oriente.
- Cementos Lima S.A.A. (2012). *Primer Informe Semestral – 2012 Monitoreo de Emisiones Gaseosas y Material Particulado Planta Industrial Atocongo - UNACEM S.A.A. (Cementos Lima S.A.A.)*. Lima: SGS del Perú S.A.C.
- CEMENTOS LIMA S.A.A. – UNACEM S.A.A. (2012). *Programa de monitoreo de calidad de aire, Canteras y Planta Industrial Atocongo, Puntos especiales (Primer Informe Semestral – 2012) CEMENTOS LIMA S.A.A. – UNACEM S.A.A.* Lima: Nakaruma Consultores.

- Cementos Lima S.A.A. (2012). *Programa de Monitoreo Ambiental Tanques de Combustible (Primer Informe Semestral – 2012)* . Lima: Nakaruma Consultores.
- Centro Mario Molina Chile. (2011). *Plan de acción para combustibles y vehículos más limpios en Paraguay*. Paraguay: Partnership for Clean Fuels and Vehicles (PCFV).
- Centro Regional de Información sobre Desastres. (30 de Mayo de 2016). *OSMAN*. Obtenido de <http://www.osman.es/ficha/12747>
- CHALLENGERAG. (2010). *www.challengerag.com.ar*. Recuperado el 05 de marzo de 2015, de http://www.challengerag.com.ar/ventas/servicios/manuales/Cosechadoras/CH_660_670_Parte6.pdf
- Colectivo Ecologista Jalisco A.C. (2012). *Colectivo Ecologista Jalisco A.C.* Recuperado el 6 de marzo de 2015, de <http://airedecalidad.org/calidad-del-aire>
- Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio Lima-Callao. (Diciembre de 2010). *II Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima - Callao 2011-2015*. Lima - Callao, Perú: Ministerio de Vivienda.
- Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao. (2004). *I Plan integral de saneamiento atmosférico para Lima - Callao 2005-2010*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria. (13 de junio de 2016). *Xunta de Galicia*. Obtenido de <http://www.edu.xunta.es/centros/cifpsomeso/system/files/ANALISIS+DE+GASES.pdf>
- COPEC. (2013 de Octubre de 2013). *COPEC*. Recuperado el 12 de Marzo de 2015, de <http://ww2.copec.cl/combustibles/posts/como-ahorrar-combustible>
- Dávila Pizón, C., Rojas Pérez, A., & Rojas Roa, N. (7 de Noviembre de 2013). Estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles en el tramo vial Bogotá-Facatativá (Cundinamarca). *REVISTA ÉPSILON*, N°21, 157-172.
- Economopoulos, A. (2002). *Evaluación de fuentes de contaminación del aire*. Ginebra: OPS/OMS.

- EPA US Environmental Protection Agency. (30 de Mayo de 2016). *EPA US Environmental Protection Agency*. Obtenido de <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>
- Escobar, D. (18 de febrero de 2013). *Piensa en Motores*. Recuperado el 7 de marzo de 2015, de <http://piensaenmotores.blogspot.com/2013/02/mayor-cilindraje-ya-no-equivale-mayor.html>
- Galarza, S., & Malins, C. (2016). *Case study: Adoption of low-sulfur fuel standards in Peru*. NAPA: The International Council on Clean Transportation (ICCT).
- Giraldo Amaya, L. (2005). *Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes*. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.
- Hilario Román, N., & Lovera Dávila, D. (junio de 2011). Estimación de emisiones contaminantes de las fuentes móviles en la ciudad minera de Pasco empleando el modelo IVE. *Revista del Instituto de Investigación*, 14(27), 113-119.
- INECC. (2007). *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares*. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- INECC. (5 de Julio de 2013). *inecc.gob.mx*. Recuperado el 21 de febrero de 2015, de <http://www.inecc.gob.mx/calair-indicadores/523-calair-cont-criterio>
- INEI. (30 de Junio de 2017). *INEI*. Obtenido de <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>
- Instituto Metropolitano Protransporte de Lima. (30 de junio de 2017). *PROTRANSPORTE*. Recuperado el 13 de marzo de 2015, de http://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/2012/corredor_tpm_este_oes te.pdf
- Instituto Nacional de Ecología. (2009). *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*. México D.F.: INE - SEMARNAT.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2005). *Combustibles y Vehículos alternativos*. Londres: TREATISE.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2005). *Combustibles y Vehículos alternativos*. España: TREATISE.

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2005). *Manual de Conducción Eficiente para conductores de vehículos Industriales*. Madrid: IDAE.
- International Vehicle Emissions Model. (2004). *ISSR*. Recuperado el 12 de marzo de 2015, de <http://www.issrc.org/ive/>
- ISSRC, GSSR, & UCHILE. (2004). *Lima Vehicle Activity Study*. Lima: International Vehicle Emissions Model.
- LAMSAC. (2015). *Informe anual de monitoreo ambiental y social - Vía Expresa Línea Amarilla*. Lima: LAMSAC.
- Lents, J., Davis, N., Nikkila, N., & Osses, M. (2004). *Lima Vehicle Activity Study*. Lima: International Vehicle Emissions Model .
- Londoño, J., Correa, M., & Palacios, C. (2011). Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia. *Revista EIA*, 149-162.
- López Rojas, S. Á. (2008). *Consideraciones Técnicas y Económicas de Vehículos a Gas Natural*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lovera, D., Osses, M., Nikila, N., Nuñez, D., Valentín, L., Mayor, G., . . . Vera, S. (2004). Modelo IVE: Metodología, mediciones y simulación de las emisiones de fuentes móviles en la ciudad de Lima - Perú. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 92-99.
- Martinez, I. (1992). Termodinámica básica y aplicada. En I. Matinez, *Termodinámica básica y aplicada* (págs. 364-369). Madrid: DOSSAT.
- MASIL consultora. (06 de junio de 2016). *IngenieroAmbiental.com*. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=1065>
- Matsumoto, Y. &. (2014). Evaluation of providing recommended speed for reducing CO2 emissions from vehicles by driving simulator. *ELSEVIER*, 31-40.
- Mészáros, E. (1999). *Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- MINAM . (2014). *Manual para la elaboración de Proyectos Educativos Ambientales*. Lima: MINAM & MINEDU.
- MINAM - OEFA. (2014). *INFORME N°310-2014-OEFA/DE-SDCA en marco del Plan Operativo Institucional 2013*. Lima: OEFA.

- MINAM. (2012). *Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana*. Lima: MINAM.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire*. Bogotá: ISBN.
- Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad. (2008). *Guía N° 15 Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*. Lima: MINEM.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible e Indicadores*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MUNICIPALIDAD DE VILLA EL SALVADOR. (s.f.). *MUNIVES*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de <http://www.munives.gob.pe/VillaElSalvador/Diagnostico/ASPECTO%20AMBIENTAL.pdf>
- Municipalidad Distrital de Villa El Salvador. (2003). *Plan de Gestión Integral de Áreas Verdes*. Lima: Municipalidad Distrital de Villa El Salvador.
- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kyoto: ONU.
- New Jersey Department of Health. (30 de Mayo de 2016). *New Jersey Department of Health - NJ HEALTH*. Obtenido de <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0345sp.pdf>
- OSINERGMIN. (02 de julio de 2017). *OSINERGMIN*. Recuperado el 11 de Abril de 2017, de <http://www2.osinerg.gob.pe/Pagina%20Osinergmin/Gas%20Natural/Contenido/Faq.html>
- PETROPERU. (2008). *petroperu.com.pe*. Recuperado el 21 de febrero de 2015, de <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=444>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (07 de Julio de 2016). *UNEP*. Obtenido de http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/pollutants/vocs.html
- Quiñones Cantor, L. (2012). *Evaluación de los inventarios de emisiones de fuentes móviles de Bogotá mediante datos de la red de calidad de aire*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

- REPSOL. (30 de mayo de 2016). *REPSOL Perú*. Obtenido de https://imagenes.repsol.com/pe_es/FDS-GASOLINA%2090_tcm18-618636.pdf
- Restrepo, A., Izquierdo, S., & López, R. (2007). Estimación de factores que inciden sobre la contaminación ambiental generada por fuentes móviles en Pereira. *Scientia et Technica Año XIII*, 267-272.
- Robledo Martín, J. (2005). Diseños de Muestreo II. *NURE INVESTIGACIÓN*, 1-7.
- Rodríguez, P. &. (enero de 2009). Actualización del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá a través de mediciones directas. *Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (SUR)(MIC 2009-I-27)*, 1-17.
- Sánchez, J. G. (2013). *La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica*. Washington D.C.: Clear Air Institute.
- SENAMHI & Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio. (2008). *calidaddelaire*. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de <http://calidaddelaire.minam.gob.pe/docs/eve/46.pdf>
- Silva, J., Aliaga, R., Ibarra, J., & Aguirre, R. (2014). *Boletín Vigilancia de la Calidad del Aire en Zona Metropolitana de Lima y Callao*. Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- SINIA. (Agosto de 2012). I Curso introductorio para la construcción de indicadores ambientales. Lima, Lima, Perú.
- SINIA. (2014). *Cifras Ambientales 2014*. Lima: MINAM.
- SINIA. (2015). *INDICADORES NACIONALES*. Lima: MINAM.
- Tapia, P. &. (2004). *Construcción y Diseño de una Cámara de Combustión Variable*. Latacunga: Escuela Politécnica del Ejército.
- Toro-Gómez, M. V., & Qinceno Rendón, D. M. (2015). Energy demand and vehicle emissions estimate in Aburra Valley from 2000 to 2010 using LEAP model. *DYNA*, 45 -51.
- TYPSA. (2005). *Estudio de Impacto Ambiental COSAC I*. Lima: Instituto Metropolitano Protransporte de Lima.

- Universidad Politécnica Salesiana. (2007). *DSPACE*. Recuperado el 7 de marzo de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1133/4/CAPITULO%20III.pdf>
- Valdeiglesias Lopez, F. d. (2007). *Estudio de Factibilidad Económica para la Conversión de Vehículos Gasolineros a Gas Licuado de Petróleo*. Lima: Universidad Nacional de ingeniería.
- Valencia-Arroyave, D., Muñoz-Duque, M. A., Ramírez Muñoz, A., Builes Jaramillo, L. A., & Hoyos-Restrepo, C. A. (2015). Modelo para la estimación de emisiones vehiculares como herramienta para la gestión ambiental institucional. *Producción+ Limpia*, 22-29.
- Wang, H., Chen, C., Huang, C., & Fu, L. (2008). On-road vehicle emission inventory and its uncertainty analysis for Shanghai, China. *ELSEVIER*, 60-67.
- Zamora Vega, J. (2010). *Estudio del comportamiento interfacial de sistemas acuosos de alcanolaminas y sustancias térmicamente estables*. Puebla: Universidad de las Américas Puebla.

XI. GLOSARIO

11.1. DEFINICIONES

11.1.1. CALIDAD DE AIRE

La calidad del aire está relacionada a diferentes factores como el tipo de relieve (factor físico), las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera y su dispersión (factores químicos y meteorológicos), los usos y costumbres de la población (factores sociales), las actividades económicas y el uso y aprovechamiento de la tecnología (factores económicos y tecnológicos) de forma general, la calidad del aire en las ciudades es atribuida esencialmente a las emisiones contaminantes generadas por el uso de automóviles, por la producción industrial, comercial y por los servicios (Colectivo Ecologista Jalisco A.C., 2012).

Estos factores son los que impactan las condiciones normales del aire, los cuales el ser humano requiere respirar para continuar desarrollando sus funciones biológicas vitales. El aire se compone de oxígeno, nitrógeno en gran parte y otros gases, que de ser mayores que los ECA causan efectos adversos a la salud.

11.1.2. CUENCA ATMOSFÉRICA

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y El Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio mencionan que una cuenca atmosférica es una delimitación realizada de acuerdo a la configuración topográfica y variables meteorológicas en Lima y Callao (Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima - Callao, 2004).

11.1.3. CONTAMINANTES CRITERIO

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) establece seis contaminantes de aire comunes. Estos son conocidos como

contaminantes criterio, ellos son: el material particulado, oxidantes fotoquímicos y ozono, monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y plomo. Estos contaminantes pueden perjudicar la salud, el ambiente y causar daño a los bienes materiales (EPA US Environmental Protection Agency, 2016).

11.1.4. DEFINICIÓN DE CADA CONTAMINANTE CRITERIO UTILIZADO EN EL ESTUDIO

- Monóxido de Carbono CO: Se produce cuando hay poco oxígeno disponible para la combustión y por tanto no llega a quemar todo el carbono del combustible completamente quedando átomos de carbono unidos a solo un oxígeno formando CO Se genera en el interior del motor (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).
- Óxidos de Nitrógeno: Resulta al combinarse el oxígeno y el nitrógeno debido a las altas temperaturas que se alcanzan dentro del motor y a las altas presiones. En la cámara de combustión se forma el NO Al abrirse la válvula de escape los gases pasan al conducto de escape donde se combinan con oxígeno para formar NO₂. Por tanto en el escape se encuentran NO y NO₂ de ahí que para aglutinarlos decimos que hay restos de NO_x (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).
- Dióxido de Azufre: Se encuentra en los combustibles como impureza. La emisión de SO₂ es pequeña en los motores de gasolina. En los Diésel es superior por el tipo de combustible utilizado (Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, 2016).
- Compuesto orgánicos volátiles (VOC): Son comprendidos por varias sustancias, entre ellas los hidrocarburos (alcanos, alquenos y aromáticos), los halocarburos (por ejemplo, el tricloroetileno) y los oxigenatos (alcoholes, aldehídos y cetonas). Estos componentes

orgánicos son suficientemente volátiles como para existir en forma de vapores en la atmósfera en condiciones normales. Los HC contribuyen a la formación de contaminantes secundarios, como el ozono a nivel del suelo, al agotamiento del ozono estratosférico e, indirectamente, a la formación de acidez atmosférica (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

- **Material Particulado (PM):** El material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos más estudiados en el mundo, este se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera (Mészáros, 1999), que se originan a partir de una gran variedad de fuentes naturales o antropogénicas y poseen un amplio rango de propiedades morfológicas, físicas, químicas y termodinámicas (Arciniégas Suárez, 2012).

11.1.5. EMISIONES

Es la transferencia o descarga de sustancias contaminantes del aire desde la fuente a la atmósfera libre. El punto o la superficie donde se efectúa la descarga se denomina "fuente". Este término se utiliza para describir la descarga y el caudal de esa descarga.

Acto de depósito en el ambiente de energía electromagnética, partículas radioactivas y en general, contaminantes (MASIL consultora, 2016).

Las emisiones pueden producirse en el punto de salida de un sistema de captación o fuera de este. En este último caso, se habla de emisiones fugitivas sujetas a regulaciones técnicas propias de la actividad (MINAM , 2014).

En Japón realizaron un estudio de la importancia de la distancia para avisar el sobre paro de los vehículos y lo que este afecta en el aumento de las emisiones de CO₂. Asimismo, si los conductores serían informados del

cambio de señal antes del cambio de la señal por delante de verde a ámbar / rojo, podrían desacelerarse con antelación y reducir sus tiempos de espera en la intersección. El sistema, por medio de un simulador de conducción en 3D, proporciona la velocidad recomendada, que se calcula en base a la distancia de la señal de adelante y la velocidad actual del vehículo, y la indicación para soltar el pedal del acelerador. Este estudio tuvo como resultado una máxima reducción de las emisiones de CO₂ de 6,1 % y 5,4 % (Matsumoto, 2014).

11.1.6. AFORO VEHICULAR

Es la cantidad de vehículos que pasan por el transcurso de un determinado tiempo, para este caso se aforo en un tiempo de 4 horas.

11.1.7. ESTIMACIÓN DE INVENTARIO DE EMISIONES

Cantidad (gramos /kilogramos) de compuestos químicos en la atmósfera, para el caso del estudio se refiere a los contaminantes criterio: CO, VOC, SO_x, NO_x, PM.

11.1.8. “BIN” E “INDEX”

INDEX es el valor asignado a la suma de características ingresadas de la lista de verificación y el BIN está caracterizado por el uso de dos parámetros: potencia específica vehicular y el estrés del motor que guardan relación con el patrón de manejo.

11.1.9. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Es el lugar de donde un contaminante es liberado al ambiente. Las fuentes de contaminación pueden ser puntuales o fijas, así como fuentes dispersas o de área y también fuentes móviles (MINAM, 2012).

11.1.10. FUENTES MÓVILES

Cualquier máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo que no tiene un lugar fijo. Se consideran fuentes móviles todos los vehículos como automóviles, barcos, aviones, etc. (Centro Regional de Información sobre Desastres, 2016).

11.1.11. FUENTES FIJAS

Una fuente emisora de contaminantes que ocupa un lugar geográfico determinado, por ejemplo una fábrica. Punto fijo de emisión de contaminantes en grandes cantidades, generalmente de origen industrial, de acuerdo al lenguaje usado en contaminación del aire (Centro Regional de Información sobre Desastres, 2016).

11.1.12. CILINDRAJE

Dentro del motor hay unos cilindros, dentro de ellos se mueven verticalmente unos elementos denominados pistones. Estos pistones se desplazan verticalmente y terminan por convertir la explosión del motor en un movimiento circular. Cuando se suma el volumen total de estos cilindros (teniendo en cuenta el recorrido) de estos, tenemos una medida volumétrica, comúnmente denominada en centímetros cúbicos o su equivalente, litros.

Dado que el tamaño de los cilindros determinan, por ejemplo, la cantidad de aire en la mezcla y en general "la violencia" de la explosión (de la quema del

combustible), antes, la forma de obtener más potencia era cilindros más grandes; de ahí a juzgar el rendimiento de un vehículo por esta medida (Escobar, 2013).

11.1.13. RALENTÍ

El ralentí no es la velocidad más baja a la que trabaja el motor, se da cuando el vehículo no está acelerando, en los motores pequeños es de 1750 r.p.m. y en los motores grandes el ralentí puede bajar a 1200 r.p.m. Utilizar un tacómetro para ajustar el ralentí (Tapia, 2004).

11.1.14. ALIMENTACIÓN

Es un conjunto de elementos encargados de suministrar combustible al motor para su funcionamiento.

11.1.15. TOAR GASES

Tiene un sinónimo de remolcar, sin embargo en este contexto se refiere a que los gases se cambian para ser emitidos al ambiente de manera no dañina.

11.1.16. INYECCIÓN MULTIPUNTO

En la inyección multipunto (MPI), un inyector por cilindro es responsable de dosificar el combustible. Generalmente, el proceso de preparación de la mezcla tiene lugar inmediatamente antes del inyector, en el colector de admisión.

11.1.17. CON CARBURADOR

Dispositivo que hace la mezcla de aire combustible a fin que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida; la función principal es la de mezclar el aire exterior con los vapores de combustible líquido para producir una combustión apropiada.

11.1.18. INYECCIÓN DIRECTA

Con los motores de inyección directa de gasolina se consiguen dos objetivos principales que están vigentes para hoy y con vistas al futuro, estos objetivos son: reducir el consumo de combustible y con este también las emisiones contaminantes de escape.

11.1.19. INYECCIÓN MONO PUNTO

Este sistema solo lo utilizan los motores de gasolina, es uno de los más básicos y primitivos, ya que es muy similar a un carburador.

11.1.20. INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

Este sistema, se encarga de llevar el combustible desde el taque hasta los cilindros donde es inyectada, el "Fuel Injection" (inyección de combustible) realiza la misma función que hace unos años los hacían la bomba de gasolina y el carburador.

XII. ANEXOS

Anexo 1 Aplicativo de la Lista de verificación

Automóvil																						
1	automóvil	1995	particular	1468	970	2	365	7	43	313900	G90	inyección		30	mitad	40	no	no	18	bueno	Si tiene	Aprobó
2	automóvil	2008	particular	1496	1041	5	315	6	108	238140	G90	inyección		60	mitad	60	si	rara vez	14	bueno	Si tiene	Aprobó
3	automóvil	1995	particular	1700	1247	6	315	6	128	806400	G90	inyección		80	mitad	40	no	no	14	regular	Si tiene	Aprobó
4	automóvil	1998	particular	1500	970	4	218	4	85	315010	G90	carburador		50	mitad	40	no	no	12	regular	Si tiene	Aprobó
5	automóvil	2000	particular	1800	970	2	218	4	40	130800	G90	inyección		30	mitad	40	no	no	20	bueno	Si tiene	Aprobó
6	automóvil	2000	taxi	1500	1400	6	315	6	130	614250	GNV	inyección		22	lleno	60	no	no	12	bueno	Si tiene	Aprobó
7	automóvil	1992	particular	1597	1000	3	218	4	65	325910	G90	inyección		40	mitad	60	no	no	18	regular	Si tiene	Aprobó
8	automóvil	1992	particular	1500	1040	4	266	5	60	367080	G90	carburador		40	mitad	50	no	no	12	regular	Si tiene	Aprobó
9	automóvil	2015	particular	1600	1278	3	315	6	60	18900	G90	inyección		20	mitad	40	si	no	12	bueno	Si tiene	Aprobó
10	automóvil	2015	particular	1700	1236	5	315	6	100	31500	gas95	inyección		50	mitad	60	si	rara vez	12	bueno	Si tiene	Aprobó
11	automóvil	2009	taxi	1700	1200	8	266	5	180	287280	gas90	inyección		160	lleno	40	si	nunca	12	bueno	Si tiene	Aprobó
12	automóvil	1993	particular	1597	1056	8	315	6	180	1360800	GNV	carburador		36	lleno	60	no	no	8	regular	Si tiene	Aprobó
13	automóvil	1987	particular	1600	1080	3	365	7	60	635100	GNV	full		20	lleno	60	no	no	14	regular	Si tiene	Aprobó
14	automóvil	1993	taxi	1600	1040	8	315	6	170	1285200	G90	full		120	mitad	40	no	no	12	regular	Si tiene	Aprobó
15	automóvil	2005	taxi	1300	1140	8	315	6	190	598500	G91	inyección		100	mitad	40	si	nunca	13	bueno	Si tiene	Aprobó
16	automóvil	2002	particular	1500	1200	4	266	5	50	186200	G92	carburador		60	mitad	40	si	nunca	14	bueno	Si tiene	Aprobó
17	automóvil	2006	particular	1500	1140	6	315	6	130	409500	G93	inyección		120	lleno	60	si	nunca	13	bueno	Si tiene	Aprobó
18	automóvil	2000	particular	1468	1165	3	315	6	65	327600	gasolina/g	inyección		30	lleno	40	no	no	8	bueno	Si tiene	Aprobó
19	automóvil	1997	taxi	1500	1000	7	315	6	150	897750	GNV	inyección		35	mitad	40	no	no	10	bueno	Si tiene	Aprobó
20	automóvil	1997	taxi	1500	1000	7	315	6	150	897750	G90	inyección		90	mitad	40	no	no	11	bueno	Si tiene	Aprobó
21	automóvil	2012	taxi	1300	1000	8	315	6	180	226800	G90	inyección		100	mitad	60	si	no	12	bueno	Si tiene	Aprobó
22	automóvil	2008	particular	1500	1000	4	315	6	90	226800	GNV	inyección		20	mitad	40	si	rara vez	12	bueno	Si tiene	Aprobó
23	automóvil	2009	taxi	1900	2000	8	315	6	200	441000	gas/gasoli	inyección		120	mitad	40	si	rara vez	13	bueno	Si tiene	Aprobó
24	automóvil	2006	taxi	1300	1000	6	315	6	120	378000	G90	inyección		130	lleno	40	si	nunca	13	bueno	Si tiene	Aprobó
25	automóvil	2007	taxi	1900	1200	8	315	6	180	453600	GNV	inyección		35	mitad	40	si	no	12	bueno	Si tiene	Aprobó
26	automóvil	2009	taxi	2000	1400	8	315	6	180	396900	G90	inyección		120	mitad	40	si	no	12	bueno	Si tiene	Aprobó
27	Station	2005	taxi	2000	1300	6	315	6	130	409500	G90	inyección		120	mitad	40	si	no	14	bueno	Si tiene	Aprobó
28	automóvil	2008	particular	1500	1172	4	365	7	85	248200	G90	inyección		60	mitad	50	si	no	16	bueno	Si tiene	Aprobó
29	automóvil	1997	taxi	1300	1000	8	315	6	170	963900	GNV	carburador		36	mitad	40	no	no	13	regular	Si tiene	Aprobó
30	automóvil	2015	taxi	1500	1200	8	266	5	180	47880	G90	carburador		140	lleno	40	si	rara vez	12	bueno	Si tiene	Aprobó

Elaboración propia.

3	Mototaxi	2008	taxi	< de 1500	320	12	315	6	90	226800	G90	carburador		17	mitad	30	no	10	bueno	si tiene	Aprobó
4	Mototaxi	2002	taxi	< de 1500	250	10	315	6	80	352800	G90	carburador		16	lleno	30	no	10	bueno	si tiene	Aprobó
5	Mototaxi	2011	taxi	< de 1500	350	12	315	6	95	89775	dual	carburador		13	mitad	20	no	9	bueno	si tiene	Aprobó
6	Mototaxi	2013	taxi	< de 1500	<300	6	315	6	45	42525	dual	carburador		12	mitad	30	no	9	bueno	si tiene	Aprobó
7	Mototaxi	1995	taxi	< de 1500	300	7	315	6	55	363825	G90	carburador		13	mitad	30	no	8	regular	si tiene	Aprobó
8	Mototaxi	2012	taxi	< de 1500	<300	8	315	6	60	75600	G90	carburador		15	mitad	30	no	10	Bueno	si tiene	Aprobó
9	Mototaxi	2007	taxi	< de 1500	300	10	315	6	80	201600	dual	carburador		16	mitad	20	no	9	Bueno	si tiene	Aprobó
10	Mototaxi	2015	taxi	< de 1500	<300	7	315	6	50	15750	GNV	carburador		13	mitad	40	no	9	Bueno	si tiene	Aprobó
11	Mototaxi	2009	taxi	< de 1500	<300	8	365	7	64	163520	G90	carburador		16	mitad	30	no	10	Bueno	si tiene	Aprobó
12	Mototaxi	2012	taxi	< de 1500	<300	8	365	7	60	65700	dual	carburador		15	mitad	40	no	10	Bueno	si tiene	Aprobó
13	Mototaxi	2008	taxi	< de 1500	<300	6	315	6	45	113400	G90	carburador		13	mitad	40	no	12	Bueno	si tiene	Aprobó
14	Mototaxi	2015	taxi	< de 1500	250	7	315	6	55	17325	dual	carburador		13	mitad	30	no	12	Bueno	si tiene	Aprobó
15	Mototaxi	2002	taxi	< de 1500	<300	7	315	6	55	242550	G90	carburador		16	mitad	30	no	12	Bueno	si tiene	Aprobó
16	Mototaxi	2000	taxi	< de 1500	<300	7	315	6	55	259875	G90	carburador		13	mitad	30	no	12	Bueno	si tiene	Aprobó
17	Mototaxi	2005	taxi	< de 1500	<300	7	315	6	55	190575	dual	carburador		15	mitad	40	no	12	Bueno	si tiene	Aprobó
18	Mototaxi	2009	taxi	< de 1500	<300	12	315	6	80	176400	G90	carburador		18	mitad	40	no	9	Bueno	si tiene	Aprobó
19	Mototaxi	2013	taxi	< de 1500	<300	10	315	6	80	50400	G90	carburador		15	lleno	40	no	10	Bueno	si tiene	Aprobó
20	Mototaxi	2002	taxi	< de 1500	<300	6	315	6	45	198450	G90	carburador		13	mitad	40	no	12	Bueno	si tiene	Aprobó
21	Mototaxi	2014	taxi	< de 1500	<300	10	365	7	80	58400	dual	carburador		12	mitad	40	no	9	Bueno	si tiene	Aprobó
22	Mototaxi	2009	taxi	< de 1500	<300	10	315	6	80	176400	dual	carburador		13	mitad	20	no	9	Bueno	si tiene	Aprobó
23	Mototaxi	2009	taxi	< de 1500	<300	8	315	6	60	132300	dual	carburador		12	mitad	30	no	10	Bueno	si tiene	Aprobó
24	Mototaxi	2004	taxi	< de 1500	<300	6	365	7	45	180675	G90	carburador		13	mitad	40	no	12	regular	si tiene	Aprobó
25	Mototaxi	2011	taxi	< de 1500	<300	8	365	7	60	109500	G90	carburador		14	mitad	30	no	10	bueno	si tiene	Aprobó
26	Mototaxi	2000	taxi	< de 1500	<300	8	365	7	60	328500	G90	carburador		14	mitad	30	no	10	regular	si tiene	Aprobó
27	Mototaxi	2012	taxi	< de 1500	<300	6	315	6	45	56700	G90	carburador		13	mitad	40	no	10	bueno	si tiene	Aprobó
28	Mototaxi	2007	taxi	< de 1500	<300	7	315	6	55	155925	G90	carburador		15	mitad	30	no	9	bueno	si tiene	Aprobó
29	Mototaxi	1997	taxi	< de 1500	<300	8	266	5	60	303240	G90	carburador		15	mitad	30	no	10	regular	si tiene	Aprobó
30	Mototaxi	2013	taxi	< de 1500	<300	3	266	5	25	19950	dual	carburador		14	mitad	40	no	12	bueno	si tiene	Aprobó

Elaboración propia.

																				primera)		
Moto lineal																						
1	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
2	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
3	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
4	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
5	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
6	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
7	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
8	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
9	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
10	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
11	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
12	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
13	Motocicleta 4T	2004	particular	193	<300	12	365	7	180	722700	G90	inyección directa	4		lleno	20	no	10	bueno	Aprobó		
14	Motocicleta 4T	2013	particular	200	150	2	365	7	20	14600	G90	carburador		8	mitad	40	no	12	bueno	Aprobó		
15	Motocicleta 4T	2011	particular	125	<300	3	365	7	26	47450	G90	carburador		10	mitad		no	12	bueno	Aprobó		
16	Motocicleta 4T	2007	particular	149	273	6	365	7	50	164250	G90	carburador		15	mitad	50	no	10	bueno	Aprobó		
17	Motocicleta 4T	2005	particular	<200	<300	8	365	7	80	292000	G90	carburador		18	mitad	50	no	12	bueno	Aprobó		
18	Motocicleta 4T	2014	particular	200	300	4	365	7	30	21900	G90	carburador		15	lleno		no		bueno	Aprobó		
19	Motocicleta 4T	2003	particular	150	<300	8	365	7	100	474500	G90	carburador		16	mitad	50	no	10	bueno	Aprobó		
20	Motocicleta 4T	2007	particular	<200	<300	8	365	7	100	328500	G90	carburador		16	mitad	50	no	10	bueno	Aprobó		
21	Motocicleta 4T	2010	particular	<201	<300	10	365	7	110	200750	G90	carburador		20	mitad	30	no	12	bueno	Aprobó		
22	Motocicleta 4T	2009	particular	150	<300	4	365	7	30	76650	G90	carburador	2		mitad	20	no	14	bueno	Aprobó		
23	Motocicleta 4T	2011	particular	<200	<300	3	365	7	20	29200	G90	carburador	2		lleno	40	no	14	bueno	Aprobó		
24	Motocicleta 4T	2012	particular	197	130	3	365	7	20	21900	G90	carburador		12	mitad	20	no	14	bueno	Aprobó		
25	Motocicleta 4T	2011	particular	<200	<300	3	365	7	20	29200	G90	carburador	4	10	mitad	20	no	14	bueno	Aprobó		
26	Motocicleta 4T	2014	particular	<200	<300	1	264	5	8	4224	G95	carburador		7	lleno	60	no	10	bueno	Aprobó		
27	Motocicleta 4T	2007	particular	<200	<300	9	365	7	70	229950	G90	carburador		20	mitad	40	no	10	bueno	Aprobó		
28	Motocicleta 4T	2014	particular	<200	<300	1	365	7	8	2920	G90	carburador		6	mitad	30	no	12	bueno	Aprobó		
29	Motocicleta 4T	2015	particular	<200	<300	2	365	7	15	5475	G90	carburador		8	mitad	30	no	14	bueno	Aprobó		
30	Motocicleta 2T	1995	particular	<200	<300	9	264	5	70	388080	G90	carburador		20	lleno	40	no	10	bueno	Aprobó		

Elaboración propia.

1	Camioneta rural	1995	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	140	926100	diésel	inyección	11		mitad tanque	30	no	no	12	Regular	No tiene	aprobó
2	Camioneta rural	2013	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	10	365	7	140	102200	diésel	inyección	11		mitad tanque	40	No	no	10	Regular	Si tiene	aprobó
3	Camioneta rural	2012	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	140	176400	diésel	inyección	11		mitad tanque	40	No	no	10	Regular	Si tiene	aprobó
4	Camioneta rural	2013	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	365	7	140	153300	diésel	inyección	13		mitad tanque	80	Si	no	9	Bueno	Si tiene	aprobó
5	Camioneta rural	2010	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	365	7	140	255500	diésel	inyección	13		mitad tanque	60	si	no	9	Regular	Si tiene	aprobó
6	Camioneta rural	1995	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	10	365	7	140	1073100	diésel	inyección	11		mitad tanque	40	No	no	10	Regular	No tiene	No se presentó
7	Camioneta panel	2008	Particular	2287	3300	4	264	5	50	92400	diésel	inyección	5		tanque lleno	40		no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
8	Camioneta rural	2005	Transporte público	2771	2910	10	315	6	120	378000	diésel	inyección directa		120	mitad tanque	40	no	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
9	Camioneta panel	2006	Particular	2476	<3000	6	315	6	75	236250	diésel	inyección mecánica		100	tanque lleno	40	no	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
10	Camioneta panel	2010	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	7	315	6	200	315000	diésel	inyección	8		tanque lleno	60	si	no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
11	Camioneta panel	2012	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	290	274050	diésel	inyección	11		tanque lleno	40	si	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
12	Camioneta panel	2012	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	290	274050	diésel	inyección	11		tanque lleno	40	si	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
13	Camioneta panel	2011	Particular	2476	<3000	4	264	5	110	145200	diésel	inyección	5		mitad tanque	60	si	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
14	Camioneta panel	2012	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	290	365400	diésel	inyección	11		tanque lleno	40	si	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
15	Camioneta rural	2009	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	315	6	150	283500	diésel	inyección	13		tanque lleno	40	si	no		Bueno	Si tiene	aprobó
16	Camioneta rural	2000	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	140	661500	diésel	inyección	11		tanque lleno	40	no	no		Bueno	Si tiene	aprobó
17	Camioneta rural	2013	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	9	315	6	120	75600	diésel	inyección	10		tanque lleno	40	si	no		Bueno	Si tiene	aprobó
18	Camioneta rural	2007	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	315	6	150	378000	diésel	inyección	13		tanque lleno	40	si	no		Bueno	Si tiene	aprobó
19	Camioneta rural	2002	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	315	6	150	614250	diésel	inyección	13		tanque lleno	40	si	no		Bueno	Si tiene	aprobó
20	Camioneta rural	1995	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	8	315	6	110	727650	diésel	inyección	10		mitad tanque	30	no	no	12	Regular	No tiene	aprobó
21	Camioneta rural	2013	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	9	365	7	120	87600	diésel	inyección	10		mitad tanque	40	No	no	10	Regular	Si tiene	aprobó
22	Camioneta rural	2012	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	9	315	6	120	151200	diésel	inyección	10		mitad tanque	40	No	no	10	Regular	Si tiene	aprobó
23	Camioneta rural	2013	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	365	7	150	109500	diésel	inyección	13		mitad tanque	80	Si	no	9	Bueno	Si tiene	aprobó
24	Camioneta rural	2010	Transporte público	1500 a 3000 cc	<3000	12	365	7	150	273750	diésel	inyección	13		mitad tanque	60	Si	no	9	Regular	Si tiene	aprobó
25	Camioneta panel	2008	Particular	2287	3300	4	264	5	110	203280	Diésel	inyección directa	6		tanque lleno	40	Si	no		Bueno	Si tiene	aprobó
26	Camioneta panel	2006	Particular	2476	<3000	6	315	6	170	535500	diésel	inyección mecánica		100	tanque lleno	40	Si	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
27	Camioneta panel	2010	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	7	315	6	200	315000	diésel	inyección	9		tanque lleno	60	Si	no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
28	Camioneta panel	2012	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	280	264600	diésel	inyección	12		tanque lleno	40	Si	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
29	Camioneta panel	2012	Particular	1500 a 3000 cc	<3000	10	315	6	280	352800	diésel	inyección	12		tanque lleno	40	Si	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
30	Camioneta panel	2011	Particular	2476	<3000	4	264	5	110	116160	diésel	inyección	6		mitad tanque	60	Si	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó

Elaboración propia.

Tesis publicadas con autorización del autor.
No olvide citar esta tesis.

2	camión < 5 ton	2008	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	5	264	5	140	295680	diésel	inyección directa		50		60	si	no	12	Regular	Si tiene	NO se presentó
3	camión < 5 ton	2012	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	5	264	5	120	95040	diésel	inyección directa	9			60	si	no	18	Regular	Si tiene	No se presentó
4	camión < 5 ton	2015	transporte carga	2600	2225	7	315	6	160	50400	diésel	inyección directa		50	cuarto de tanque	60	si	no	10	Bueno		aprobó
5	camión < 5 ton	2010	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	315	6	140	220500	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	40		nunca	14	Bueno		aprobó
6	camión < 5 ton	2010	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	264	5	140	184800	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	60		nunca	12	Bueno	Si tiene	aprobó
7	camión < 5 ton	2010	transporte carga	2000	4490	10	365	7	200	438000	diésel	inyección directa		100	mitad tanque	60		nunca	14	Bueno	Si tiene	aprobó
8	camión < 5 ton	2011	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	7	315	6	160	201600	G90	inyección directa		60	mitad tanque	40		nunca	12	Bueno	Si tiene	aprobó
9	camión < 5 ton	2013	transporte carga	1051	menor de 4.5 ton	10	264	5	200	158400	G90	inyección directa		100	mitad tanque	40		nunca	10	Bueno	Si tiene	aprobó
10	camión < 5 ton	2015	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	7	315	6	160	50400	G90	inyección directa		60	mitad tanque	40		nunca	12	Bueno	Si tiene	aprobó
11	camión < 5 ton	2011	transporte carga	Menos de 1500 cc	menor de 4.5 ton	10	315	6	200	252000	G90	inyección directa		70	cuarto de tanque	40		nunca	10	Bueno	Si tiene	aprobó
12	camión < 5 ton	2014	transporte carga	2771	1790	5	264	5	100	52800	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	40		nunca	14	Bueno	Si tiene	aprobó
13	camión < 5 ton	2015	transporte carga	1500 a 3000 cc	2350	7	264	5	150	39600	diésel	inyección directa		60	cuarto de tanque	60		nunca	16	Bueno	Si tiene	aprobó
14	camión < 5 ton	2013	transporte carga	2771	1590	7	264	5	160	126720	diésel	inyección directa		60	cuarto de tanque	60		nunca	14	Bueno	Si tiene	aprobó
15	camión < 5 ton	2010	transporte carga	3432	menor de 4.5 ton	7	264	5	150	198000	diésel	inyección directa		80	mitad tanque	60		nunca	12	Bueno	Si tiene	No se presentó
16	camión < 5 ton	2008	transporte carga	3806	2680	6	315	6	130	286650	diésel	inyección directa		100	mitad tanque	40		no	12	Regular	Si tiene	No se presentó
17	camión < 5 ton	2011	transporte carga	2771	1810	6	264	5	130	137280	diésel	inyección directa		80	cuarto de tanque	40		no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
18	camión < 5 ton	2013	transporte carga	2771	1460	6	264	5	130	68640	diésel	inyección directa		80	cuarto de tanque	40		no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
19	camión < 5 ton	2010	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	264	5	120	158400	diésel	inyección directa		70	cuarto de tanque	40		no	15	Regular	Si tiene	aprobó
20	camión < 5 ton	2009	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	4	315	6	80	176400	diésel	inyección directa		40	mitad tanque	40		no	16	Bueno	Si tiene	aprobó
21	camión < 5 ton	2012	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	5	365	7	100	109500	G90	inyección directa		50	tanque lleno	40		no	18	Bueno	Si tiene	aprobó
22	camión < 5 ton	2009	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	7	264	5	150	237600	diésel	inyección directa		80	mitad tanque	40		no	14	Regular	Si tiene	aprobó
23	camión < 5 ton	2012	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	264	5	120	95040	diésel	inyección directa		70	mitad tanque	40		no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
24	camión < 5 ton	2005	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	264	5	120	316800	diésel	inyección directa		70	mitad tanque	40		no	12	Regular	Si tiene	aprobó
25	camión < 5 ton	2007	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	264	5	120	253440	diésel	inyección directa		70	mitad tanque	40		no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
26	camión < 5 ton	2008	transporte carga	1500 a 3000 cc	menor de 4.5 ton	6	264	5	120	221760	diésel	inyección directa		70	mitad tanque	40		no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
27	camión < 5 ton	2008	transporte carga	2982	1815	4	315	6	90	198450	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	40		no	16	Bueno	Si tiene	aprobó
28	camión < 5 ton	2007	transporte carga	2986	menor de 4.5 ton	4	315	6	90	255150	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	40		no	16	Regular	Si tiene	aprobó
29	camión < 5 ton	2007	transporte carga	2986	menor de 4.5 ton	4	315	6	90	255150	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	40		no	16	Regular	Si tiene	aprobó
30	camión < 5 ton	2008	transporte carga	2982	1700	4	315	6	90	198450	diésel	inyección directa		40	cuarto de tanque	40		no	16	Bueno	Si tiene	aprobó

Elaboración propia.

Tesis publicadas con autorización del autor.
No olvide citar esta tesis.

1	camioneta	2013	Particular	2359	1612	7	170	3	231	117810	G97	inyección directa	8	cuarto de tanque	60	si	rara vez	12	Bueno	Si tiene	aprobó
2	camioneta	2007	Particular	1995	1712	6	315	6	190	478800	diésel	inyección directa	80	mitad tanque	60	si	no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
3	Pickup	1990	Particular	2798	2650	12	365	7	350	3321500	petrolera	inyección directa	13	cuarto de tanque	40	No tiene		10	Regular	Si tiene	aprobó
4	Pickup	1997	Particular	2500	<2500	8	365	7	260	1803100	G90	inyección directa	100	mitad tanque	40	No tiene		14	Regular	Si tiene	aprobó
5	Pickup	1995	Particular	2500	<2500	10	365	7	330	2529450	G90	inyección directa	13	tanque lleno	40	No tiene		10	Regular	Si tiene	aprobó
6	Pickup	2006	Particular	2798	2600	5	264	5	160	422400	petrolera	inyección directa	7	mitad tanque	60	si	rara vez	14	Bueno	Si tiene	aprobó
7	Pickup	2002	Particular	2488	2810	6	264	5	190	652080	diésel	inyección directa	8	tanque lleno	40	si	no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
8	Pickup	2007	Particular	1500 a 3000 cc	<2500	6	365	7	200	657000	petrolera	inyección directa	70	mitad tanque	60	si	rara vez	12	Bueno	Si tiene	aprobó
9	Pickup	2000	Particular	1500 a 3000 cc	1800	8	365	7	260	1423500	diésel	inyección directa	100	mitad tanque	60	si	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
10	Pickup	1998	Particular	1500 a 3000 cc	<2500	5	264	5	160	718080	G90	inyección directa	70	tanque lleno	40	No tiene		14	Regular	Si tiene	aprobó
11	camioneta	2014	Particular	1500 a 3000 cc	<2500	3	315	6	100	63000	G90	inyección directa	60	tanque lleno	60	si	rara vez	14	Bueno	Si tiene	aprobó
12	camioneta 4x2	2009	Particular	2700	<2500	4	365	7	130	332150	G90	inyección directa	60	tanque lleno		si	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
13	Pickup	2014	Particular	2982	1840	5	365	7	150	109500	diésel	inyección directa	7	tanque lleno	60	si	rara vez	16	Bueno	Si tiene	aprobó
14	Pickup	2014	Particular	2494	<2500	6	264	5	180	95040	diésel	inyección directa	80	cuarto de tanque	60	si	rara vez	14	Bueno	Si tiene	aprobó
15	Pickup	2013	Particular	1500 a 3000 cc	<2500	12	365	7	350	255500	diésel	inyección directa	15	cuarto de tanque	40	si	rara vez	10	Bueno	Si tiene	aprobó
16	Pickup	2006	Particular	2795	1040	4	365	7	120	438000	G90	inyección directa	60	mitad tanque	40	si	no	16	Bueno	Si tiene	aprobó
17	Pickup	2008	Particular	2494	1810	6	264	5	200	369600	diésel	inyección directa	80	mitad tanque	40	si	rara vez	10	Bueno	Si tiene	aprobó
18	Pickup	2006	Particular	2494	1685	5	365	7	160	584000	diésel	inyección directa	70	tanque lleno	60	si	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
19	Pickup	2010	Particular	1500 a 3000 cc	<2500	10	365	7	330	602250	diésel	inyección directa	13	mitad tanque	60	si	rara vez	10	Bueno	Si tiene	aprobó
20	Pickup	2006	Particular	1500 a 3000 cc	1872	8	365	7	250	821250	diésel	inyección directa	100	cuarto de tanque	40	si	no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
21	Pickup	2013	Particular	1500 a 3000 cc	<2500	6	365	7	200	219000	diésel	inyección directa	8	cuarto de tanque	40	si	rara vez	12	Bueno	Si tiene	aprobó
22	Pickup	1998	Particular	2446	1715	8	365	7	250	1551250	diésel	inyección directa	100	mitad tanque	60	No tiene		12	Regular	Si tiene	aprobó
23	Pickup	2000	Particular	1500 a 3000 cc	1850	5	365	7	160	934400	diésel	inyección directa	7	tanque lleno	60	si	no	14	Bueno	Si tiene	aprobó
24	Pickup	1997	Particular	2254	<2500	5	264	5	160	802560	diésel	multipunto	7	tanque lleno	40	No tiene		14	Regular	Si tiene	aprobó
25	camioneta	2013	Particular	2359	1612	7	170	3	230	117300	G97	inyección directa	8	cuarto de tanque	60	si	rara vez	12	Bueno	Si tiene	aprobó
26	camioneta	2005	Particular	1975	1462	7	170	3	230	391000	G97	multipunto	8	mitad tanque	60	si	no	12	Bueno	Si tiene	aprobó
27	camioneta	2010	Particular	1975	1462	12	365	7	350	638750	G90	multipunto	15	mitad tanque	60	si	rara vez	12	Bueno	Si tiene	aprobó
28	camioneta	2008	Particular	1975	1462	4	264	5	130	274560	G90	multipunto	60	mitad tanque	60	si	rara vez	18	Bueno	Si tiene	aprobó
29	Pickup	1990	Particular	2798	2650	12	365	7	330	3011250	petrolera	inyección directa	15	cuarto de tanque	40	No tiene	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó
30	Pickup	1990	Particular	2798	2650	12	365	7	330	3011250	petrolera	inyección directa	15	cuarto de tanque	40	No tiene	no	10	Bueno	Si tiene	aprobó

Elaboración propia.

Tesis publicadas con autorización del autor.
No olvide citar esta tesis.

Camión > 5 ton																					
1	camión > 5 ton	1992	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	756000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
2	camión > 5 ton	1995	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	661500	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
3	camión > 5 ton	1995	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	630000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
4	camión > 5 ton	1995	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	630000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
5	camión > 5 ton	1995	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	661500	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
6	camión > 5 ton	1995	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	630000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
7	camión > 5 ton	1992	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	756000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
8	camión > 5 ton	2005	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	315000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
9	camión > 5 ton	2006	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	315000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
10	camión > 5 ton	2008	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	220500	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
11	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	819000	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
12	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	787500	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
13	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	10	315	6	100	787500	petrolero	inyección directa		250	lleno	40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
14	camión > 5 ton	1986	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	548100	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
15	camión > 5 ton	1977	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	7	315	6	80	957600	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
16	camión > 5 ton	1998	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	7	315	6	70	396900	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
17	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	70	573300	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
18	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	7	315	6	70	551250	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
19	camión > 5 ton	1986	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	7	315	6	70	661500	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
20	camión > 5 ton	1977	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	7	315	6	70	837900	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
21	camión > 5 ton	1998	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	7	315	6	70	396900	petrolero	inyección directa		140		40	no	10	Regular	Si tiene	Aprobó
22	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	491400	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
23	camión > 5 ton	1980	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	680400	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
24	camión > 5 ton	1978	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	718200	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
25	camión > 5 ton	1978	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	718200	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
26	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	491400	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
27	camión > 5 ton	1992	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	453600	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
28	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	491400	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
29	camión > 5 ton	1978	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	699300	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó
30	camión > 5 ton	1990	transporte de carga	>3500cc	4.5 a 7 ton	6	315	6	60	491400	petrolero	inyección directa		120		40	no	10	Regular	No tiene	Aprobó

Elaboración propia.

Omnibus

1	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no	4		Si tiene	Aprobó
2	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no	4	Bueno	Si tiene	Aprobó
3	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no	4	Bueno	Si tiene	Aprobó
4	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no	4		Si tiene	Aprobó
5	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no	4	bueno	Si tiene	Aprobó
6	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
7	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
8	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
9	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
10	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
11	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
12	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
13	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
14	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
15	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
16	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		19	315	6	370	1631700	GNV	Inyección	30m3		cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
17	Ómnibus >24 asientos	2005	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	913500	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
18	Ómnibus >24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	1278900	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
19	Ómnibus >24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	822150	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
20	Ómnibus >24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	730800	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
21	Ómnibus >24 asientos	2005	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	913500	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
22	Ómnibus >24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	822150	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
23	Ómnibus >24 asientos	2000	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	1370250	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
24	Ómnibus >24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	822150	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
25	Ómnibus >24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	822150	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
26	Ómnibus >24 asientos	2005	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	1004850	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
27	Ómnibus >24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	730800	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
28	Ómnibus >24 asientos	2005	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	913500	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
29	Ómnibus >24 asientos	2005	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	1004850	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó
30	Ómnibus >24 asientos	2004	Transporte público	>3500cc		16	315	6	290	1096200	GNV	Inyección		200	cuarto de tanque		no			Si tiene	Aprobó

Elaboración propia.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	Ómnibus <=24 asientos	1992	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	1058400	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4	Si tiene	bueno	Aprobó									
3	Ómnibus <=24 asientos	1992	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	1058400	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4	Si tiene	bueno	Aprobó									
4	Ómnibus <=24 asientos	1990	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	10	315	6	140	1146600	diésel	Inyección	8	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
5	Ómnibus <=24 asientos	1992	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	1058400	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
6	Ómnibus <=24 asientos	2004	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	529200	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4	Si tiene	bueno	Aprobó									
7	Ómnibus <=24 asientos	1992	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	10	315	6	140	1058400	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
8	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	926100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
9	Ómnibus <=24 asientos	2003	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	10	315	6	140	573300	diésel	Inyección	8	cuarto de tanque	50	no	4	Si tiene	bueno	Aprobó									
10	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	926100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
11	Ómnibus <=24 asientos	1997	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	793800	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4	Si tiene	bueno	Aprobó									
12	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	926100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
13	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	926100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
14	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	926100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
15	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	10	315	6	140	926100	diésel	Inyección	8	cuarto de tanque	50	no	4		bueno	Aprobó									
16	Ómnibus <=24 asientos	2005	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	485100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	40	no	6	Si tiene	regular	Aprobó									
17	Ómnibus <=24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	573300	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	40	no	6	Si tiene	regular	Aprobó									
18	Ómnibus <=24 asientos	2007	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	396900	diésel	Inyección	13	cuarto de tanque	40	no	6	Si tiene	regular	Aprobó									
19	Ómnibus <=24 asientos	2002	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	573300	diésel	Inyección	13	cuarto de tanque	40	no	6	Si tiene	regular	Aprobó									
20	Ómnibus <=24 asientos	1998	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	793800	diésel	Inyección	13	cuarto de tanque	40	no	6	Si tiene	regular	Aprobó									
21	Ómnibus <=24 asientos	1987	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	1278900	diésel	Inyección	13	cuarto de tanque	40	no	6		regular	Aprobó									
22	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	926100	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	40	no	6		regular	Aprobó									
23	Ómnibus <=24 asientos	1987	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	1278900	diésel	Inyección	10	cuarto de tanque	40	no	6		regular	Aprobó									
24	Ómnibus <=24 asientos	1992	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	1058400	diésel	Inyección	130	cuarto de tanque	40	no	8		regular	Aprobó									
25	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	926100	petrolero	Inyección	13	cuarto de tanque	40	no	8		Bueno	Aprobó									
26	Ómnibus <=24 asientos	1995	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	926100	petrolero	Inyección	13	cuarto de tanque	40	no	10		regular	Aprobó									
27	Ómnibus <=24 asientos	2013	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	14	315	6	140	132300	petrolero	Inyección	130	cuarto de tanque	40	no	10		regular	Aprobó									
28	Ómnibus <=24 asientos	2000	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	661500	petrolero	Inyección	110	cuarto de tanque	40	no	6		regular	Aprobó									
29	Ómnibus <=24 asientos	2004	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	529200	petrolero	Inyección	110	cuarto de tanque	40	no	6		regular	Aprobó									
30	Ómnibus <=24 asientos	1990	Transporte público	>3500cc	< de 4.5 ton	12	315	6	140	1146600	petrolero	Inyección	110	cuarto de tanque	40	no	6		regular	Aprobó									

Elaboración propia.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL TIPO DE COMBUSTIBLE POR VEHÍCULO

Tabla 58 Tabla de frecuencias respecto al tipo de vehículo y tipo de combustible

CATEGORÍA	VÁLIDO	
	N	PORCENTAJE
Categoría - I		
Gasolina	70	70
Gas Natural Vehicular	8	8
Dual	12	12
Diésel	-	-
Total	90	100
Categoría - II		
Gasolina	17	18.9
Gas Natural Vehicular	-	-
Dual	-	-
Diésel	73	81.1
Total	90	100
Categoría - III		
Gasolina	-	-
Gas Natural Vehicular	30	33.3
Dual	-	-
Diésel	60	66.7
Total	90	100

Elaboración propia.

Nota: Se muestreó 90 vehículos por cada categoría vehicular y se identificó el tipo de combustible de cada uno, resultando que el uso de mayor combustible es el diésel, pero no se puede relacionar independiente las

variables con la emisión de contaminantes criterio, ya que la emisión de los contaminantes se evalúa conjuntamente en el software IVE MODEL.

Tabla 59 Datos Descriptivos respecto al tipo de vehículo y tipo de combustible

CATEGORÍA		ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR
I	Media	1.3556	0.07464
	Mediana	1	
	Varianza	0.501	
	Desviación estándar	0.70808	
	Mínimo	1	
	Máximo	3	
	Rango	2	
	Asimetría	1.695	0.254
	Curtosis	1.212	0.503
II	Media	3.433	0.12447
	Mediana	4	
	Varianza	1.394	
	Desviación estándar	1.18084	
	Mínimo	1	
	Máximo	4	
	Rango	3	
	Asimetría	-1.617	0.254
	Curtosis	0.627	0.503
III	Media	3.333	0.09994
	Mediana	4	
	Varianza	0.899	
	Desviación estándar	0.94809	
	Mínimo	2	
	Máximo	4	
	Rango	2	
	Asimetría	-0.719	
	Curtosis	-1.517	0.503

Elaboración propia.

Nota: La categoría II corresponde a un similar uso de combustible en los vehículos de esta categoría, y la categoría I y III tienen más variación del uso de combustible.

PORCENTAJE DE VARIACIÓN POR CATEGORÍA (Desviación estándar dividido entre la media por cien)

Tabla 60 Porcentaje de variación por categoría

PORCENTAJES DE VARIACIÓN POR CATEGORÍA		
CATEGORÍAS		PORCENTAJE
Categoría I	Mototaxis	52.23
	Automóviles	
	Moto lineales	
Categoría II	Camioneta panel/rural	34.40
	Camioneta	
	Camión < 5ton	
Categoría III	Camión >5 ton	28.45
	Couster	
	Ómnibus	

Elaboración propia.

Nota: La menor variación del tipo de combustible de uso se presenta en la categoría III debido a que solo tiene como opción de combustibles el gas natural vehicular y el diésel, asimismo que los ómnibus solo usan gas natural y en el caso de los camiones y la cousters solo diésel.

Anexo 2 Perfil de velocidad para la flota de automóviles

Recorrido en la av. Revolución Sector 2 (av. El sol hasta av. Cesar Vallejo)								
Recorrido: 1,7 km ubicación: N 0288435 E 8650503								
Automóvil			Automóvil			Automóvil		
N°	Velocidad	Tiempo en minutos	N°	Velocidad	Tiempo en minutos	N°	Velocidad	Tiempo en minutos
1	13	04:04	1	13	03:49	1	0	04:27
2	12		2	17		2	1	
3	11		3	20		3	5	
4	10		4	24		4	8	
5	11		5	26		5	11	
6	13		6	30		6	15	
7	16		7	35		7	9	
8	20		8	38		8	1	
9	23		9	37		9	0	
10	26		10	36		10	1	
11	29		11	38		11	23	
12	32		12	40		12	24	
13	34		13	41		13	25	
14	33		14	40		14	28	
15	35		15	37		15	29	
16	37		16	32		16	30	
17	39		17	26		17	31	
18	41		18	21		18	29	
19	44		19	18		19	21	
20	46		20	14		20	16	
21	47		21	13		21	18	
22	49		22	12		22	23	
23	50		23	10		23	27	
24	51		24	6		24	31	
25	49		25	2		25	33	
26	47		26	0		26	36	
27	44		27	1		27	35	
28	41		28	6		28	37	
29	37		29	10		29	38	
30	28		30	12		30	40	
31	17		31	15		31	41	
32	12		32	13		32	37	
33	11		33	11		33	27	
34	14		34	13		34	17	
35	17		35	18		35	16	
36	19		36	22		36	18	
37	18		37	24		37	21	

38	22		38	27		38	24	
39	24		39	30		39	23	
40	27		40	34		40	20	
41	30		41	36		41	22	
42	31		42	35		42	25	
43	29		43	37		43	27	
44	30		44	38		44	30	
45	31		45	35		45	32	
46	32		46	28		46	35	
47	33		47	16		47	37	
48	34		48	9		48	38	
49	36		49	8		49	39	
50	37		50	10		50	38	
51	38		51	15		51	35	
52	39		52	19		52	32	
53	40		53	21		53	29	
54	39		54	23		54	27	
55	38		55	22		55	24	
56	36		56	23		56	23	
57	31		57	25		57	20	
58	27		58	29		58	19	
59	24		59	30		59	24	
60	22		60	31		60	26	
61	20		61	30		61	27	
62	19		62	29		62	24	
63	17		63	31		63	17	
64	18		64	33		64	13	
65	19		65	35		65	8	
66	20		66	37		66	5	
67	21		67	38		67	0	
68	19		68	40		68	4	
69	17		69	39		69	9	
70	15		70	38		70	17	
71	12		71	37		71	21	
72	15		72	36		72	20	
73	17		73	32		73	19	
74	19		74	25		74	16	
75	21		75	18		75	12	
76	23		76	12		76	8	
77	25		77	6		77	2	
78	27		78	2		78	5	
79	30		79	0		79	10	
80	32		80	2		80	11	

81	35		81	8		81	14	
82	34		82	14		82	16	
83	33		83	19		83	14	
84	34		84	20		84	15	
85	35		85	22		85	17	
86	36		86	23		86	20	
87	37		87	22		87	24	
88	38		88	24		88	26	
89	39		89	23		89	29	
90	38		90	21		90	32	
91	37		91	20		91	34	
92	35		92	19		92	33	
93	34		93	18		93	32	
94	33		94	17		94	33	
95	32		95	21		95	35	
96	30		96	24		96	33	
97	28		97	28		97	34	
98	24		98	32		98	36	
99	17		99	33		99	34	
100	8		100	34		100	36	
101	2		101	36		101	35	
102	0		102	38		102	34	
103	1		103	40		103	30	
104	5		104	38		104	24	
105	10		105	37		105	21	
106	15		106	36		106	19	
107	19		107	35		107	16	
108	20		108	34		108	14	
109	21		109	35		109	10	
110	23		110	38		110	15	
111	24		111	39		111	19	
112	21		112	38		112	23	
113	17		113	36		113	24	
114	15		114	34		114	26	
115	18		115	31		115	27	
116	21		116	25		116	26	
117	23		117	20		117	27	
118	24		118	16		118	26	
119	25		119	14		119	27	
120	26		120	13		120	29	
121	25		121	10		121	28	
122	22		122	9		122	29	
123	19		123	8		123	30	

124	22		124	10		124	31	
125	26		125	14		125	30	
126	30		126	16		126	32	
127	32		127	20		127	31	
128	31		128	24		128	30	
129	29		129	27		129	31	
130	28		130	26		130	29	
131	27		131	24		131	31	
132	29		132	25		132	32	
133	30		133	26		133	30	
134	33		134	27		134	31	
135	35		135	28		135	29	
136	34		136	29		136	27	
137	33		137	30		137	24	
138	32		138	32		138	20	
139	30		139	33		139	17	
140	29		140	35		140	14	
141	30		141	39		141	10	
142	32		142	41		142	6	
143	35		143	43		143	8	
144	36		144	42		144	7	
145	37		145	39		145	6	
146	36		146	31		146	8	
147	37		147	24		147	9	
148	36		148	19		148	8	
149	35		149	17		149	9	
150	34		150	15		150	11	
151	30		151	10		151	13	
152	23		152	8		152	15	
153	14		153	9		153	12	
154	12		154	8		154	14	
155	16		155	11		155	18	
156	19		156	12		156	22	
157	23		157	14		157	27	
158	26		158	15		158	33	
159	29		159	16		159	36	
160	31		160	18		160	37	
161	34		161	21		161	36	
162	35		162	23		162	37	
163	34		163	26		163	38	
164	32		164	30		164	41	
165	28		165	36		165	38	
166	22		166	38		166	36	

167	17		167	40		167	38	
168	16		168	42		168	40	
169	15		169	45		169	42	
170	16		170	47		170	43	
171	17		171	46		171	40	
172	20		172	45		172	39	
173	23		173	42		173	37	
174	26		174	37		174	33	
175	27	Promedio	175	36		175	31	
176	4688	26.78857143	176	35		176	28	Promedio
177			177	32		177	4180	23.75
178			178	28		178		
179			179	23		179		
180			180	19	Promedio	180		
181			181	4522	25.12222222	181		

Recorrido en la Av. Revolución Sector 2 (Av. El sol hasta Av. Cesar Vallejo)								
Mototaxi			Mototaxi			Mototaxi		
N°	Velocidad	Tiempo en minutos	N°	Velocidad	Tiempo en minutos	N°	Velocidad	Tiempo en minutos
1	2	05:45	1	0	04:24	1	11	05:21
2	0		2	2		2	13	
3	4		3	3		3	15	
4	3		4	5		4	16	
5	0		5	6		5	17	
6	5		6	5		6	19	
7	3		7	7		7	21	
8	6		8	8		8	22	
9	7		9	10		9	24	
10	6		10	12		10	25	
11	7		11	15		11	26	
12	8		12	16		12	27	
13	10		13	17		13	28	
14	12		14	19		14	29	
15	11		15	20		15	30	
16	9		16	21		16	31	
17	8		17	23		17	32	
18	9		18	24		18	33	
19	11		19	26		19	34	
20	12		20	23		20	35	
21	13		21	22		21	34	
22	15		22	20		22	33	
23	16		23	19		23	32	
24	15		24	20		24	30	
25	16		25	21		25	26	
26	18		26	23		26	21	
27	16		27	24		27	15	
28	15		28	25		28	14	
29	20		29	27		29	12	
30	21		30	28		30	14	
31	22		31	29		31	15	
32	23		32	25		32	16	
33	24		33	20		33	17	
34	25		34	15		34	18	
35	26		35	13		35	19	
36	27		36	12		36	20	
37	28		37	13		37	21	

38	29		38	16		38	22	
39	30		39	17		39	23	
40	31		40	18		40	24	
41	30		41	19		41	25	
42	29		42	20		42	26	
43	30		43	21		43	27	
44	31		44	22		44	28	
45	30		45	25		45	27	
46	28		46	26		46	28	
47	24		47	27		47	27	
48	20		48	28		48	26	
49	16		49	30		49	27	
50	13		50	31		50	26	
51	12		51	32		51	25	
52	13		52	30		52	24	
53	14		53	26		53	23	
54	15		54	23		54	21	
55	14		55	18		55	17	
56	17		56	13		56	14	
57	18		57	14		57	13	
58	22		58	17		58	12	
59	21		59	18		59	13	
60	20		60	19		60	14	
61	21		61	21		61	15	
62	22		62	22		62	16	
63	23		63	24		63	15	
64	25		64	25		64	16	
65	24		65	26		65	17	
66	26		66	27		66	18	
67	27		67	28		67	19	
68	26		68	29		68	21	
69	24		69	27		69	22	
70	26		70	24		70	21	
71	25		71	19		71	22	
72	26		72	16		72	23	
73	27		73	12		73	24	
74	26		74	8		74	25	
75	25		75	4		75	26	
76	24		76	1		76	27	
77	25		77	0		77	26	
78	24		78	2		78	25	
79	25		79	4		79	26	

80	23		80	6		80	27	
81	21		81	9		81	26	
82	20		82	11		82	28	
83	18		83	13		83	27	
84	15		84	15		84	26	
85	12		85	17		85	25	
86	13		86	19		86	24	
87	14		87	22		87	23	
88	15		88	20		88	24	
89	16		89	16		89	25	
90	19		90	15		90	26	
91	17		91	13		91	25	
92	19		92	15		92	24	
93	21		93	16		93	21	
94	22		94	18		94	20	
95	23		95	17		95	23	
96	24		96	20		96	22	
97	23		97	22		97	19	
98	25		98	23		98	18	
99	24		99	24		99	13	
10	25		10	26		10	9	
10	24		10	28		10	5	
10	22		10	30		10	3	
10	24		10	31		10	2	
10	25		10	32		10	1	
10	24		10	33		10	0	
10	25		10	32		10	7	
10	24		10	31		10	5	
10	25		10	30		10	7	
10	26		10	31		10	9	
11	27		11	32		11	10	
11	28		11	34		11	12	
11	26		11	36		11	13	
11	27		11	35		11	15	
11	25		11	33		11	16	
11	23		11	31		11	17	
11	22		11	29		11	19	
11	21		11	25		11	20	
11	19		11	22		11	18	
11	20		11	19		11	14	
12	21		12	14		12	13	
12	19		12	16		12	12	

12	17		12	18		12	8	
12	18		12	20		12	7	
12	19		12	22		12	6	
12	22		12	24		12	7	
12	21		12	26		12	6	
12	18		12	28		12	5	
12	16		12	26		12	4	
12	13		12	21		12	5	
13	9		13	20		13	8	
13	8		13	22		13	9	
13	5		13	24		13	11	
13	4		13	26		13	13	
13	1		13	28		13	15	
13	0		13	30		13	16	
13	2		13	23		13	19	
13	4		13	22		13	17	
13	5		13	24		13	18	
13	7		13	26		13	19	
14	9		14	28		14	20	
14	8		14	30		14	21	
14	11		14	31		14	22	
14	12		14	33		14	23	
14	14		14	34		14	24	
14	15		14	35		14	23	
14	16		14	36		14	22	
14	17		14	35		14	23	
14	18		14	34		14	24	
14	19		14	30		14	22	
15	20		15	26		15	23	
15	19		15	22		15	24	
15	18		15	18		15	25	
15	16		15	17		15	26	
15	14		15	13		15	28	
15	13		15	12		15	27	
15	12		15	10		15	26	
15	14		15	9		15	23	
15	15		15	10		15	20	
15	16		15	12		15	16	
16	17		16	13		16	14	
16	18		16	11		16	13	
16	19		16	9		16	12	
16	20		16	10		16	11	

16	21		16	12		16	13	
16	22		16	15		16	15	
16	21		16	16		16	17	
16	20		16	18		16	18	
16	19		16	20		16	19	
16	18		16	21		16	18	
17	17		17	22		17	19	
17	16		17	24		17	18	
17	17		17	26		17	20	
17	19		17	27		17	17	
17	18		17	28		17	18	
17	17		17	29		17	15	
17	18		17	30		17	12	
17	19		17	31		17	11	
17	22		17	32		17	9	
17	21		17	33		17	8	
18	24		18	34		18	6	
18	23		18	35		18	5	
18	24		18	36		18	4	
18	23		18	35		18	2	
18	21		18	34		18	0	
18	19		18	33		18	2	
18	17		18	32		18	3	
18	19		18	31		18	2	
18	17		18	29		18	3	
18	15		18	26		18	6	
19	14		19	23		19	10	
19	15		19	20		19	11	
19	16		19	16		19	12	
19	14		19	4124	21.47916667	19	13	
19	16		19			19	12	
19	17		19			19	15	
19	20		19			19	13	
19	19		19			19	10	
19	17		19			19	8	
19	18		19			19	6	
20	16		20			20	5	
20	15		20			20	3	
20	16		20			20	0	
20	14		20			20	3557	17.60891089
20	12		20			20		
20	10		20			20		

20	9		20			20		
20	12		20			20		
20	13		20			20		
20	12		20			20		
21	11		21			21		
21	12		21			21		
21	13		21			21		
21	12		21			21		
21	11		21			21		
21	13		21			21		
21	12		21			21		
21	13		21			21		
21	14		21			21		
21	15		21			21		
22	14		22			22		
22	13		22			22		
22	12		22			22		
22	10		22			22		
22	12		22			22		
22	14		22			22		
22	15		22			22		
22	14		22			22		
	3948	17.3920704						

Anexo 3 Parte del Formato del Programa IVE MODEL – Obtención del INDEX

TABLA RELACIONADA AL MANUAL IVE MODEL PARA CARCATERIZAR AL VEHÍCULO

Description	Fuel	Weight	Air/Fuel Control	Exhaust	Evaporative	Age	Index
Auto/Sml Truck	Petrol	Light	Carburetor	None	PCV	<79K km	0
Auto/Sml Truck	Petrol	Light	Carburetor	None	PCV	80-161K km	1
Auto/Sml Truck	Petrol	Light	Carburetor	None	PCV	>161K km	2
Auto/Sml Truck	Petrol	Medium	Carburetor	None	PCV	<79K km	3
Auto/Sml Truck	Petrol	Medium	Carburetor	None	PCV	80-161K km	4
Auto/Sml Truck	Petrol	Medium	Carburetor	None	PCV	>161K km	5
Auto/Sml Truck	Petrol	Heavy	Carburetor	None	PCV	<79K km	6
Auto/Sml Truck	Petrol	Heavy	Carburetor	None	PCV	80-161K km	7
Auto/Sml Truck	Petrol	Heavy	Carburetor	None	PCV	>161K km	8
Auto/Sml Truck	Petrol	Light	Carburetor	2-Way	PCV	<79K km	9
Auto/Sml Truck	Petrol	Light	Carburetor	2-Way	PCV	80-161K km	10
Auto/Sml Truck	Petrol	Light	Carburetor	2-Way	PCV	>161K km	11
Auto/Sml Truck	Petrol	Medium	Carburetor	2-Way	PCV	<79K km	12
Auto/Sml Truck	Petrol	Medium	Carburetor	2-Way	PCV	80-161K km	13
Auto/Sml Truck	Petrol	Medium	Carburetor	2-Way	PCV	>161K km	14
Auto/Sml Truck	Petrol	Heavy	Carburetor	2-Way	PCV	<79K km	15
Auto/Sml Truck	Petrol	Heavy	Carburetor	2-Way	PCV	80-161K km	16
Auto/Sml Truck	Petrol	Heavy	Carburetor	2-Way	PCV	>161K km	17
Sml Engine	Petrol	Med	4-Cycle, Carb	Catalyst	None	0-25K	1236
Sml Engine	Petrol	Med	4-Cycle, Carb	Catalyst	None	26-50K	1237
Sml Engine	Petrol	Med	4-Cycle, Carb	Catalyst	None	>50K	1238
Sml Engine	Petrol	Hvy	4-Cycle, Carb	Catalyst	None	0-25K	1239
Sml Engine	Petrol	Hvy	4-Cycle, Carb	Catalyst	None	26-50K	1240
Sml Engine	Petrol	Hvy	4-Cycle, Carb	Catalyst	None	>50K	1241
Sml Engine	Petrol	Lt	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	0-25K	1242
Sml Engine	Petrol	Lt	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	26-50K	1243
Sml Engine	Petrol	Lt	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	>50K	1244
Sml Engine	Petrol	Med	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	0-25K	1245
Sml Engine	Petrol	Med	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	26-50K	1246
Sml Engine	Petrol	Med	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	>50K	1247
Sml Engine	Petrol	Hvy	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	0-25K	1248
Sml Engine	Petrol	Hvy	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	26-50K	1249
Sml Engine	Petrol	Hvy	4-Cycle, FI	Catalyst	PCV	>50K	1250
Sml Engine	CNG/LPG	Lt	4-Cycle, Carb	Improved	None	0-25K	1251
Sml Engine	CNG/LPG	Lt	4-Cycle, Carb	Improved	None	26-50K	1252
Sml Engine	CNG/LPG	Lt	4-Cycle, Carb	Improved	None	>50K	1253
Sml Engine	CNG/LPG	Med	4-Cycle, Carb	Improved	None	0-25K	1254
Sml Engine	CNG/LPG	Med	4-Cycle, Carb	Improved	None	26-50K	1255
Sml Engine	CNG/LPG	Med	4-Cycle, Carb	Improved	None	>50K	1256
Sml Engine	CNG/LPG	Hvy	4-Cycle, Carb	Improved	None	0-25K	1257
Sml Engine	CNG/LPG	Hvy	4-Cycle, Carb	Improved	None	26-50K	1258
Sml Engine	CNG/LPG	Hvy	4-Cycle, Carb	Improved	None	>50K	1259
Sml Engine	CNG/LPG	Lt	4-Cycle, Carb	High Tech	None	0-25K	1260

Nota: Es una muestra del formato IVE MODEL

Anexo 4 Resultados del BIN (estrés del motor)

vehículo	trayecto	(km/h)	(m/s)	v1 (km/h)	v1 (km/h)	v1 (m/s)	v1 (m/s)	t (s)	Accel (m/s ²)	m (kg)	m (kg)	(m/s ²)	(m)	VSP (kW/t)	de v	KFM	MOTOR	DIR
AUTOMOVIL	1	26.79	7.44166667	13	27	3.61111111	7.5	228.443449	0.01702342	158	176	-2.41881299	1700	-41.4165239	13	0.5724359	-2.74088601	1
AUTOMOVIL	2	25.12	6.97777778	13	19	3.61111111	5.27777778	243.630573	0.00684096	176	158	2.57961783	1700	34.5894173	5	1.39555556	4.16270894	39
AUTOMOVIL	3	23.75	6.59722222	0	28	0	7.77777778	257.684211	0.03018337	176	158	2.72842105	1700	25.8870235	5	1.31944444	3.39040632	37
MOTOTAXI	4	17.39	4.83055556	0	14	0	3.88888889	351.926394	0.01105029	158	176	-3.72627947	1700	24.6294593	5	0.96611111	2.93646786	17
MOTOTAXI	5	21.48	5.96666667	0	16	0	4.44444444	284.916201	0.01559913	176	158	3.01675978	1700	8.20469971	13	0.45897436	1.11535034	13
MOTOTAXI	6	17.61	4.89166667	11	0	3.05555556	0	347.529813	-0.00879221	158	176	-3.67972743	1700	23.3617234	5	0.97833333	2.8472712	17
MOTO LINEAL	7	26.93	7.48055556	16	24	4.44444444	6.66666667	227.255848	0.0097785	158	176	-2.4062384	1700	-42.1679329	13	0.57542735	-2.79800728	1
MOTO LINEAL	8	23.71	6.58611111	14	1	3.88888889	0.27777778	258.118937	-0.01399011	158	176	-2.73302404	1700	-23.5793942	13	0.50662393	-1.37972761	5
MOTO LINEAL	9	21.69	6.025	24	14	6.66666667	3.88888889	282.157676	-0.00984477	158	176	-2.98755187	1700	-8.20237611	13	0.46346154	-0.19272855	9
CAMIONETA PANEL/RURAL	10	16.39	4.55277778	31	10	8.61111111	2.77777778	373.398414	-0.01562228	176	158	3.95363026	1700	-27.4862907	13	0.35021368	-1.84868958	5
CAMIONETA PANEL/RURAL	11	21.53	5.98055556	0	18	0	5	284.254529	0.01758987	176	158	3.00975383	1700	8.63827554	13	0.46004274	1.15110478	13
CAMIONETA PANEL/RURAL	12	17.64	4.9	0	0	0	0	346.938776	0	176	158	3.67346939	1700	-21.8789799	13	0.37692308	-1.37339531	6
CAMIONETA	13	22.95	6.375	12	20	3.33333333	5.55555556	266.666667	0.00833333	158	176	-2.82352941	1700	-17.976823	13	0.49038462	-0.94776122	7
CAMIONETA	14	22.49	6.24722222	11	16	3.05555556	4.44444444	272.120943	0.00510394	158	176	-2.88128057	1700	-14.5052972	13	0.48055556	-0.67986822	8
CAMIONETA	15	23.47	6.51944444	15	21	4.16666667	5.83333333	260.758415	0.00639161	158	176	-2.76097145	1700	-21.7587348	13	0.50149573	-1.23920306	6
CAMIONCITO	16	26.01	7.225	0	14	0	3.88888889	235.294118	0.01652778	158	176	-2.49134948	1700	-37.3842097	13	0.55576923	-2.43496754	2
CAMIONCITO	17	20.55	5.70833333	15	26	4.16666667	7.22222222	297.810219	0.01026008	158	176	-3.15328467	1700	1.52879232	13	0.43910256	0.56140595	12
CAMIONCITO	18	23.29	6.46944444	8	27	2.22222222	7.5	262.773723	0.02008488	176	158	2.78231	1700	22.536397	5	1.29388889	3.09680065	17
CUSTER	19	19.02	5.28333333	16	8	4.44444444	2.22222222	321.766562	-0.00690632	176	158	3.40694006	1700	-12.5908757	13	0.40641026	-0.6008598	8
CUSTER	20	16.21	4.50277778	16	19	4.44444444	5.27777778	377.544725	0.00220724	176	158	3.99753239	1700	-27.938302	13	0.34636752	-1.88869664	4
CUSTER	21	19.55	5.43055556	9	16	2.5	4.44444444	313.043478	0.00621142	158	176	-3.31457801	1700	9.88301068	13	0.41773504	1.2083759	13
CAMION	22	17.48	4.85555556	0	13	0	3.61111111	350.114416	0.01031409	176	158	3.70709382	1700	-22.7003692	13	0.37350427	-1.44252526	6
CAMION	23	21.79	6.05277778	17	23	4.72222222	6.38888889	280.862781	0.0059341	176	158	2.97384121	1700	10.7288814	13	0.46559829	1.3239088	14
CAMION	24	24.17	6.71388889	39	15	10.83333333	4.16666667	253.206454	-0.02632898	176	158	2.68100952	1700	28.3302325	5	1.34277778	3.60919638	38
OMNIBUS	25	29.75	8.26388889	0	0	0	0	205.714286	0	158	176	-2.17815126	1700	-54.4743982	13	0.63568376	-3.7222681	0
OMNIBUS	26	23.28	6.46666667	0	41	0	11.3888889	262.886598	0.04332244	176	158	2.78350515	1700	22.6287429	5	1.29333333	3.10363276	17
OMNIBUS	27	23.3	6.47222222	0	3	0	0.83333333	262.660944	0.00317266	158	176	-2.78111588	1700	-20.5712719	13	0.49786325	-1.1478385	6

Elaboración propia

Anexo 5 Ubicación de posibles paraderos para una mejora transitoria



Figura 24 Propuesta de paradero 1 en el área de estudio. Elaboración propia.



Figura 25: Propuesta de paradero 2 en el área de estudio. Elaboración propia.



Figura 26 Propuesta de paradero 3 en el área de estudio. Elaboración propia.



Figura 27 Propuesta de paradero 3 en el área de estudio. Elaboración propia

Anexo 6 Registro fotográfico



Figura 28 Seguimiento al camión < 5 ton.



Figura 29 Medición las aceleraciones del ómnibus.



Figura 30 Modelo JBC camión < 5 ton.



Figura 31 Grabación de las aceleraciones.



Figura 32 Panorama de la intersección av. Revolución con av. Cesar Vallejo.



Figura 33 Encuesta al Conductor.

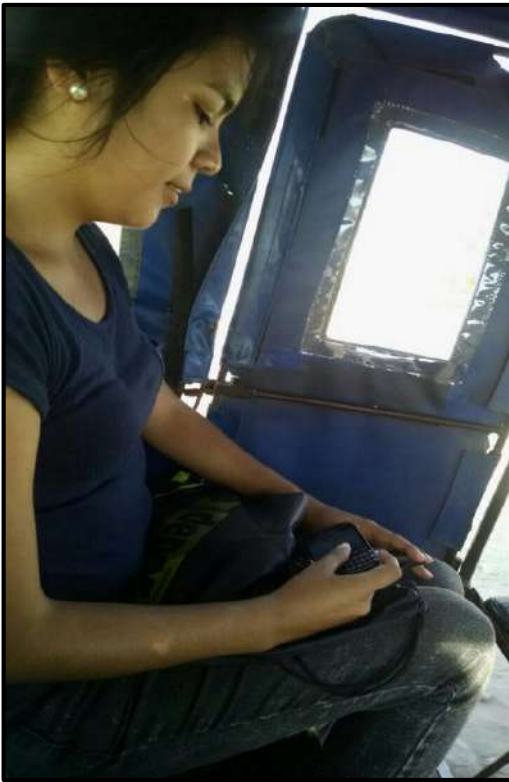


Figura 34 Grabación de aceleración en mototaxis.



Figura 35 Grabación de aceleración en automóvil.



Figura 36 **Camión volvo.**



Figura 37 **Seguimiento al camión.**