



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS
ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE GENERADA EN
EL PARQUE AUTOMOTOR DEL DISTRITO DE IMAZA,
CHIRIACO, 2018.

PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

Fernández Aguilar Ronald
Malca Vargas Gleiser Neiber

Asesora:

Medina Díaz Sonia

Línea de Investigación:

Contaminación Ambiental y Biotecnología

Chiclayo – Perú
2019

**ANALISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE GENERADA EN
EL PARQUE AUTOMOTOR DEL DISTRITO DE IMAZA,
CHIRIACO**

FIRMA DEL ASESOR Y JURADO DE TESIS

**Ing. Sonia Medina Díaz
ASESORA**

**Ing. Antonio Idrogo Idrogo
PRESIDENTE**

**Ing. Enrique Santos Nauca Torres
SECRETARIO**

**Ing. Sonia Medina Díaz
VOCAL**

DEDICATORIA

Dedicamos la investigación realizada a Dios, a nuestra familia, a nuestros padres y demás familiares por su apoyo en la culminación de esta importante obra.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento invaluable a la Universidad de Lambayeque, a sus docentes y personal administrativo que de alguna forma hicieron posible con su apoyo la culminación de la presente tesis.

A Nuestra asesora y jurados por apoyarnos en las correcciones y apoyo para la culminación del informe.

Gracias a todas las personas que de alguna manera fueron nuestro apoyo emocional durante esta etapa.

Los Autores.

RESUMEN

La presente investigación denominada: Análisis de la contaminación del aire generada por parque automotor del Distrito de Imaza, Chiriaco, provincia de Bagua, departamento de Amazonas, trata de confrontar uno de los más grandes problemas que agobia a la humanidad y que queda aún por resolver, como es la contaminación del medio ambiente por emisiones de CO, generalmente por el parque automotor de la ciudad de Chiriaco. Estas emisiones son importantes por los efectos dañinos que generan en la población humana, y en el ambiente en genera. Para el desarrollo de la investigación se planteó como objetivo general Estimar las emisiones de CO al aire generada por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco, distrito de Imaza 2019. La metodología utilizada para estimar las emisiones se basa en el modelo IVE americano, y la recolección de información a través de una. Los resultados muestran que el parque automotor de Chiriaco esta constituido por vehículos menores principalmente, relativamente antiguos y es pequeño en número (1309 vehículos totales), las emisiones estimadas son superiores a las teóricas esperadas en función a los factores de ajuste empleados para el modelo, el parque automotor emite en total 27.98 t/año, y los valores por tipo de vehículo se encuentran por encima de los establecidos como LMP por la norma peruana vigente.

Palabras clave: Monóxido de carbono, parque automotor, contaminación del aire.

ABSTRACT

The present investigation called: Analysis of the air pollution generated by the Imaza District's car park, Chiriaco, Bagua province, department of Amazonas, tries to confront one of the biggest problems that plague humanity and that remains to be resolved , as it is the pollution of the environment by emissions of CO, generally by the automotive park of the city of Chiriaco. These emissions are important because of the harmful effects they generate in the human population, and in the general environment. For the development of the research, the general objective was to estimate the emissions of CO to the air generated by the vehicle fleet in the city of Chiriaco, district of Imaza 2019. The methodology used to estimate emissions is based on the American IVE model, and the collection of information through one. The results show that Chiriaco's vehicle fleet is made up of mainly minor vehicles, relatively old and is small in number (1309 total vehicles), the estimated emissions are higher than the theoretical expected based on the adjustment factors used for the model, the vehicle fleet emits in total 27.98 t / year, and the values by type of vehicle are above those established as LMP by the current Peruvian standard.

Keywords: Carbon monoxide, car park, air pollution.

Índice

RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes Bibliográficos.....	7
2.2. Bases teóricas.....	11
2.3. Definición de términos básicos	22
2.4. Hipótesis.....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Tipo de estudio y Diseño de Investigación	26
3.1.1. Tipo de estudio	26
3.1.2. Diseño de Investigación.....	26
3.2. Población y muestra de estudio	26
3.2.1. Población.....	26
3.2.2. Muestra	27
3.2.3. Muestreo	28
3.2.3.1. Estratificación de la población:	28
3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.4. Procesamiento de datos y análisis estadístico	37
IV. RESULTADOS	38

4.1.	Caracterización del parque automotor en Chiriaco	38
4.2.	Estimación de las emisiones de CO del parque automotor de Chiriaco.....	43
4.3.	Estimación de las emisiones de CO total por año del parque automotor de Chiriaco	44
4.4.	Comparación de las emisiones estimadas con los LMP vigentes	46
V.	DISCUSIÓN	48
VI.	CONCLUSIONES.....	49
VII.	RECOMENDACIONES.....	50
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
	ANEXOS.....	54

I. INTRODUCCIÓN

La polución atmosférica reviste una trascendencia relevante en virtud de que, para poder vivir, el hombre necesita aire limpio. Pero para saber si respiramos aire limpio debemos conocer las características del aire y que contaminantes están presentes, y sobre todo en qué cantidades se encuentran. (Méndez, 2017).

Uno de los más grandes problemas que enfrenta la humanidad es la contaminación del medio ambiente, principalmente la del aire, provocada en gran medida por el hombre. Las emisiones vehiculares son un tema de gran importancia en las grandes ciudades del mundo no solo por los daños que ocasionan en la salud sino también por los efectos que tienen en el medio ambiente. (Méndez, 2017).

El cambio climático que sufre nuestro planeta es el principal desafío decisivo para su desarrollo en este siglo XXI. El transporte de personas hoy en día es la principal razón de consumo de petróleo en el mundo, la fuente de emisiones de CO₂ que más ha crecido. Lo más preocupante es que el 30% de las emisiones de nuestros vehículos son gases de efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero existen de forma natural en la atmósfera para regular la temperatura de la tierra, pero el aumento de los mismos provoca nocivas consecuencias. De todos los gases que provocan el efecto invernadero y hacen que aumente la temperatura de nuestro planeta cada vez más debido, el CO₂ es el que más contribuye al cambio climático. Este nocivo gas supone un 80% de las emisiones totales y su principal fuente de emisión es la quema de combustibles fósiles como el petróleo, gas y carbón. Además, hay que saber que los gases invernadero son de “larga permanencia”, lo que quiere decir que permanecen activos en la atmósfera por mucho tiempo (Méndez, 2017).

Los gases, al concentrarse en sitios cerrados, producen lo que muchos llaman la muerte dulce, pues la inhalación de monóxido de carbono que genera la combustión de la gasolina o de otros combustibles, como el diésel y el gas, causan una sobresaturación en el organismo. Los síntomas de intoxicación, explica la médica toxicóloga María Francisca Olarte, pueden confundirse con los de la gripa. La persona puede presentar problemas gastrointestinales, mareo y dolor de cabeza, y dificultades para caminar. Cuando la

intoxicación es muy severa, los pacientes pueden perder la conciencia, tener convulsiones y caer en coma. (OMS, 2014).

Aunque el desarrollo tecnológico de los automóviles ha hecho que los sistemas de escape sean más amables con el medio ambiente, gracias a la implementación de los catalizadores, esto no significa que no sean nocivos para la salud humana (si no se toman las medidas de precaución pertinentes).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, y/o perturbar el bienestar y el uso de los bienes.

En América Latina, la ciudad con peores indicadores de calidad de aire es Lima. La OMS, ha elegido a la ciudad de Lima como una de las más contaminadas de Latinoamérica. Lima también ha tenido algunos avances en la calidad de su aire, pero a partir del 2014 estamos perdiendo terreno con respecto a las otras ciudades en la región. (Méndez, 2017).

A su vez, Lima es la ciudad con más contaminación atmosférica de Latinoamérica, señalando que el nivel de contaminación es seis veces superior al máximo razonable, que pone a su población que vive en ecosistemas urbanos concentrados de contaminación automotriz en riesgo de padecer problemas de salud a largo plazo. (OMS, 2014).

La falta de mantenimiento e inspecciones técnicas a los vehículos; El alto precio de la gasolina sin plomo comparado con la gasolina con plomo; Transporte público sin regulación e ineficientes; presencia de grandes números de terminales intermunicipales e interprovinciales ubicados en el centro de la ciudad de Lima. (Méndez, 2017).

Para el año 2020, el Perú tendrá 4,5 millones de vehículos, las cifras al cierre del año 2013, fue de dos millones de unidades y para este año se cierra con tres millones; mientras que la antigüedad del parque para el 2020, será de 12 años, la antigüedad de hoy es de 18 años, es decir que en el Perú de hoy tenemos un carro por siete personas, para el año 2020, habrá tres carros por una persona. (Méndez, 2017).

El aumento del consumo de combustibles fósiles por la industria, la concentración de la población en áreas urbanas, la continua y acelerada deforestación de bosques y tierras y el advenimiento de vehículos con motor de combustión han empeorado el problema rápida y paulatinamente. Pero, sin lugar a dudas, el motor de gasolina ha sido y es el principal agente contaminador (Lira, 1999).

En el caso del Perú, el panorama del control de las emisiones tóxicas y la contaminación ambiental no es tan alentador; en efecto, según un programa de monitoreo del aire, realizado en el centro de Lima, desde enero a julio del presente año, de 183 mediciones que se hicieron 178 superaron los lineamientos recomendados en 1987 por la Organización Mundial de la Salud en cuanto a partículas inferiores a 10 micras (PM10), las cuales están compuestas por partículas finas que ingresan fácilmente por las vías respiratorias a los pulmones (Lira, 1999).

La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, establece en el Art. 118 de la Protección de la calidad del aire, que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente (Ley N° 28611).

El Perú ha conducido esfuerzos importantes que han generado considerables dividendos, particularmente en la conservación de la biodiversidad y el manejo de los recursos naturales. Sin embargo, la estructura organizacional existente tiene severas limitaciones que dificultan una respuesta eficiente a los desafíos ambientales actuales y futuros. Estas limitaciones se originan de tres fuentes principales: Falta de un sistema integrado de planeamiento ambiental, carencia de capacidad de gestión suficiente, escasa responsabilidad, monitoreo y capacidad de aplicación de la norma.

En la actualidad, más del 50% del parque vehicular posee 15 o más años de antigüedad, lo que se complica con la baja calidad de los combustibles, según el ingeniero Concepción

Gamarra, experto en calidad del aire, explicó que el 30% restante solo es ocasionado por la actividad comercial, industrias y ciudadanos (Gamarra, 2017).

Según, Aguilar (2007), ha establecido, luego de rigurosas investigaciones, que tres cuadras del jirón Carabaya, en el centro de Lima, son las más contaminadas de Lima, que los vehículos adaptados para el uso de gas natural vehicular contaminan más que los clásicos gasolineros.

Según, el Decreto Supremo N° 010- 2017-MINAM los Límites Máximos Permisibles (LMP), son emisiones contaminantes, son aplicables a los vehículos nuevos y usados que serán incorporados en el parque automotor, así como a los vehículos que ya se encuentran en circulación dentro del Sistema Nacional de Transporte Terrestre, tomando como referencia los valores establecidos en el Anexo I del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC y sus modificatorias; así como las recomendaciones del Banco Mundial y las experiencias internacionales en materia de normas de emisión. (D.S. N°010-2017-MINAM).

Actualmente la medición de emisiones de fuentes vehiculares presenta un gran reto ya que, a diferencia de las fuentes puntuales, no es factible su medición debido a la gran cantidad y variedad de vehículos en circulación, es por eso que existen técnicas indirectas de estimación de emisiones las cuales no involucran mediciones en cada una de las fuentes, sino que utilizan los resultados de miles de mediciones directas realizadas en otras áreas de estudio y las correlacionan con la flota deseada y con los parámetros locales que la pudiera afectar obteniendo así resultados muy cercanos a la realidad. Una de esas técnicas es el uso de factores de emisión que pueden ser estimados para cada tipo o categoría vehicular de manera general constituyendo lo que se conoce como factores de emisiones globales. Dichos factores, orientados a estimar la cantidad de contaminación generada por el parque automotor, poseen variables que se ajustan a las características de la localidad en donde se desea llevar a cabo el estudio (D.S. 010-2017-MINAM).

Según Radio Programa del Perú [RPP] en su artículo publicado el 12 de octubre del 2017, ONG Aire Limpio: "Parque automotor origina el 70% de la contaminación del aire en Lima". La contaminación del aire en Lima es generada por un 70% del parque automotor y la calidad de los combustibles, según un estudio realizado por el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio, que integran diversos ministerios. Solo el 30% sería ocasionado

por la actividad comercial (restaurantes, emporios comerciales, entre otros), ciudadanos y algunas industrias (RPP, 2017).

Por lo antes mencionado resulta necesario, establecer medidas correctivas o herramientas de control contra la contaminación ambiental generada por el tráfico vehicular, conocer el comportamiento de las distintas variables responsables de dichas emisiones las cuales se pueden evaluar de una manera práctica con la ayuda de los factores de emisiones globales.

En el distrito Imaza, Chiriaco no es ajeno a los problemas ambientales mencionados por lo cual, en los últimos 5 años el parque automotor del distrito ha crecido notablemente, más aún el parque automotor informal, lo que se ha observado a través de la caracterización de la problemática, no existe un ordenamiento vehicular, las políticas y normas establecidas a nivel nacional no han impulsado un seguimiento y control por las autoridades, lo que ha ocasionado que las agentes vulnerables al problema afecten su salud en enfermedades respiratorias, bronquiales y asma, esto debido a la contaminación. Por lo que se hace necesario un análisis de la contaminación del aire generada por parque automotor del Distrito de Imaza, Chiriaco.

IMAZA es uno de los seis distritos de la Provincia de Bagua, ubicada en el Departamento de Amazonas en el norte del Perú. Limita por el norte y por el este con la provincia de Condorcanqui; por el sur con la provincia de Utcubamba y el distrito de Aramango y; por el oeste con el departamento de Cajamarca y en corto trecho con el Ecuador.

Abarca una extensión de 4 534,7 km² y una población de más de 21 000 hab.

Su capital es la villa de Chiriaco a 347 msnm con 1232 habitantes, la cantidad de viviendas aproximadas es de 311, según la Municipalidad de Distrital de Imaza.

Existen 7 anexos entre los más importantes: Achu, Chinim, Nayap, Pitug, Rio Escondido, Ubkai y Wachis. Existen 68 caseríos entre los más importantes: Chipe a 251 msnm con 749 habitantes; Imacita a 273 msnm con 817 habitantes; Kunchin a 420 msnm con 583 habitantes y Yupicusa a 296 msnm con 549 habitantes. (Municipalidad de Imaza,2014)

En tanto el problema principal que aborda la investigación responde a la interrogante: ¿Cuánto es la emisión de monóxido de carbono – CO al aire generada por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco, distrito de Imaza 2018?

Los objetivos que se establecieron en la presente investigación engloban a un objetivo general: Estimar las emisiones de CO al aire generada por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco, distrito de Imaza 2018 y los objetivos específicos planteados: (1) Caracterización del parque automotor en Chiriaco, (2) Estimación de las emisiones de CO del parque automotor de Chiriaco, (3) Estimación de las emisiones de CO total por año del parque automotor de Chiriaco y (4) Comparación de las emisiones estimadas con los LMP vigentes.

La hipótesis general planteada fue: Si se tiene una caracterización adecuada del parque automotor de la ciudad de Chiriaco, entonces es posible calcular los niveles de emisiones potenciales de monóxido de carbono generado por este.

En tanto la justificación e importancia del estudio aborda aspectos importantes que se relacionan en base a aspectos teóricos, metodológicos y prácticos, que se detalla a continuación:

Relevancia Teórica

La presente investigación se justifica teóricamente, ya que se realizó un análisis de los factores que intervienen en la contaminación del aire, especialmente aquellos contaminantes generados por el parque automotor, Según Montesinos (2018), manifiesta que: “Vivimos una severa crisis ambiental causada por las acciones del ser humano. Las alteraciones van desde la contaminación de una acequia al cambio climático global y ponen en peligro la subsistencia de nuestra especie”. (Farmaagro.org), ella se refiere que la contaminación del aire es producida efectivamente por el propio ser humano y qué afecta a otro ser humano. Por lo expuesto es relevante la presente investigación.

Relevancia Metodológica

A través de la investigación se logró analizar la contaminación del aire generada por el parque automotor distrito de Imaza, Chiriaco, de qué manera ser un apoyo hacia las autoridades del distrito de Imaza, Chiriaco, desde este estudio para que se tomen las medidas de prevención y disminuir la problemática abordada, desde la prevención hasta crear una conciencia en los pobladores para cuidar el aire que respiramos.

Relevancia Práctica

El presente estudio será relevante para la Municipalidad de Imaza, ya que, al contar con información necesaria y pertinente del tema investigado, se podrá dar un alcance de lo que ocasiona la contaminación del aire en el ambiente, podrán tomar medidas de mejora, así como para los futuros profesionales será una referencia a quienes busquen ampliar el tema investigado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

A Nivel Internacional

Altunar (2016), en la tesis: Determinación de los niveles de contaminación atmosférica de monóxido de carbono en la ciudad de Torreón Coahuila, (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, México, concluye que: el contaminante monóxido de carbono ocupa el segundo lugar de contaminación más emitido en la ciudad de Torreón, las partículas suspendidas arrojan datos muy elevados que sobrepasan la norma, es el principal contaminante en la ciudad, la contaminación atmosférica representa una amenaza importante tanto para la salud como para el medio ambiente, con respecto a otros contaminantes como O₃, SO₂, y NO₂, pareció ser buena respecto al análisis que se pudo realizar con la información disponible.

Chamarravi y Saavedra (2013), en la tesis: Evaluación del impacto ambiental generado por la emisión de gases en motores que utilizan complementos lubricantes, en la ciudad de Bogotá D.C., (Tesis de grado). Universidad de Manizales, Colombia, refieren que: la aplicación del Aditivo o complemento lubricante a base de nano partículas solo sirve en parte para disminuir las concentraciones y/o porcentajes de gases de emitidos en el régimen crucero (Conducir a velocidad moderada y constante, en el análisis individual de los vehículos se puede evidenciar que a pesar de que los parámetros de los vehículos seleccionados como muestra son muy similares, existen diferencias que pueden alterar los resultados de los análisis de gases tales como el modelo del vehículo, como la marca del combustible utilizada, el lapso de tiempo de cambio de lubricante, el horario de trabajo y la exigencia del motor, las concentraciones de monóxido de carbono (CO) registradas en los análisis del gas en la serie de vehículos seleccionados que se le aplicó el complemento lubricante, se encuentra por debajo del

límite máximo permisible, por lo tanto estas concentraciones no representan un riesgo importante para la salud de la población.

A Nivel Nacional

Valencia (2017), en la investigación: Efecto de medidas administrativas en la reducción de las emisiones de contaminantes criterio por fuentes móviles vehiculares, sector 2 - Villa El Salvador, (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Sur, Lima, refiere que elaborar una línea base de la zona de estudio y proponer soluciones estratégicas para reducir las emisiones de la flota vehicular, además 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, se determinó que el mayor aporte 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 NOx, resultó ser la categoría III y en mayor aporte de VOC, SOx y PM10, la categoría II, así pues 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 considerando la antigüedad.

Méndez (2017), en la tesis: Parque automotor y contaminación ambiental en el Centro Histórico de Lima, (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, concluye que: Se ha comprobado que en las vías y calles principales del centro histórico de Lima, tenemos la presencia de abundante contaminantes como el CO Principalmente, CO₂ y PM; contraviniendo las normas actuales de la OMS, OPS Y norma de salud peruanas existentes, con las que se obtuvo que las concentraciones actuales en las vías principales del centro histórico y en relación al CO, son significativos, debido a que afectan y aceleran procesos de enfermedades como el Asma, Cardiopatía, Cáncer, Alteración de la conducta etc. Se ha podido determinar que el CO está por encima de los máximos permitidos. La OMS recomienda 20 ug/m³ para 24 horas; mientras en Lima la contaminación diaria llega 90 ug/m³. La reducción de la contaminación del aire es posible cuando se practica una gerencia de gestión ambiental,

aplicando normas legislativas sin ambigüedades y ejecutando planes, proyectos y programas para reducir la antigüedad del parque automotor, los combustibles alterados, ordenamiento de las rutas y paraderos, reducir la cantidad de empresas que no tienen formalidad, crear Áreas de Vegetación Urbana (AVU), reducir la congestión del tránsito por las estrechas calles del centro histórico, buscando vías fuera de ella y practicar una correcta gestión de inspección en las calles.

Saldaña (2016), en la tesis: Emisión de gases por el parque automotor y su repercusión en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos año 2015, (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, se propone determinar en que medida la emisión de gases (CO y CO₂), generados por los vehículos que circulan por vías de la ciudad influye en la contaminación del aire, para ello se determinó la velocidad del flujo vehicular en las redes viales de la ciudad, se midieron los tiempo que utilizaron las unidades en transitar una determinada distancia (50m), se calcularon los factores de emisión el cual permitió determinar la concentración del monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO₂), el factor de emisión de gas (CO₂), tanto para vehículos mayores y menores es por el tipo de consumo de combustible, diésel o gasolina, para los vehículos que consumen gasolina de 84 y 90 octanos es 2.38 kg/L y para los que consumen diesel es 2.61 kg/L.

De la Cruz (2015), en la investigación: Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012, (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro, Huancayo, su propósito fue estimar la concentración de los contaminantes del aire en la ciudad de Huancayo generado por las fuentes móviles para comparar con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aplicando de esta forma la metodología de Economopoulos. Luego de las comparaciones se determinó que la concentración de los contaminantes del aire en la ciudad de Huancayo generado por las fuentes móviles supera los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, siendo los que generan mayor cantidad de contaminantes los vehículos a gasolina con un promedio de 0,73 toneladas al año por vehículo, le siguen los vehículos diésel con 0,34 y los vehículos a gas con solo 0,26.

Saavedra (2014), en la tesis: Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un Ambiente de tráfico vehicular,

(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, se estimó las emisiones provenientes de los vehículos durante su recorrido en una sección de 1.41 kilómetros en una de las principales avenidas de la ciudad de Lima a la hora de mayor congestión vehicular utilizando la metodología chilena Modem, se compararon las emisiones obtenidas con las producidas en un ambiente libre de congestión vehicular para cuantificar la magnitud de este fenómeno. Según los resultados, las emisiones generadas en un ambiente de tráfico ascendieron a 18407.0 kg/año (902.3 kg/año más comparado con lo que se produce en un ambiente sin congestión vehicular).

Mendoza (2014), en la tesis: Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el cercado de Tacna, 2011-2012, (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, se centró en valorar las emisiones generadas por fuentes móviles en la cuenca atmosférica del Cercado de Tacna en los años 2011-2012, los resultados indican que las emisiones producidas no implican por sí solas, valores, que incidan directa o significativamente sobre la calidad del aire, es necesario una evaluación integral de la calidad del aire, se determinó que el principal contaminante emitido en la cuenca atmosférica de la ciudad de Tacna para el periodo 2011-2012, generado por unidades vehiculares es el monóxido de carbono (CO) que alcanza un valor de 367,10 ton/año y representa un 46%, seguido del contaminante compuestos orgánicos volátiles (COV) que alcanza un valor de 218,61 ton/año y representa un 27%, seguido en orden los contaminantes PTS, NO_x, Pb y SO₂, las unidades vehiculares que generan mayor cantidad de óxido de azufre son los vehículos automotores que alcanza un 82% de SO₂, seguido de los automóviles que alcanza un porcentaje de 5 % para SO₂; seguido de las demás unidades en menor proporción, con la consideración que estos circulan en plena zona urbana y con emisiones de cercanas al nivel del suelo; contaminante atmosférico incluido en el D.S. 074-2001-PCM.

Choy (2014), Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima cuadrada, (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, sostiene que: las principales causas que originan la contaminación del aire son la congestión vehicular, el parque automotor obsoleto y el tipo de combustible, se concluye que la identificación de dichas causas permite elaborar propuestas para mitigar la contaminación del aire por efecto del

transporte público de Lima cuadrada, siendo la salud humana la más relevante para el área de estudio de la investigación realizada. El parque automotor puede agravar los problemas en el futuro debido a que este sector en Lima Metropolitana crece, en promedio, 7% cada año, el mantenimiento de los vehículos no es el adecuado y hacen falta las revisiones técnicas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Contaminación del aire

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, y/o perturbar el bienestar y el uso de los bienes. La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma. Cuantos más bajos sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo. (OMS, 2019)

2.2.1.1. Tipos de contaminantes

Los contaminantes se dividen en dos grandes grupos con el criterio de si han sido emitidos desde una fuente conocida o se han formado en la atmósfera. Es así que existen contaminantes primarios y secundarios (Mcgraw, 2009):

A. Contaminantes Primarios

Son sustancias de naturaleza y composición química variada, emitidas directamente a la atmósfera desde distintas fuentes perfectamente identificables. Se incluyen dentro de este grupo al plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC), material particulado (PM), entre otros (Mcgraw, 2009).

Según Mcgraw (2009), todos ellos constituyen más del 90 por ciento de los contaminantes del aire.

B. Contaminantes Secundarios

Los contaminantes secundarios no provienen directamente de los focos emisores sino que se originan a partir de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas que tienen lugar en la atmósfera. Entre los más importantes se encuentran el ozono troposférico (O₃), nitratos de peroxiacetilo (PAN), sulfatos (SO₄), nitratos (NO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄), entre otros.

2.2.1.2. Principales contaminantes del aire

A. Óxidos de Carbono

- Dióxido de carbono

Es un gas sin color, olor ni sabor, que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico y desempeña un papel fundamental en el ciclo del carbono en la naturaleza. Este gas produce el efecto invernadero. (Echarri, 2007).

- Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, que no emite olor y no tiene sabor. Se encuentra en emanaciones de combustión, tales como las que producen los automóviles y camiones, es tóxico y su exposición puede pasar totalmente inadvertida. La inhalación de CO reduce la cantidad de oxígeno que llega al cerebro, al corazón y al resto del cuerpo. Cuando una persona respira aire que contiene CO, este gas desplaza al oxígeno en la sangre y toma su lugar. La hemoglobina (una molécula que en condiciones normales va unida al oxígeno) toma el CO y lo reparte por el organismo. Esto significa que cuando el CO está presente, la hemoglobina entrega menos oxígeno al cuerpo. El cerebro y el corazón son dos órganos que necesitan de oxígeno para su normal funcionamiento. Los síntomas más comunes de intoxicación por monóxido de carbono son dolor de cabeza, mareo, debilidad, náuseas, vómitos, dolor de pecho y sensación de letargo o confusión. La ingestión de altos niveles de monóxido de carbono puede producir desmayos y, por supuesto, la muerte, esto sustentado en la OMS (2014).

B. Óxidos de Azufre

- Dióxido de azufre

Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Una gran cantidad de este gas es emitido por actividades humanas, sobre todo por la metalurgia y por la

combustión de carbón y petróleo, pero también se encuentre presente en el ambiente de forma natural debido a la actividad volcánica. (Echarri, 2007).

El dióxido de azufre (SO_2) proviene de las actividades antropogénicas, particularmente por la combustión del carbón y petróleo. Las fuentes naturales más comunes del dióxido de nitrógeno (NO_2) son los incendios forestales y de pastos, y la actividad volcánica; en tanto que la principal fuente antropogénica es la quema de combustibles fósiles. El NO_2 daña el sistema respiratorio porque es capaz de penetrar las zonas más profundas de los pulmones irritándolos. El valor de ECA nacional para SO_2 es de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas) coincidente con el Valor Guía de la OMS. Exposiciones en periodos cortos a altas concentraciones pueden producir en la población vulnerable irritación del tracto respiratorio, reacciones asmáticas y afecciones respiratorias. (Informe de la Calidad del Aire, 2013-2014)

Valor ECA (D.S. 003-2017-MINAM)

SO_2 : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 h)

Valor Guía OMS

SO_2 : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media 24 h) $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media 10 minutos)

- Trióxido de Azufre

Se forma cuando el SO_2 reacciona con el oxígeno en la atmósfera. Posteriormente este gas reacciona con el agua formando ácido sulfúrico contribuyendo a la formación de “lluvia ácida” la cual produce daños importantes en la salud y en la reproducción de peces y anfibios, y contribuye con la corrosión de metales y con la destrucción de monumentos (Echarri, 2007).

C. Compuestos Orgánicos Volátiles

- Ozono

Según Muñoz, Quiroz y Paz (2006), el ozono es uno de los principales contaminantes atmosféricos presentes en las zonas altamente industrializadas y en ciudades con gran cantidad de automóviles ya que, más de la mitad de los ingredientes necesarios para su producción provienen de las emisiones del tubo de escape de los vehículos.

2.2.1.3. Identificación de las fuentes de contaminación del aire

Las fuentes de emisión han sido clasificadas en dos categorías: fuentes móviles y fuentes fijas. Las primeras aluden a la presencia del parque automotor, tanto público como privado mientras que las segundas están referidas a las actividades productivas que se realizan en un ambiente determinado. Dependiendo de la magnitud e importancia de la actividad, las fuentes fijas han sido a su vez subdivididas en fuentes puntuales y fuentes de área (son actividades de rubro similar que en su conjunto pueden constituirse en emisores de cierta importancia). Según Caminos, Enrique, Ghirardi, Graizaro, Russillo y Pacheco (2007), las fuentes antropogénicas a su vez también se pueden dividir en dos grandes grupos que se clasifican según su movilidad, en donde se encuentran las fuentes móviles y las fuentes fijas.

2.2.1.4. Contaminación debido a fuentes móviles

En las grandes zonas urbanas una de las principales fuentes de contaminación atmosférica la constituyen los vehículos automotores los cuales han ido aumentando en forma considerable en las últimas décadas (Camino et. al, 2007)

Los principales contaminantes emanados por los vehículos son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógenos (NOx)
- Hidrocarburos no quemados (HC)

Las proporciones en las que se emiten estos contaminantes varían dependiendo del tipo de motor que se utilice. Por ejemplo, los vehículos que emplean nafta como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxido de nitrógeno e hidrocarburos, en cambio los vehículos que utilizan motores de ciclo diesel, como lo son camiones y autobuses, emiten además de gases, material particulado como por ejemplo el hollín (Caminos et. al, 2007).

Las fuentes móviles, emiten contaminantes mientras se encuentran en movimiento. Un claro ejemplo de este tipo de fuente es el transporte urbano, como colectivos, camiones, automóviles, etc.

2.2.1.5. Efectos en la salud por la exposición al monóxido de carbono

El monóxido de carbono causa daño al reaccionar con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina (COHb). El CO se une a la hemoglobina

aproximadamente 220 veces con mayor intensidad que el oxígeno de modo que pequeñas cantidades de este gas en el aire que se respira puede hacer que cantidades significativas de la hemoglobina forme COHb. La hemoglobina así combinada no puede desempeñar su función principal que es la de transportar oxígeno en la sangre y por ende, se produce un déficit de oxigenación en todos los tejidos del cuerpo (Muñoz et. al, 2006).

2.2.2. Estándares de Calidad Ambiental

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada.

Para controlar las emisiones de agentes contaminantes se han creado los siguientes documentos:

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Aire, asimismo esta norma dispone la derogatoria del Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM y el Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM. (Publicada el 19 de junio del año 2013)

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para el aire y disposiciones complementarias, Decreto Supremo 003-2017- MINAM (Publicada 07 de Junio del 2017)

Decreto Supremo N°014-2016 se estandariza la normativa nacional, a través de la modificación del Sub Acápito II.1 (Alternativa A) del Acápito II del Anexo N.º 1 del Decreto Supremo N.º 047-2001-MTC, incorporando el ciclo WMTC como alternativa al ciclo ECE R40 (Publicado 06 de noviembre del 2016)

Límites Máximos Permisibles (LMP), según D.S. 010-2017 MINAM para actividades específicas para vehículos automotores.

Resolución Ministerial N° 19-2018-MINAM - Disponen la prepublicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba los Índices de Nocividad de Combustibles (INC) para el período 2018-2019.(Publicada 19 de enero del 2018)

2.2.3. Calidad del Aire

Una buena calidad del aire contribuye a una mejor calidad de vida de la población; lo cual se logra con el compromiso y la participación activa de todos los actores involucrados, Estado, empresa y población; siendo responsabilidad del Estado implementar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de importantes instrumentos de gestión ambiental como Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), Planes de Acción, entre otros. (Informe de la Calidad del Aire, 2013-2014)

Por el contrario, la presencia de contaminantes por encima de los niveles establecidos en los ECA no solo significa una disminución de la calidad ambiental del aire, sino una disminución de la calidad de vida de la población, con efectos adversos para su salud, así como el deterioro paisajístico de la ciudad.

2.2.4. Consecuencias por la Contaminación del aire

Daños a la vegetación: alteraciones foliares, reducción del crecimiento de las plantas, disminución de la floración, etc.

Alteraciones del medio ambiente: reducción de la visibilidad, efecto de invernadero, afectación de la capa de ozono, lluvia ácida, etcétera.

Efectos psicológicos sobre el hombre.

Efectos fisiológicos sobre el hombre: agudos y crónicos.

Pérdidas por efectos directos o indirectos en el ganado y en las plantas.

Pérdidas por la corrosión de materiales y de sus revestimientos de protección.

Daños en la salud del ser humano. Lo cual fue analizado a través de un informe realizado por Tocahalier (2004), especialista en medicina ambiental, quien establece las siguientes características:

CONTAMINANTE	INDIVIDUOS SENSIBLES
Ozono	Niños que pasan tiempo en exteriores, adultos que realizan actividad física significativa en exteriores e individuos con enfermedades respiratorias como el asma.

Material Particulado	Personas que presentan enfermedades de los pulmones o el corazón, tales como asma, obstrucción pulmonar crónica, congestiones cardiacas o similares. Niños, ancianos y mujeres embarazadas.
Monóxido de carbono	Personas con enfermedades cardiovasculares, tales como angina o aquellas con afectaciones que comprometen a los sistemas cardiovascular y respiratorio (por ejemplo, fallas congestivas del corazón, enfermedades cerebro vasculares, anemia, obstrucción crónica del pulmón) y las mujeres embarazadas, los bebes en gestación y recién nacidos.
Dióxido de azufre	Niños, adultos con asma u otras enfermedades respiratorias crónicas y personas que realizan actividades físicas en exteriores.
Dióxido de Nitrógeno	Niños y adultos con enfermedades respiratorias como el asma.

Fuente. Tolcachier, A. (2004).

2.2.5. Normativa Nacional

Resolución Legislativa N° 26185. Normas sobre cambio climático convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.

Decreto Supremo N° 080-2002-RE Protocolo de Kioto de la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático.

Decreto Supremo N° 006-2009-MINAM. Precisan denominación de la comisión nacional sobre el cambio climático y adecúan su funcionamiento a las disposiciones del decreto legislativo n° 1013 y a la ley orgánica del poder ejecutivo.

RM N° 104-2009-MINAM aprueban directiva. “Procedimiento para la evaluación y autorización de proyectos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y captura de carbono”.

Ley de creación del fondo nacional del ambiente-ley N° 26793.

Ley marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental-ley N° 28245.

Ley General del Ambiente. Ley N° 28611.

Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Ley N° 28245

Límites Máximos Permisibles (LMP), según D.S. 010-2017 MINAM para actividades específicas para vehículos automotores.

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Aire, asimismo esta norma dispone la derogatoria del Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM. (Publicada el 19 de junio del año 2013) y establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 003-2017-MINAM.

Sin embargo, debo acotar que estas leyes sobre contaminación son generales y no están implementadas. Los organismos internacionales sobre medio ambiente exigieron al Perú, aparejarse en normas y leyes al igual que Europa y en el año 2005 se emitieron todas las leyes que tenemos sobre medio ambiente y no sobre contaminación que tanta falta nos hace para aplicarlos en nuestra legislación (Méndez, 2017, p.50).

2.2.6. Normativa Internacional

Asociación Española de Normalización y Certificación, Norma española: UNE-EN 689: marzo 1996: Atmosferas en el lugar de trabajo: directrices para la evaluación de la exposición por agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición. Madrid: AENOR, 1996.

Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el trabajo. (Quito, Ecuador, ed. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2005).

Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo. Decreto Ejecutivo 2393.de noviembre de 1986, Quito, Ecuador, Legislación Ambiental Ecuatoriana. (Quito, Ecuador: ed. Corporación de Estudios y Publicaciones, 2003. Tomo V).

2.2.7. Parque Automotor

2.2.7.1. Orígenes del Parque Automotor

Según Méndez, (2017), sostiene que el origen del parque automotor se inauguró por los años 70 del siglo pasado. La promulgación del Decreto Ley N° 17271 del 03 de diciembre de 1968, disuelve el Ministerio de Fomento y Obras Públicas, dando paso a que sus Direcciones de Línea conformen diferentes Ministerios con funciones específicas y diferenciadas unas de otras. Es a partir de esta norma que nace legal y nominalmente el actual Ministerio de Transportes y Comunicaciones; encargado de dirigir, desarrollar, regular e inspeccionar las actividades de construcción, conservación y uso de vías terrestres, acuáticas, aéreas, los servicios de correos y telecomunicaciones; regular y coordinar el tránsito vehicular.

Por los años 80 del siglo pasado, el parque automotor en el Perú continuaba creciendo. Se suman modelos de vehículos que hoy ya no son preponderantes en las vías públicas tales como el Chevrolet, Volkswagen y el Ford. Por las principales vías urbanas de la ciudad de Lima se ignoraban, la cruel saturación del tráfico vehicular, los constantes choques de vehículos, los diarios atropellos de personas, el caos vehicular y comercial por las vías principales o la conducta de una ignorancia adrede de los funcionarios municipales de aplicar las normas en la gestión del transporte público y la contaminación ambiental.

Posteriormente, al inicio de los años 90, se abrió la importación de automóviles (nuevos y usados), lo cual incrementó drásticamente la oferta de vehículos. La demanda insatisfecha y el aumento de la oferta, trajeron consigo un incremento importante en la venta de automóviles nuevos, a la cual contribuyeron otros factores como: la competencia entre marcas y la oferta de financiamiento vehicular por parte del sistema financiero. (Méndez, 2017)

En tanto la “La informalidad se presenta como una clave para entender el lado humano de la organización, visualizándola a través como un gran tejido interactivo que engloba un conjunto de redes sociales interconectadas, para ganar una nueva y más compleja comprensión de la dinámica humana y la forma en que se vincula a la dinámica funcional. (Hernández, 2003)

...La naturaleza discriminatoria del Estado en el tercer mundo que en su severidad y contundencia no tiene acaso parangón.... “Cuando la legalidad es un privilegio al que sólo se accede mediante el poder económico y político, a las clases populares no les queda

otra alternativa que la ilegalidad. Este es el origen del nacimiento de la economía informal en el Perú” (Llosa,1996)

El Parque automotor está constituido por todos los vehículos que circulan por las vías de la ciudad, entre los que encontramos automóviles particulares, vehículos de transporte público y vehículos de transporte de carga. Su incidencia ambiental está representada en la contribución de contaminantes por tipo de combustible y la circularidad vehicular. (Méndez, 2017)

2.2.8. Clasificación según categorías vehiculares

Según el Ministerio de Transportes (MTC), 2006, se establece la clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares:

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)

2.2.9. Clasificación según el tipo de motor

Vehículos con motor ciclo diesel: utilizan gas oil, el principal contaminante es el material particulado carbonoso (humo negro característico), otros contaminantes significativos son los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos sin quemar, la producción de monóxido de carbono es escasa.

Vehículos a carburación ciclo otto: utilizan naftas (común, súper u otras) o gas natural comprimido (GNC). Una fracción importante del combustible quema en forma incompleta, produciendo niveles altos de monóxido de carbono, especialmente cuando el motor se encuentra regulando. Esta circunstancia se da especialmente en las aglomeraciones de tránsito, donde los vehículos permanecen detenidos con el motor funcionando durante largos espacios de tiempo.

Vehículos a inyección ciclo otto: los motores están alimentados por un sistema de inyección regulada de combustible, mediante un administrador computarizado que envía las cantidades justas de carburante y aire, reduciéndose considerablemente la emisión de contaminantes. La mayoría tienen además catalizadores, que reducen la emisión de ciertos contaminantes.

2.2.10. Avances regulatorios en el Perú

A través de artículo: “Parque automotor se renueva en 6% al año, cuando debería hacerlo en 10%”, publicado en el Diario Gestión 16 de marzo del 2019, La antigüedad promedio del parque automotor avanza en la ruta equivocada. Hoy es de 15 a más años. Y es que al año solo se renueva en 6%, cuando debería hacerse en 10%, afirmó el presidente de la Asociación Automotriz del Perú (AAP), Edwin Derteano. En tanto las tasas de renovación de vehículos o adquisición de vehículos nuevos en el Perú, han bajado, uno de los factores fue el Impuesto Selectivo al Consumo el cual frenó la renovación, tras detallar que la edad promedio en buses llega inclusive a 18 años y en camiones a 20 años.

Sin embargo en el Perú se han referido avances regulatorios establecidos en la “Estrategia Nacional para combustibles y vehículos más limpios y eficientes en el Perú” (ENCVLEP, 2017), que se mencionan a continuación:

Se incrementó y modernización del parque vehicular en los últimos 4 años.

Reducción de la venta de autos usados (actualmente significan menos del 10%).

Actualización del marco normativo respecto a las emisiones del parque automotor:

- D.S. N° 047-2001-MTC Normas de emisión Euro 3 y Euro 4 (2016) todas categorías (motos, Euro 3)
- D.S. N° 009-2012-MINAM, 18.12.2012. Esta norma incluye: LMP para motocicletas; aplicación de Euro 4 al año 2014; nuevos procedimientos para inspecciones vehiculares.
- D.S. N° 004-2013-MINAM (29.05.2013) establece LMP para motos (2 ruedas: Euro 2 desde dic. 2013, Euro 3 desde 2017; 3 ruedas: 2013 en adelante, Euro 2)
- Reducción de emisiones vehiculares producto de reducción de S en los combustibles.
 - RM N° 139-2012-MEM/DM, 18.03.2012: establece la prohibición de comercializar y usar Diesel B5 con un contenido de S >50 ppm en Lima-Callao, Arequipa, Cusco, Puno y Madre de Dios.

A nivel nacional se espera reducción del contenido de S a 50 ppm en el Diesel (2016) y gasolina de 50 ppm (2017). Se eliminaron gasolinas con plomo el 2005.

2.2.11. Material Particulado

Uno de los grandes agentes contaminantes del aire son las partículas en suspensión denominado PM 10 y PM 2.5, clasificados así por su tamaño (Briones y Malaver, 2015)

El PM10 y PM2,5 provienen tanto de fuentes móviles por el uso de combustibles fósiles, como de fuentes fijas y fuentes naturales; las primeras son las que contribuyen en un mayor porcentaje en las áreas urbanas. Los valores vigentes de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Aire para material particulado PM10 son 150 µg/m³, valor promedio de 24 horas; mientras que el Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 50 µg/m³, que es el mismo valor promedio anual del ECA nacional. Para el material particulado PM2,5, el valor es 25 µg/m³, que coincide con el Valor Guía de la OMS. (Informe de la Calidad del Aire, 2013-2014)

Los valores de material particulado valor ECA y valor guía según la OMS:

Valor ECA (D.S. 003-2017-MINAM)

PM10: 100 µg/m³ (24 h) 50 µg/m³ (anual)

PM2, 5: 50 µg/m³ (24 h) 25 µg/m³ (anual)

Valor Guía OMS

PM10: 50 µg/m³ (media 24 h) 20 µg/m³ (media anual)

PM2, 5: 25 µg/m³ (media 24 h) 10 µg/m³ (media anual) (Vargas, 2011)

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. 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).

2.3.2. Combustión: La combustión (del latín combustio, -onis), en sentido amplio, puede entenderse toda reacción química, relativamente rápida, de carácter notablemente exotérmico, que se desarrolla en fase gaseosa o heterogénea (líquido-gas, sólido-gas), sin exigir necesariamente la presencia de oxígeno, con o sin manifestación del tipo de llamas o de radiaciones visibles. (Echarri,2017)

2.3.3. 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 (Echarri,2017)

- 2.3.4. 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 (Echarri,2017)
- 2.3.5. 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). 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).
- 2.3.6. Parque Automotor:** El término automóvil se utiliza por antonomasia para referirse a los automóviles de turismo, En una definición más genérica se refiere a un vehículo autopulsado destinado al transporte de personas o mercancías sin necesidad de carriles. (Méndez, 2017)
- 2.3.7. 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. (MTC, 2012).
- 2.3.8. EPA:** Agencia de protección del medio ambiente (USA), entidad que define las normas y protocolos de pruebas para vehículos automotores. Utilizadas en USA y otros países. (D.S. N°047)
- 2.3.9. EURO (I, II, III):** Conjunto de normas que definen las emisiones y protocolos de pruebas para vehículos automotores. Utilizadas en Europa y otros países. (D.S. N°047)
- 2.3.10. 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, SOX, NOX, PM.

- 2.3.11. 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).
- 2.3.12. 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. (Echarri, 2017)
- 2.3.13. 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 (Echarri, 2017).
- 2.3.14. ppm:** Partes por millón, concentración de contaminantes sólidos en los gases de combustión. (D.S. N°047)
- 2.3.15. 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).
- 2.3.16. PM:** Particulados, emisiones en forma de partículas que son generados en el proceso de combustión interna en los motores. (D.S. N°047)
- 2.3.17. Alimentación:** Es un conjunto de elementos encargados de suministrar combustible al motor para su funcionamiento. (Valencia,2017).
- 2.3.18. 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. (Valencia, 2017)
- 2.3.19. 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. (Valencia, 2017)

2.3.20. 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. (Valencia, 2017)

2.3.21. 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. (Valencia, 2017)

2.3.22. 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. (Valencia, 2017)

2.3.23. Emisiones de Escape: Emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NOx), así como otros compuestos, partículas y materias específicas liberadas a la atmósfera a través del escape de los motores de combustión interna. (D.S. N°047)

2.4. Hipótesis

H_i: Si se tiene una caracterización adecuada del parque automotor de la ciudad de Chiriaco, entonces es posible calcular los niveles de emisiones potenciales de monóxido de carbono generado por este.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio y Diseño de Investigación

La investigación realizada responde a: Un enfoque cuantitativo, según Jiménez (2000), “se hace una descripción objetiva del mundo natural, a través de instrumentos que cuantifican la información obtenida de los miembros de la sociedad”.

3.1.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio de la investigación realizada es descriptivo. Según Fidias (2012), sostiene que “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.25).

3.1.2. Diseño de Investigación

Diseño no experimental de corte transversal. Según Palella y Martins (2012), sostiene que “es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable”. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica si no que se observan las que existen. (p.87).

Según Palella y Martins (2012), refiere que “Transversal o transeccional se ocupa de recolectar datos en un sólo momento y en un tiempo único. Su finalidad es la describir las variables y analizar su incidencia e interacción en un momento dado, sin manipularlas.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio. Según Tamayo y Tamayo, (1997), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.114)

Para este estudio la población está constituida por todas las unidades vehiculares que circulan en el distrito de Imaza, Chiriaco que conforman el parque automotor, de acuerdo a sus tres categorías I, II y III.

Tabla 1. Parque automotor existente en la ciudad de Chiriaco en 2018

Categorías	Parque automotor	N°
Categoría I	Mototaxis	660
	Moto lineal	110
	Automóvil	150
	Sub Total	920
Categoría II	Couster/Minivan	80
	Camionetas pick up	255
	Camión 2-5 ton	10
	Sub Total	345
Categoría III	Ómnibus	02
	Camión >5 ton	30
	Remolcador	12
	Sub Total	44
Total		1309

Fuente:(Oficina de Subgerencia de Transportes y Comunicación, 2018

- MDI)

3.2.2. Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), definieron que: La muestra es una parte representativa de la población, que sirve para recolectar información y analizarla, con el fin de comprobar teorías. (p. 173)

Empleando la fórmula de la población finita se determinó:

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

$$N= 1309, \quad Z= 1.96, \quad E= 0.10, \quad p= 0.50, \quad q= 0.50$$

Reemplazando tenemos:

$$n = \frac{1309 * 1.96^2 * 0.50 * 0.50}{0.10^2 * 1308 + 1.96^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n= 89$$

En tanto la muestra n= 89 vehículos.

3.2.3. Muestreo

Probabilístico estratificado aleatorio. Es la técnica de muestreo en la que todos los elementos que forman el universo son separados en estratos y dentro de estos estratos todos los elementos tienen idéntica probabilidad de ser seleccionados para la muestra. La forma más común de obtener una muestra es la selección al azar. Es decir, cada uno de los individuos de una población del estrato tiene la misma posibilidad de ser elegido. (Tamayo y Tamayo, 1997)

Criterios de Inclusión: Pobladores de la zona de Imaza, mayores a 18 años y poseen un vehículo.

Criterios de Exclusión: Pobladores de la zona de Imaza, que no viven en la zona de estudio y son menores a 18 años, y pobladores que no tienen vehículos.

3.2.3.1. Estratificación de la población:

La población de vehículos será estratificada de acuerdo a las categorías establecidas en la Tabla 01, siendo el muestreo estratificado como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Muestreo estratificado del parque automotor de Chiriaco

Categorías	Parque automotor	Población (N)	% Estrato	Muestra
Categoría I	Mototaxis	660	50.42	45
	Moto lineal	110	8.40	7
	Automóvil	150	11.46	10
	Sub Total	920	70.28	62
Categoría II	Couster/Minivan	80	6.11	5
	Camionetas pick up	255	19.48	17
	Camión 2-5 ton	10	0.76	1
	Sub Total	345	26.36	23
Categoría III	Ómnibus	2	0.15	1
	Camión >5 ton	30	2.29	2
	Remolcador	12	0.92	1
	Sub Total	44	3.36	4

Total	1309	100	89
--------------	-------------	------------	-----------

Fuente: elaboración propia

3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Método

Deductivo – Inductivo: El razonamiento inductivo es el razonamiento en el que las premisas son vistas como una manera de proveer evidencia fuerte para la veracidad de una conclusión, en este método, se hacen generalizaciones amplias desde observaciones específicas, por eso se puede decir que va de lo específico a lo general. Se realizan muchas observaciones, se percibe un patrón, se hace una generalización y se infiere una explicación o una teoría. Método Inductivo: Según Hernández, et al (2010) “El método inductivo se aplica en los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios”.

En el método deductivo. En este proceso el razonamiento parte de una o más declaraciones para llegar a una conclusión. La deducción conecta las premisas con las conclusiones; si todas las premisas son ciertas, los términos son claros y las reglas de deducción son usadas, la conclusión debe ser cierta. A través de observaciones realizadas de un caso particular se plantea un problema. Éste lleva a un proceso de inducción que remite el problema a una teoría para formular una hipótesis, que a través de un razonamiento deductivo intenta validar la hipótesis empíricamente. (Hernández, et al. 2010)

Para la presente investigación se utilizó el procedimiento inductivo - deductivo, donde a través de la técnica de la observación se determinaron que los días de mayor tránsito son el domingo y el lunes de 6 am a 7 am, de 12 m a 1 pm, de 6 pm a 7 pm.

3.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Encuesta, que según Arias (2012), Afirma que “se define la encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular” (p.72).

- **Para la variable Contaminación del aire:** Estimaciones cuantitativas en función a los factores de emisiones.
- **Para la variable Parque Automotor:** Encuesta

Instrumento:

- *Para la variable Contaminación del aire:* Guía Documental técnica especializada
- *Para la variable Parque Automotor:* Cuestionario

3.3.2.1. Estimaciones cuantitativas de emisiones de monóxido de carbono

a. Producción de monóxido de carbono en porcentaje (%) por volumen

Tomando como base la ecuación de los gases ideales a presión atmosférica y tomando en cuenta los ajustes recomendados por Flores (2017), podemos calcular la emisión de monóxido de carbono en porcentaje según las siguientes ecuaciones:

$$10\ 000\ \text{ppmv} = 1\ \% \text{ vol}$$

Ajustando la fórmula con respecto a altura de la ciudad y temperatura promedio tenemos

$$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \text{ppmv} \times \frac{M}{0.08205 \times T} \times \left(\frac{288 - 6,5 \times h}{288} \right)^{5,2558}$$

Donde:

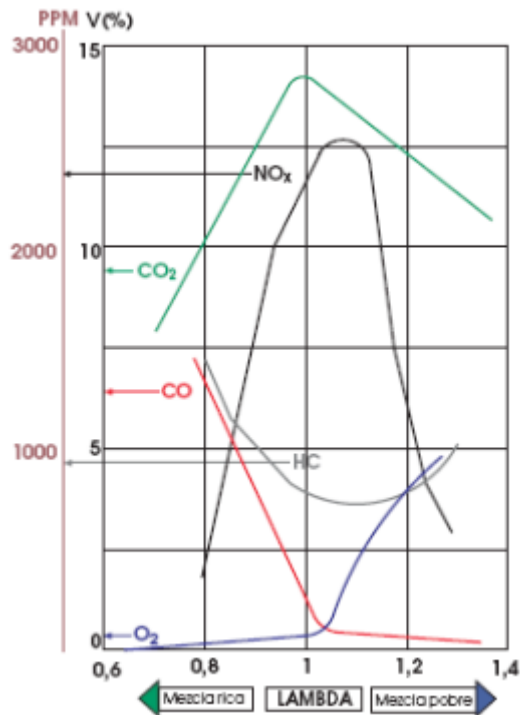
T : Temperatura ambiente en °K = 273 + °C

Ppmv : partes por millón del contaminante CO en volumen

M : peso molecular del contaminante en gramos por mol del CO = 28.01 g.mol⁻¹

H : altitud del sitio de prueba en km sobre el nivel del mar

Para tener en cuenta sobre la producción de CO durante la combustión se usa la siguiente figura



Fuente. Nina (2017)

Figura 1. Emisión de CO en vol (%) según lambda

De la figura anterior se tiene que lambda (λ) es igual a:

$$\lambda = \frac{\text{Aire real admitido}}{\text{Aire teorico necesario}}$$

Estequiométricamente para 1 kg de combustible tipo gasolina se necesitan 14.7 Kg de aire, y para 1 kg de diésel se necesitan 14.63 Kg de aire

En una combustión normal promedio la concentración en volumen de CO se encuentra entre 0.5 y 2.0% del volumen total de los gases generados.

b. Estimaciones de emisiones por consumo de combustible

Para determinar las emisiones por consumo de combustible se utilizó la fórmula propuesta por Pokharet et al, 2002

$$\frac{gCO}{l_{COMB.}} = \frac{Q}{Q + 1 + (3 \times 2.2 \times Q')} \times \frac{FC \times r \times PM}{12}$$

Donde:

$$Q = \frac{CO}{CO_2}, \quad Q' = \frac{HC}{CO_2}$$

Los valores de Q y Q' cuando λ es igual a 1 o estequiométrico son:

$$Q = 0.047$$

$$Q' = 0.005$$

Valores sin catalizador ni inyección.

FC = Fracción de carbón en el combustible. Para gasolina es 0.866 y para el diésel es 0.8613.

r = Densidad del combustible. Para gasolina es 732 g/l y para el diésel es 837 g/l

PM = Peso molecular del CO, es igual a 28.01 g/mol.

c. Estimaciones de emisiones por Km de recorrido

Para calcular esto se utilizó la siguiente fórmula

$$E_{CO} = (E_{CO} \text{ g/l}) / (R \text{ Km/l})$$

Donde:

E_{CO_2} = Emisiones de CO en g/Km de recorrido

$E_{CO} \text{ g/l}$ = Emisiones de CO en g/l de combustible consumido

R = Rendimiento en Km por litro de combustible. Este valor viene como dato técnico del vehículo en estado nuevo.

Si no se conoce el valor de R, se calcula usando la siguiente relación propuesta por Díaz 2002

$$y = 0.338x^2 - 3.7491x + 16.224$$
$$R^2 = 0.8399$$

Donde, Y es el rendimiento en Km de recorrido por litro de combustible, y X viene a ser la cilindrada del motor en litros.

d. Ajustes de la emisión de acuerdo a los factores de emisiones

Los datos obtenidos según los ítems anteriores permiten calcular las emisiones en condiciones ideales de los factores intervinientes; sin embargo,

el parque automotor de la ciudad de Chiriaco no reúne las condiciones óptimas, por lo que se tuvieron que hacer reajustes a las emisiones en función a esos factores. Estos ajustes se basan en la fórmula propuesta por el método de Prueba Federal (FTP) de Estados Unidos, usado en el modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE) 2003, en el marco de las normas EPA , aplicado para emisiones de fuentes móviles en países en desarrollo.

$$Q_{[t]} = B_{[t]} \bullet K_{1[t]} \bullet K_{2[t]} \bullet K_{3[t]} \bullet K_{4[t]} \bullet K_{5[t]} \bullet K_{6[t]}$$

Donde:

- $Q_{(t)}$ = Factor de emisión ajustado para cada categoría
- $B_{(t)}$ = Factor de emisión base por tecnología (g/Km)
- $K_{1(t)}$ = Factor de corrección por temperatura
- $K_{2(t)}$ = Factor de corrección por humedad
- $K_{3(t)}$ = Factor de corrección por mantenimiento e inspección
- $K_{4(t)}$ = Factor de corrección por altura del lugar
- $K_{5(t)}$ = Factor de corrección por patrones de conducción
- $K_{6(t)}$ = Factor de corrección por calidad de combustible

Tomando en cuenta que solo se evaluó en la ciudad de Chiriaco, los valores de temperatura, humedad y altura del lugar son constantes y sus valores fueron:

- $K_{1(t)}$ = 1.11
- $K_{2(t)}$ = 1.01
- $K_{4(t)}$ = 1.04

Los datos de altura, temperatura media y humedad fueron tomados del SENAMHI y la Municipalidad Distrital de Imaza, y fueron:

Temperatura media 30° C, Humedad relativa 92% y altura 732 msnm.

Para los siguientes factores se usaron los valores según sea el caso en función al modelo IVE:

- $K_{3(t)}$ = su valor fue una reducción de 2.8% de rendimiento por año si tiene mantenimiento técnico especializado y 4.1% si el mantenimiento no es técnico especializado.
- $K_{5(t)}$ = Se tomo en cuenta los siguientes ajustes:

- Velocidad promedio: ralentí = estacionado, velocidad crucero = 42 km/h, acelerado = 70 km/h
- Estado de conducción: ralentí 2%, velocidad crucero 1%, acelerado 0.8% de CO.
- Ajuste: ralentí = 1.33, velocidad crucero = 2.33, acelerado = 2.67

$K_{6(t)}$ = se consideró solo dos combustibles, gasolina y diésel:

- Gasolina, relación CO/CO₂ = 0.047
- Diésel, relación CO/CO₂ = 0.00375

No se consideró la mejora del combustible, debido a que en la ciudad de Chiriaco no existe provisión de combustibles por calidades.

Otros factores a considerar son los siguientes:

- Tipo ingreso de combustible al motor:
 - o Carburador: 1 al 2% de CO, factor de ajuste = 1.33
 - o Inyección sin catalizador: 1%, factor de ajuste = 0.67
 - o Inyección con catalizador antes de inyección: 0.6%, factor de ajuste = 0.40
 - o Inyección con catalizador después de inyección: 0.2%, factor de ajuste = 0.15

3.3.2.2. Cuestionario aplicado para caracterizar el parque automotor

a. Marca y modelo del vehículo

Se preguntó y verificó la marca y modelo del vehículo. Las opciones son múltiples no determinantes.

b. Cilindrada

Se preguntó y revisó en lo posible la cilindrada o cilindraje del motor expresado en litros. La respuesta es cuantitativa por vehículo.

c. Antigüedad del vehículo, año de fabricación

Se revisó el año de fabricación mostrado en la tarjeta de propiedad del vehículo. La respuesta es cuantitativa por vehículo.

d. Tipo de combustible

Se preguntó y verificó el tipo de combustible usado. Las opciones fueron gasolina o diésel.

e. Rendimiento por litro de combustible

Se preguntó el rendimiento actual del vehículo expresado en Km de recorrido por litro de combustible consumido. La respuesta es cuantitativa por vehículo. No corresponde al rendimiento teórico.

f. Tipo de mantenimiento

Se preguntó sobre el tipo de mantenimiento realizado por el vehículo actualmente y de manera usual. Las opciones es técnico especializado o no técnico especializado.

g. Recorrido diario promedio en Km

Se preguntó cuánto es el recorrido diario que realiza con su vehículo dentro de la ciudad actualmente. La respuesta es cuantitativa por vehículo.

h. Velocidad promedio o de cruce

Se preguntó la velocidad promedio a la que recorre el vehículo dentro de la ciudad, y que porcentaje del tiempo de recorrido es velocidad de cruce, velocidad de aceleración, y ralentí. La respuesta es cuantitativa por vehículo.

De los datos anteriores se obtendrán los promedios de acuerdo a la categoría de vehículo para estimar las emisiones de CO por Km, día y año.

3.3.2.3. Emisiones de monóxido de carbono y LMP

a. Estimación de las emisiones de monóxido de carbono ajustadas de acuerdo al parque automotor de la ciudad de Chiriaco

Se calculó la estimación de emisiones ajustando de acuerdo a los factores considerados según la metodología IVE (Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles). Los datos son expresados en promedios según el tipo de vehículo establecido para esta investigación.

b. Emisión total de monóxido de carbono por año en la ciudad de Chiriaco

Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Herrera (2013):

$$E_{ijk} = (KRV_{ij}) (FE_{ijk}) / (1000000)$$

Donde:

E_{ijk} = Emisión de CO por tipo de vehículo, año, modelo, (categoría), en t/año.

KRV_{ij} = recorrido por tipo de vehículo, año, modelo (categoría), en Km/año.

FE_{ijk} = Factor de emisión de CO por tipo de vehículo, año, modelo, (categoría), en g/Km

$$KRV_{ij} = (KD_j) (NV_{ij}) (DA_i)$$

Donde:

KD_j = kilómetros recorridos por día por categoría de vehículo en Km/día.

NV_{ij} = número de vehículos por categoría de vehículo.

DA_i = número de días de recorrido por categoría de vehículo.

c. Comparaciones con los LMP vigentes.

Para este caso se compatibilizó las categorías de los vehículos evaluados con las categorías establecidas en las Normas vigentes. Se considera tipo de combustible, tipo de vehículo, año de fabricación.

3.4. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Análisis descriptivo: Se utilizó el análisis de estadística descriptiva, cuantitativa, tabla de frecuencias, que fueron procesados en el software SPSS versión 22, y representados a través de tablas y gráficos a través de la hoja de cálculo Ms Excel.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del parque automotor en Chiriaco

Tabla 3. Caracterización del parque automotor en Chiriaco por marca y modelo

Categorías	Sub categoría	Marca Modelo	N°	%	
Categoría I	Mototaxis	HONDA CGL	34	38.20	
		CHINO	11	12.36	
	Moto lineal	HONDA CGL	1	1.12	
		HONDA RXL	2	2.25	
		YAMAHA XT	2	2.25	
		CHINO	2	2.25	
	Automóvil	TOYOTA YARIS	2	2.25	
		TOYOTA SV	1	1.12	
		TOYOTA PROBOX	1	1.12	
		HYUNDAI i10	2	2.25	
		KIA PICANTO	2	2.25	
		CHINO	2	2.25	
		Sub Total		62	69.66
Categoría II	Couster/Minivan	SUZUKI	2	2.25	
		CHINO	3	3.37	
	Camionetas pick up	TOYOTA HILUX	9	10.11	
		NISSAN NAVARA	2	2.25	
		CHINO	6	6.74	
	Camión 2-5 ton	TOYOTA HINO	1	1.12	
		Sub Total		23	25.84
	Ómnibus	MERCEDES BENZ	1	1.12	
	Camión >5 ton	VOLVO NL12	1	1.12	
	Categoría III		SCANIA F10	1	1.12
Remolcador		SCANIA F14	1	1.12	
		Sub Total	4	4.49	
Total		0	89	100.00	

Como puede verse en la tabla 3, las marcas más abundantes y comunes en la ciudad de Chiriaco son HONDA para motos, TOYOTA para automóviles, camionetas y camiones; y, otras marcas en menor importancia son HYUNDAI, NISSAN, SUZUKI, resaltando la presencia de diversas marcas de origen CHINO,

Tabla 4. Caracterización del parque automotor en Chiriaco por año de fabricación

Categorías	Sub categoría	Marca y modelo	Año fabricación	años promedio
Categoría I	Mototaxis	HONDA CGL	2004 - 2017	8
		CHINO	2011 - 2017	5
	Moto lineal	HONDA CGL	2013	5
		HONDA RXL	2015-2016	3
		YAMAHA XT	2014-2015	4
		CHINO	2015	3
		TOYOTA	2004-2015	9
	Automóvil	YARIS	2006	12
		TOYOTA SV	2005	13
		PROBOX	2015	3
		HYUNDAI i10	2016	2
		KIA PICANTO	2014-2015	4
		CHINO		
Promedio				5.92
Categoría II	Couster/Minivan	SUZUKI	2014-2016	3
		CHINO	2015-2016	3
	Camionetas pick up	TOYOTA	2013-2017	3
		HILUX		
		NISSAN	2014-2016	3
	Camión 2-5 ton	NAVARA	2014-2017	4
		CHINO	2002	16
Promedio			5.33	
Categoría III	Ómnibus	MERCEDES	2008	10
		BENZ		
	Camión >5 ton	VOLVO NL12	2010	8
		SCANIA F10	2004	14
	Remolcador	SCANIA F14	2013	5
Promedio			9.25	
Total				89

Como puede verse en la tabla 4, los vehículos de categoría I, tienen una antigüedad promedio de 5.92 años, muy similar a los de categoría II; sin embargo, los de categoría

III, son más antiguos, ya que en promedio tienen 9.25 años. Esto influye significativamente en las emisiones de CO, incrementándose.

Tabla 5. Caracterización del parque automotor en Chiriaco por volumen de cilindro del motor

Categorías	Sub categoría	Marca y modelo	Cilindrada (l)	Promedio (l)
Categoría I	Mototaxis	HONDA CGL	0.150	0.150
		CHINO	0.150	0.150
	Moto lineal	HONDA CGL	0.125	0.125
		HONDA RXL	0.150 - 0.190	0.170
		YAMAHA XT	0.125	0.125
		CHINO	0.200	0.200
	Automóvil	TOYOTA YARIS	1.500	1.500
		TOYOTA SV	1.800	1.800
		TOYOTA PROBOX	1.500	1.500
		HYUNDAI i10	1.000	1.000
		KIA PICANTO	1.100	1.100
		CHINO	1.600	1.600
	Promedio			
Categoría II	Couster/Minivan	SUZUKI	1.500	1.500
		CHINO	1.600-1.800	1.700
	Camionetas pick up	TOYOTA HILUX	2.400-3.200	2.800
		NISSAN NAVARA	2.500	2.500
		CHINO	2.400-3.200	2.800
	Camión 2-5 ton	TOYOTA HINO	7.684	7.684
	Promedio			
Categoría III	Ómnibus	MERCEDES BENZ	4.800	4.800
		VOLVO NL12	12.800	12.800
	Camión >5 ton	SCANIA F10	10.500	10.500
		Remolcador	SCANIA F14	12.700
	Promedio			
Total				89

Como se puede ver en la tabla 5, los vehículos con mayor presencia en la ciudad de Chiriaco son de cilindrada pequeña, lo que está en relación directa con las emisiones de CO. Los vehículos de mayor tamaño de motor, no son tan abundantes y no hacen un recorrido significativo dentro de la ciudad.

Tabla 6. Caracterización del parque automotor en Chiriaco por tipo de combustible utilizado

Categorías	Sub categoría	Marca y modelo	Combustible
Categoría I	Mototaxis	HONDA CGL	gasolina
		CHINO	gasolina
	Moto lineal	HONDA CGL	gasolina
		HONDA RXL	gasolina
		YAMAHA XT	gasolina
		CHINO	gasolina
	Automóvil	TOYOTA YARIS	gasolina
		TOYOTA SV	gasolina
		TOYOTA	gasolina
		PROBOX	gasolina
		HYUNDAI i10	gasolina
		KIA PICANTO	gasolina
		CHINO	gasolina
	Promedio	gasolina	
Categoría II	Couster/Minivan	SUZUKI	gasolina
		CHINO	gasolina
	Camionetas pick up	TOYOTA HILUX	diésel
		NISSAN NAVARA	diésel
		CHINO	gasolina diésel
	Camión 2-5 ton	TOYOTA HINO	diésel
	Promedio	diésel	
Categoría III	Ómnibus	MERCEDES BENZ	diésel
	Camión >5 ton	VOLVO NL12	diésel
		SCANIA F10	diésel
	Remolcador	SCANIA F14	diésel
		Promedio	diésel
Total vehículos			89

En la tabla 6, puede verse que el combustible más utilizado es la gasolina, siendo generalmente el abastecimiento de gasolina de 84 octanos. Solo los vehículos mayores

usan diésel. Esto influye en las emisiones de CO, ya que los motores que usan gasolina como combustible emiten mayor cantidad de CO a la atmósfera.

Tabla 7. Caracterización del parque automotor en Chiriaco por recorrido promedio diario y velocidad promedio

Categorías	Sub categoría	Marca modelo	y	Recorrido promedio (Km)	Velocidad promedio (Km/h)
Categoría I	Mototaxis	HONDA		4.50	25.00
		CGL			
	Moto lineal	CHINO		4.00	25.00
		HONDA		3.50	35.00
		CGL			
		HONDA		4.00	35.00
		RXL			
		YAMAHA		5.00	37.50
	XT				
	Automóvil	CHINO		4.00	30.00
		TOYOTA		2.00	45.00
		YARIS			
		TOYOTA SV		2.00	38.00
		TOYOTA		2.00	40.00
PROBOX					
HYUNDAI			2.00	42.00	
i10					
KIA		2.00	42.00		
PICANTO					
		CHINO	2.00	40.00	
	Promedio			3.08	36.21
Categoría II	Couster/Minivan	SUZUKI		3.00	37.50
		CHINO		4.00	35.00
	Camionetas pick up	TOYOTA		4.00	40.00
		HILUX			
		NISSAN		4.00	42.50
	Camión 2-5 ton	NAVARA		2.00	37.50
		CHINO			
		TOYOTA		2.00	22.00
HINO					
	Promedio			3.17	35.75
Categoría III	Ómnibus	MERCEDES		2.00	22.00
		BENZ			
	Camión >5 ton	VOLVO		2.00	20.00
		NL12			
	Remolcador	SCANIA F10		2.00	21.00
SCANIA F14			2.00	18.00	

Promedio	2.00	20.25
Total vehículos	89	

Como puede verse en la tabla 7, los recorridos son pequeños, debido a que la ciudad es relativamente pequeña, las velocidades promedio son bajas por tratarse de una zona urbana. Esto influye en las emisiones de CO, sobre todo las velocidades, debido a que están más cerca de Ralenti, lo que incrementa estas.

4.2. Estimación de las emisiones de CO del parque automotor de Chiriaco

Tabla 8. Emisiones de CO ajustado según los factores de emisiones obtenidos del parque automotor

Categorías	Sub categoría	Marca modelo	y	Emisiones promedio (%vol)	Emisiones promedio (g/l)	Emisiones promedio (g/Km)	
Categoría I	Mototaxis	HONDA		6.89			
		CGL			84.58	4.53	
	Moto lineal	CHINO		6.52		92.07	5.64
		HONDA					
		CGL		8.17		115.34	5.13
		HONDA					
		RXL		8.72		123.11	6.34
		YAMAHA					
	Automóvil	XT		9.68		136.65	5.44
		CHINO		8.00		112.86	10.03
		TOYOTA					
		YARIS		12.10		90.26	5.24
		TOYOTA					
		SV		12.82		180.89	12.92
TOYOTA							
PROBOX			12.82		195.64	11.51	
Categoría II	Camionetas pick up	HYUNDAI		7.92		111.71	5.59
		i10					
		KIA					
		PICANTO		7.89		111.34	5.57
		CHINO		10.34		145.93	8.11
		Promedio		9.32		125.03	7.17
		SUZUKI		6.37		89.88	4.87
Categoría II	Camionetas pick up	CHINO		9.20		129.85	7.21
		TOYOTA					
		HILUX		9.08		36.85	4.12
		NISSAN					
NAVARA		10.40		40.19	4.02		

		CHINO	9.51	73.00	8.34
		TOYOTA	8.24		
		HINO		33.42	9.55
		Promedio	8.80	67.20	6.35
Categoría III	Ómnibus	MERCEDES BENZ	7.01	28.45	6.32
	Camión >5 ton	VOLVO NL12	6.00	24.36	16.24
		SCANIA F10	5.41	21.96	12.92
	Remolcador	SCANIA F14	6.40	25.99	16.24
		Promedio	6.21	25.19	12.93
	Total vehículos				

Como puede verse en la tabla 8, en promedio las emisiones de CO son relativamente altas, esto está influenciado por los factores de emisiones que elevan las emisiones teóricas esperadas, ya que en la zona estos factores no son los más óptimos como por ejemplo antigüedad del vehículo, velocidad promedio, tipo de mantenimiento entre otros. Debemos resaltar que los vehículos más contaminantes son los que usan gasolina, mientras que los que utilizan diésel tienen menores emisiones de CO a la atmósfera.

4.3. Estimación de las emisiones de CO total por año del parque automotor de Chiriaco

Tabla 9. Estimación de las emisiones totales anuales de CO por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco

Categorías	Sub categoría	Marca y modelo	Emisiones promedio (t/año)	N° de Vehículos	Total Emisión (t/año)
Categoría I	Mototaxis	HONDA CGL	0.0220	500	11.00
		CHINO	0.0249	161	4.01
	Moto lineal	HONDA CGL	0.0187	16	0.30
		HONDA RXL	0.0216	31	0.67
		YAMAHA XT	0.0223	31	0.69
		CHINO	0.0458	31	1.42

Automóvil 1	TOYOTA YARIS	0.0096	30	0.29	
	TOYOTA SV	0.0236	15	0.35	
	TOYOTA PROBOX	0.0210	15	0.32	
	HYUNDAI i10	0.0102	30	0.31	
	KIA PICANTO	0.0102	30	0.31	
	CHINO	0.0148	30	0.44	
	Sub total		920	20.10	
Couster/ Minivan Camionetas pick up Camión 2- 5 ton	SUZUKI	0.0154	32	0.49	
	CHINO	0.0197	48	0.95	
	TOYOTA HILUX	0.0150	135	2.03	
	NISSAN NAVARA	0.0147	30	0.44	
	CHINO	0.0292	90	2.63	
	TOYOTA HINO	0.0174	10	0.17	
	Sub total		345	6.71	
Categoría II	Ómnibus	MERCEDES BENZ	0.0115	2	0.02
	Camión >5 ton	VOLVO NL12	0.0296	15	0.44
		SCANIA F10	0.0236	15	0.35
	Remolcador	SCANIA F14	0.0296	12	0.36
	Sub total		44	1.18	
TOTAL			1309	27.98	

La tabla 9, nos indica la producción estimada total de emisiones de CO por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco. Como puede verse este valor es bajo, muy a pesar que las emisiones unitarias por vehículos son altas, esto se debe al bajo número de vehículos existentes en la ciudad de Chiriaco, y en los criterios de exclusión no se han

tomado en cuenta los vehículos de tránsito por esta ciudad, ya que no se encuentran registrados en la Municipalidad Distrital de Imaza.

4.4. Comparación de las emisiones estimadas con los LMP vigentes

Para la comparación se tomó en cuenta la categoría de vehículos disgregada en las subcategorías para compararlo con los LMP vigentes en la normatividad peruana.

Los LMP se tomarán como base el D. S. 047-2001-MTC, y las modificaciones realizadas por las normas complementarias que son: D.S. 009-2012-MINAM, D. S. 004-2013-MINAM y D. S. 014-2016-MINAM.

Las comparaciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Comparación de las emisiones estimadas con los LMP vigentes para CO

Categorías	Sub categoría	Marca modelo	y Emisiones promedio (g/Km)	LMP (g/Km)	COMPARACIÓN	
Categoría I	Mototaxis	HONDA CGL	4.53	5.50	No excede LMP	
		CHINO	5.64	5.50	Excede LMP	
	Moto lineal	HONDA CGL	5.13	5.50	No excede LMP	
		HONDA RXL	6.34	2.00	Excede LMP	
		YAMAHA XT	5.44	2.00	Excede LMP	
		CHINO	10.03	5.50	Excede LMP	
	Automóvil	TOYOTA YARIS	5.24	2.20	Excede LMP	
		TOYOTA SV	12.92	2.20	Excede LMP	
		TOYOTA PROBOX	11.51	2.20	Excede LMP	
		HYUNDAI i10	5.59	2.20	Excede LMP	
		KIA PICANTO	5.57	2.20	Excede LMP	
		CHINO	8.11	2.20	Excede LMP	
	Categoría II	Couster/Minivan	SUZUKI	4.87	2.20	Excede LMP
			CHINO	7.21	2.20	Excede LMP
Camionetas pick up		TOYOTA HILUX	4.12	1.00	Excede LMP	

		NISSAN NAVARA	4.02	1.00	Excede LMP
		CHINO	8.34	1.00	Excede LMP
Categoría III	Camión 2-5 ton	TOYOTA HINO	9.55	1.50	Excede LMP
	Ómnibus	MERCEDES BENZ	6.32	0.51	Excede LMP
	Camión >5 ton	VOLVO NL12	16.24	0.51	Excede LMP
		SCANIA F10	12.92	0.51	Excede LMP
	Remolcador	SCANIA F14	16.24	0.93	Excede LMP

La tabla 10, muestra que casi la totalidad de vehículos exceden el LMP para emisiones de CO, según la norma peruana vigente.

Esto puede deberse a que el parque automotor de la ciudad de Chiriaco, es antiguo, no recibe mantenimiento especializado, y las condiciones del terreno donde circulan, no le permite ahorrar combustible al ser defectuoso (afirmado en gran porcentaje de sus vías).

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación coinciden con lo que señala Altunar (2016), en la tesis: Determinación de los niveles de contaminación atmosférica de monóxido de carbono en la ciudad de Torreón Coahuila quien concluye que el contaminante monóxido de carbono ocupa el segundo lugar de contaminación más emitido en la ciudad de Torreón, las partículas suspendidas arrojan datos muy elevados que sobrepasan la norma, tal como sucede en las emisiones del parque automotor de Chiriaco.

Sin embargo, nuestros resultados difieren a lo que reporta Chamarravi y Saavedra (2013), en la tesis: Evaluación del impacto ambiental generado por la emisión de gases en motores que utilizan complementos lubricantes, en la ciudad de Bogotá D.C., quienes encuentran las emisiones por debajo del límite máximo permisible, por lo tanto, estas concentraciones no representan un riesgo importante para la salud de la población en su estudio. Pero coincidimos en la forma de análisis ya que los vehículos seleccionados como muestra son muy similares, añadiendo que existen diferencias que pueden alterar los resultados de los análisis de gases tales como el modelo del vehículo, como la marca del combustible utilizada, el lapso de tiempo de cambio de lubricante, el horario de trabajo y la exigencia del motor, las concentraciones de monóxido de carbono (CO) registradas en los análisis del gas en la serie de vehículos seleccionados que se le aplicó el complemento lubricante.

Así mismo, coincidimos con lo que reporta Valencia (2017), en la investigación: Efecto de medidas administrativas en la reducción de las emisiones de contaminantes criterio por fuentes móviles vehiculares, sector 2 - Villa El Salvador – Lima; quien señala que las mayores emisiones contaminantes se dan en la categoría I, donde se encuentran los mototaxis y automóviles. Además, considera la antigüedad como un criterio para los niveles de emisión.

Según la Dirección General de Salud al 2015, las emisiones en Lima – Metropolitana superan los 3130 (Tn/año) de monóxido de carbono en los vehículos que circulan en la red vial, un dato totalmente alto comparado con el que se reporta en la ciudad de Chiriaco, en la cual se encontró 27.98 Tn/año, lo cual se justifica por la cantidad de vehículos y el recorrido que se realiza. Sin embargo, pese a ello en todas las categorías de vehículos automotores que circulan en la red vial se supera los límites máximos permisibles, debido a la ausencia de mantenimientos y el tipo de combustible q se utiliza.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización de la ciudad de Chiriaco, la cual consta de 920 vehículos en la categoría I, 345 en la categoría II y 44 vehículos en la categoría III, evidenciando predominancia de vehículos menores tipo motos lineales y mototaxis o trimóviles, el parque automotor no es tan antiguo, con edad promedio de 5 años.
- Se calculó las emisiones de CO por el parque automotor a la atmósfera, realizando ajustes recomendados por el modelo IVE americano. La categoría I, II y III presentan 20.10, 6.71 y 1.18 Tn/año. Las emisiones por vehículo se encuentran por encima de la emisión teórica esperada.
- Se calculó la emisión de CO total por año en la ciudad de Chiriaco siendo de 27.98 toneladas. Este valor es bajo debido al tamaño pequeño de la ciudad que no permite recorridos grandes, y al número pequeño de vehículos registrados.
- Se comparó las emisiones estimadas con los LMP de emisiones de CO según las normas vigentes, y se obtuvo que, en casi todos los casos, los vehículos emiten CO por encima de los LMP.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Imaza, Chiriaco, realizar campañas de fiscalización y sensibilización referente a la contaminación del aire y sus repercusiones en el ambiente y la salud pública.
- Proponer ordenanzas municipales para retirar del parque automotor de la ciudad los vehículos con más de 10 años de antigüedad, por ser los más contaminantes.
- Promover investigaciones de cuantificación para determinar las emisiones de CO₂, NO_x, PM₁₀, y SO₂. generados por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco, y así brindar información a la Municipalidad Distrital de Imaza para tomar las medidas correctivas adecuadas.
- Sugerir alternativas de mitigación como el uso de biocombustibles, fiscalización a las empresas de revisiones técnicas e implementación de un protocolo de monitoreo de calidad del aire.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

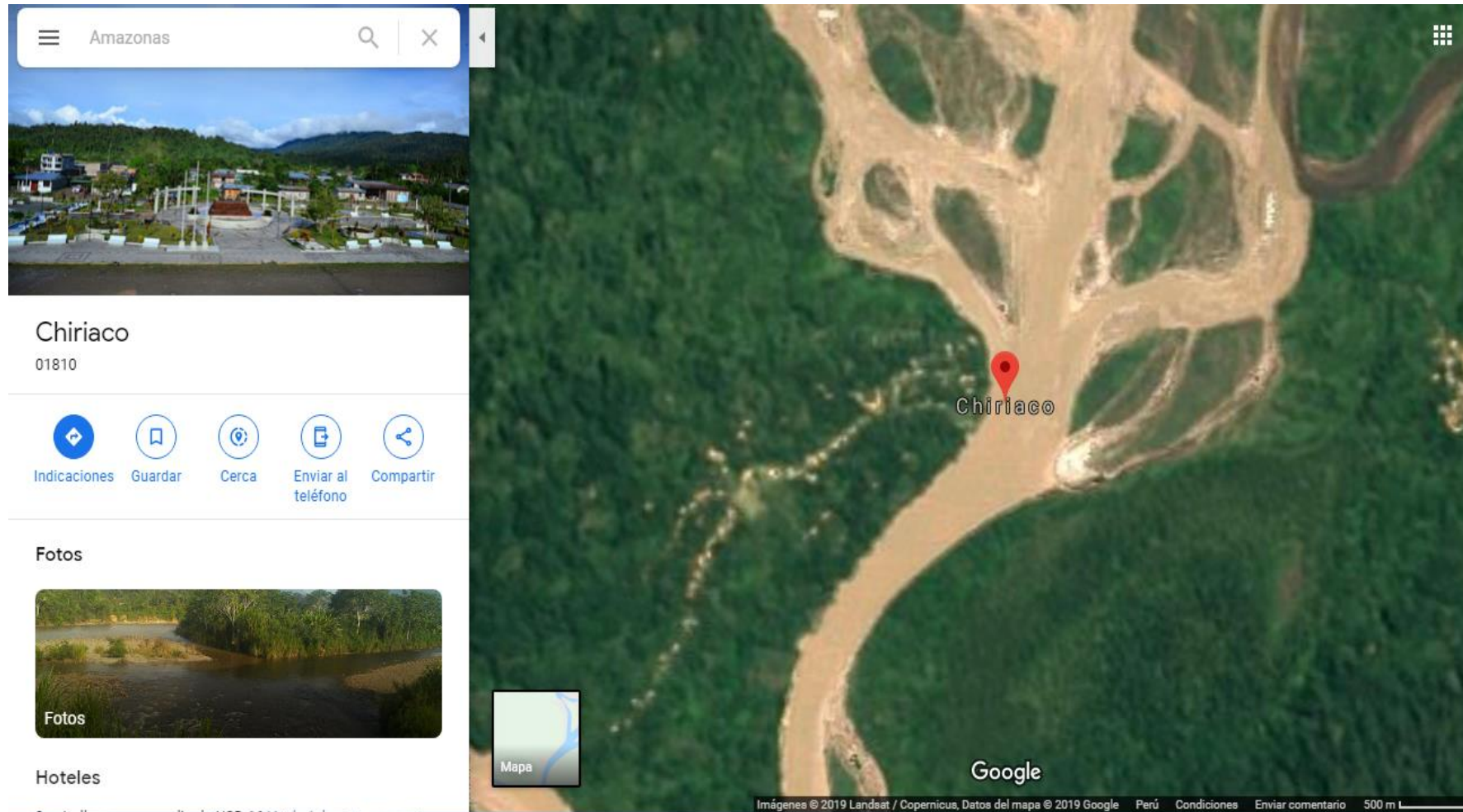
- Altunar (2016). *Determinación de los niveles de contaminación atmosférica de monóxido de carbono en la ciudad de Torreón Coahuila*, (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista: México.
- Briones E. y Malaver C. (2015). Concentración de material particulado PM 10 y Pm 2.5 en la cuenca atmosférica de Cajamarca durante los años 2014 y 2015, (Tesis de grado). Universidad César Vallejo: Lima.
- Chamarravi y Saavedra (2013). *Evaluación del impacto ambiental generado por la emisión de gases en motores que utilizan complementos lubricantes, en la ciudad de Bogotá D.C.*, (Tesis de grado). Universidad de Manizales: Colombia.
- Caminos, J; Enrique, C; Ghirardi, R; Graizaro, A; Rusillo, S; Pacheco, C. (2007). *Calidad de aire en la ciudad de Santa Fe*.
- Carrasco, D. 2008. Medición y análisis de factores de emisión para vehículos motorizados de la región metropolitana de Santiago de Chile.
- Choy (2014). *Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima cuadrada*, (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería: Lima.
- De la Cruz (2015). *Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012*, (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro: Huancayo.
- Echarri, L. (2007). *Contaminación de la atmósfera*.
- Fidas. A. (2006). *El proyecto de investigación*. Recuperado de https://issuu.com/paundpro/docs/el_proyecto_de_investigacion_fidias
- Giraldo, L; Behrentz, E. (2009). *Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes*. Bogotá.
- Hernández S. (2003). *El tejido interactivo de la organización laboral*. CIPS.(p.1-2). La Habana: Cuba.
- Méndez (2017). *Parque automotor y contaminación ambiental en el Centro Histórico de Lima*, (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Mendoza (2014). *Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el mercado de Tacna, 2011-2012*, (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann: Tacna.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2001). DS N° 047-2001-MTC *Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial.*
- Montesinos S. (2018). Farmaagro.org extraído de www.formagro.org
- Organización Mundial de la Salud. (OMS) (2014). *Calidad del aire Exterior y Salud.* Centro de Prensa de la OMS, Washington: USA.
- Organización Mundial de la Salud (2008). *Calidad del Aire y Salud.*
- Parella, S y Martins, F. (2012). *Investigación cuantitativa.* Recuperado de <https://issuu.com/originaledy/docs/metodologc3ada-de-la-investigac3b>
- R.P.P.(2017)rpp.pe/peru/actualidad/el-parque-automotor-origina-el-70-de-la-contaminacion-del-aire-en-lima-noticia-1080213
- Saavedra (2014). *Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un Ambiente de tráfico vehicular,* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina: Lima.
- Saldaña (2016). *Emisión de gases por el parque automotor y su repercusión en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos año 2015,* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo: Trujillo.
- Tamayo y Tamayo, Mario. (1997) *El Proceso de la Investigación científica.* Editorial Limusa S.A.: México.
- Tolcachier, A. (2004). *Medicina Ambiental.* Libro Virtual. IntraMed – Argentina.
- Valencia (2017). *Efecto de medidas administrativas en la reducción de las emisiones de contaminantes criterio por fuentes móviles vehiculares, sector 2 - Villa El Salvador,* (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Sur: Lima.
- Vargas M. (1986). *Prólogo al otro sendero.* La revolución informal. Londres: Inglaterra.
- Vargas C. (2011). *Efectos de la fracción gruesa (PM10-2,5) del material particulado sobre la salud humana.* Revisión Bibliográfica MINSAL.
- Flores-Meneses, Oscar Febo. (2017). Medición de emisiones vehiculares y de desempeño de potencia de un motor dedicado a gasolina convertido a gas natural vehicular. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(1), 39-50. Recuperado en 15 de julio de 2019, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000100005&lng=es&tlng=es
- Juan Jose Nina Charaja 2017. Actividad de aprendizaje n° 05, procesos de combustión. Recuperado el 15 de julio de 2019.

<https://ingjnina.jimdo.com/.../Act.+de+Aprend.+N°+5+Teoria+de+la+Combustion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Localización de la ciudad de Chiriaco



Anexo 2

Cuestionario dirigido a los conductores del distrito de Imaza, Chiriaco para conocer la percepción de la calidad de aire y caracterizar el parque automotor.

El presente cuestionario tiene como finalidad encontrar datos sobre el tipo de vehículo, tipo de combustible, kilometraje promedio de recorrido, cilindrada del motor, año de fabricación y peso del vehículo, así como la percepción que tienen sobre la calidad de aire. Los datos obtenidos serán utilizados con total privacidad por ello se les pide sean sinceros con sus respuestas.

INSTRUCCIONES

Estimado(a) conductor(a) del Distrito de Imaza, Chiriaco, se le solicita responder con claridad a cada pregunta planteada debiendo colocar (marcar sus respuestas) o rellenar los espacios en blanco según corresponda.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Preguntas respecto a la variable parque automotor

1. Tipo de vehículo que conduces

- a) Automóvil
- c) Camioneta Pick Up
- f) Omnibus
- g) Camión
- h) Remolcador
- j) Vehículos Menores
- k) Otros

2. Tipo de combustible que utilizas

- a) Gasolina
- b) Diesel

3. Kilometraje promedio de recorrido

- a) Por día

b) Recorrido en total

4. Cilindrada del motor

a) mencionar: _____

5. Año de fabricación del vehículo y año de adquisición del vehículo

Año de fabricación _____ Mes _____ Año _____

Año de Adquisición _____ Mes _____ Año _____

6. Peso del vehículo

a) Menores de 3.5 T

b) De 3.5 a 16 T

c) Mayores a 16 T

4. Velocidad/ hora promedio a la que circula por la ciudad

a) Mencionar: _____

5. Que tipo de mantenimiento le da a su vehículo

a) Mantenimiento técnico especializado

b) Mantenimiento no especializado

6. Cual es el rendimiento promedio en Km de recorrido por galón de combustible

a) Mencionar: _____

Muchas gracias por su colaboración...!!!

Anexo 3. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuáles son las emisiones de CO por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco distrito de Imaza 2018?	GENERAL Estimar las emisiones de CO al aire generada por el parque automotor en la ciudad de Chiriaco, distrito de Imaza 2018.	Si se tiene una caracterización adecuada del parque automotor de la ciudad de Chiriaco, entonces es posible calcular los niveles de emisiones potenciales de monóxido de carbono generado por este	VD: Contaminación del aire. VI: Parque automotor.	Descriptivo	P = 1309	Encuesta Registro Documental	Estadística Descriptiva
	ESPECÍFICOS (1) Caracterización del parque automotor en Chiriaco, (2) Estimación de las emisiones de CO del parque automotor de Chiriaco, (3) Estimación de las emisiones de CO total por año del parque automotor de Chiriaco y (4) Comparación de las emisiones estimadas con los LMP vigentes.			DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				No experimental Transversal	M= 89	Cuestionario Guía Documental	

Fuente: Elaborado por los Investigadores

Anexo 4. Panel fotográfico



Figura 1. Vista del parque automotor de la ciudad de Chiriaco



Figura 2. Vista de un mototaxi (categoría I)



Figura 3. Vista camión < 5 ton (categoría III) y vista camioneta carguera (categoría II)



Figura 4. Camión (Categoría III).



Figura 5. Encuesta a propietarios de vehículos

Anexo 5. Datos tabulados de la encuesta realizada

N°	categoría	sub categoría	Marca y modelo	Cilindrada	Año de fabricación	Tipo de combustible	Rendimiento Km/l	mantenimiento	Recorrido diario	Velocidad promedio
1	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2004	GASOLINA	14	N, T.E.	12.5	20
2	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2004	GASOLINA	14	N, T.E.	12.5	20
3	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2004	GASOLINA	14	N, T.E.	12.5	30
4	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2004	GASOLINA	15	N, T.E.	12.5	30
5	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2006	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	25
6	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2006	GASOLINA	19	N, T.E.	15	24
7	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2011	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	25
8	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2011	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	20
9	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2012	GASOLINA	19	N, T.E.	17.5	24
10	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2012	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	24
11	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2012	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	24
12	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2012	GASOLINA	19	N, T.E.	17.5	20
13	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2012	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	20
14	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2013	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	30
15	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2013	GASOLINA	19	N, T.E.	15	30
16	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2013	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	25
17	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2013	GASOLINA	19	N, T.E.	17.5	24
18	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2014	GASOLINA	21	N, T.E.	12.5	25
19	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2014	GASOLINA	21	N, T.E.	12.5	20
20	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2014	GASOLINA	21	N, T.E.	12.5	24
21	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2015	GASOLINA	21	N, T.E.	17.5	24
22	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	15	24
23	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	20
24	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	20

25	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	30
26	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	30
27	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	25
28	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	24
29	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	25
30	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	20
31	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	10	24
32	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	24
33	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	24
34	I	M-T	HONDA CGL	0.150	2017	GASOLINA	23	N, T.E.	12.5	20
35	I	M-T	CHINA	0.150	2011	GASOLINA	11	N, T.E.	12.5	20
36	I	M-T	CHINA	0.150	2011	GASOLINA	11	N, T.E.	12.5	30
37	I	M-T	CHINA	0.150	2011	GASOLINA	14	N, T.E.	12.5	30
38	I	M-T	CHINA	0.150	2013	GASOLINA	19	N, T.E.	10	25
39	I	M-T	CHINA	0.150	2013	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	24
40	I	M-T	CHINA	0.150	2014	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	25
41	I	M-T	CHINA	0.150	2014	GASOLINA	19	N, T.E.	12.5	20
42	I	M-T	CHINA	0.150	2015	GASOLINA	21	N, T.E.	10	24
43	I	M-T	CHINA	0.150	2016	GASOLINA	21	N, T.E.	12.5	24
44	I	M-T	CHINA	0.150	2016	GASOLINA	21	N, T.E.	12.5	24
45	I	M-T	CHINA	0.150	2017	GASOLINA	21	N, T.E.	12.5	22
46	I	M-L	HONDA XR	0.190	2016	GASOLINA	18	N, T.E.	8.75	35
47	I	M-L	HONDA XR	0.150	2015	GASOLINA	21	N, T.E.	10	35
48	I	M-L	HONDA CGL	0.125	2013	GASOLINA	23	N, T.E.	10	30
49	I	M-L	YAMAHA XT	0.125	2014	GASOLINA	24	N, T.E.	10	35
50	I	M-L	YAMAHA XT	0.125	2015	GASOLINA	26	N, T.E.	12.5	40
51	I	M-L	CHINA	0.200	2015	GASOLINA	11	N, T.E.	12.5	30
52	I	M-L	CHINA	0.200	2015	GASOLINA	11	N, T.E.	12.5	33

53	I	A	TOYOTA YARIS	1.500	2004	DIÉSEL	20	N, T.E.	5	45
54	I	A	TOYOTA YARIS	1.500	2015	GASOLINA	16	N, T.E.	5	45
55	I	A	TOYOTA SV	1.800	2006	GASOLINA	14	N, T.E.	5	38
56	I	A	TOYOTA PROBOX	1.500	2005	GASOLINA	17	N, T.E.	5	40
57	I	A	HYUNDAI I10	1.000	2015	GASOLINA	20	N, T.E.	5	42
58	I	A	HYUNDAI I10	1.000	2015	GASOLINA	20	N, T.E.	5	45
59	I	A	KIA PICANTO	1.100	2016	GASOLINA	20	N, T.E.	5	45
60	I	A	KIA PICANTO	1.100	2016	GASOLINA	20	N, T.E.	5	45
61	I	A	CHINO	1.600	2014	GASOLINA	18	N, T.E.	5	40
62	I	A	CHINO	1.600	2015	GASOLINA	18	N, T.E.	5	40
63	II	C-M	CHINO	1.600	2015	GASOLINA	18	N, T.E.	7.5	40
64	II	C-M	CHINO	1.600	2015	GASOLINA	18	N, T.E.	7.5	35
65	II	C-M	CHINO	1.800	2016	GASOLINA	18	N, T.E.	7.5	35
66	II	C-M	SUZUKI	1.500	2014	GASOLINA	18	N, T.E.	7.5	35
67	II	C-M	SUZUKI	1.500	2016	GASOLINA	19	N, T.E.	10	35
68	II	C-PK	TOYOTA HILUX	3.200	2013	DIÉSEL	7	N, T.E.	10	35
69	II	C-PK	TOYOTA HILUX	3.200	2013	DIÉSEL	7	N, T.E.	10	33
70	II	C-PK	TOYOTA HILUX	3.200	2013	DIÉSEL	7	N, T.E.	10	35
71	II	C-PK	TOYOTA HILUX	3.200	2014	DIÉSEL	8	N, T.E.	10	40
72	II	C-PK	TOYOTA HILUX	2.400	2015	DIÉSEL	11	N, T.E.	10	45
73	II	C-PK	TOYOTA HILUX	2.400	2015	DIÉSEL	11	T.E.	10	45
74	II	C-PK	TOYOTA HILUX	2.400	2015	DIÉSEL	11	T.E.	10	42
75	II	C-PK	TOYOTA HILUX	2.400	2017	DIÉSEL	12	T.E.	10	40

76	II	C-PK	TOYOTA HILUX	2.400	2017	DIÉSEL	12	T.E.	10	40
77	II	C-PK	NISAN NAVARA	2.500	2014	DIÉSEL	10	T.E.	10	40
78	II	C-PK	NISAN NAVARA	2.500	2016	DIÉSEL	11	T.E.	10	45
79	II	C-PK	CHINO	2.400	2014	GASOLINA	9	N, T.E.	10	40
80	II	C-PK	CHINO	2.400	2014	GASOLINA	9	N, T.E.	10	38
81	II	C-PK	CHINO	2.600	2015	DIÉSEL	10	N, T.E.	10	35
82	II	C-PK	CHINO	2.600	2015	DIÉSEL	10	N, T.E.	10	40
83	II	C-PK	CHINO	3.200	2015	DIÉSEL	7	N, T.E.	10	40
84	II	C-PK	CHINO	3.200	2016	DIÉSEL	7	N, T.E.	5	42
85	II	C-2-5T	TOYOTA HINO	7.684	2002	DIÉSEL	3.5	N, T.E.	5	22
86	III	O	MERCEDS BENZ	4.800	2008	DIÉSEL	4.5	N, T.E.	5	22
87	III	C>5T	VOLVO NL12	12.800	2010	DIÉSEL	1.5	N, T.E.	5	20
88	III	C>5T	SCANIA F10	10.500	2013	DIÉSEL	1.7	T.E.	5	21
89	III	R-T	SCANIA F14	12.700	2004	DIÉSEL	1.6	N, T.E.	5	18

NOTA:

A: Automóvil, M-T: Mototaxi, M-L: Moto lineal, C-M: Couster, minivan, C-PK: Camioneta pick up,
C-2-5T: Camión de 2 a 5 Toneladas, C>5T: Camión de > 5 toneladas, O: Ómnibus, R-T: Remolque, tráiler,
N.T.E.: Mantenimiento No técnico especializado T.E. Mantenimiento técnico especializado.

Anexo 6. Estimación de las emisiones teóricas y ajustadas de CO por cada vehículo encuestado

Nº	categoría	sub categoría	Marca y modelo	Emisiones teóricas CO (%vol)	Emisiones ajustadas CO (%vol)	Emisiones teóricas CO (g/l)	Emisiones ajustadas CO (g/l)	Emisiones ajustadas CO (g/Km)	Emisiones ajustadas CO (g/día)	Emisiones ajustadas CO (t/año)
1	I	M-T	HONDA CGL	1.50	7.12	21.17	100.44	7.44	93.00	0.0339
2	I	M-T	HONDA CGL	1.50	7.12	21.17	100.44	7.44	93.00	0.0339
3	I	M-T	HONDA CGL	1.50	10.67	21.17	150.66	11.16	139.50	0.0509
4	I	M-T	HONDA CGL	1.50	10.67	21.17	150.66	10.04	125.55	0.0458
5	I	M-T	HONDA CGL	1.50	8.43	21.17	119.01	6.35	79.34	0.0290
6	I	M-T	HONDA CGL	1.50	8.09	21.17	114.25	6.09	91.40	0.0334
7	I	M-T	HONDA CGL	1.50	7.27	21.17	102.65	5.47	68.44	0.0250
8	I	M-T	HONDA CGL	1.50	5.82	21.17	82.12	4.38	54.75	0.0200
9	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.86	21.17	96.83	5.16	90.37	0.0330
10	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.87	21.17	96.92	5.17	64.62	0.0236
11	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.87	21.17	97.02	5.17	64.68	0.0236
12	I	M-T	HONDA CGL	1.50	5.63	21.17	79.51	4.24	74.21	0.0271
13	I	M-T	HONDA CGL	1.50	5.63	21.17	79.51	4.24	53.01	0.0193
14	I	M-T	HONDA CGL	1.50	8.17	21.17	115.34	6.15	76.89	0.0281
15	I	M-T	HONDA CGL	1.50	8.17	21.17	115.34	6.15	92.27	0.0337
16	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.81	21.17	96.11	5.13	64.08	0.0234
17	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.54	21.17	92.27	4.92	86.12	0.0314
18	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.58	21.17	92.84	4.42	55.26	0.0202
19	I	M-T	HONDA CGL	1.50	5.26	21.17	74.28	3.54	44.21	0.0161
20	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.41	21.17	90.46	4.31	53.84	0.0197
21	I	M-T	HONDA CGL	1.50	6.19	21.17	87.36	4.16	72.80	0.0266
22	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.12	21.17	58.10	2.58	38.73	0.0141
23	I	M-T	HONDA CGL	1.00	3.37	21.17	47.61	2.12	26.45	0.0097
24	I	M-T	HONDA CGL	1.00	3.37	21.17	47.61	2.12	26.45	0.0097

25	I	M-T	HONDA CGL	1.00	5.06	21.17	71.42	3.17	39.68	0.0145
26	I	M-T	HONDA CGL	1.00	5.06	21.17	71.42	3.17	39.68	0.0145
27	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.22	21.17	59.51	2.65	33.06	0.0121
28	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.05	21.17	57.13	2.54	31.74	0.0116
29	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.22	21.17	59.51	2.65	33.06	0.0121
30	I	M-T	HONDA CGL	1.00	3.37	21.17	47.61	2.12	26.45	0.0097
31	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.11	21.17	57.98	2.58	25.77	0.0094
32	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.11	21.17	58.04	2.58	32.24	0.0118
33	I	M-T	HONDA CGL	1.00	4.12	21.17	58.10	2.58	32.28	0.0118
34	I	M-T	HONDA CGL	1.00	3.37	21.17	47.61	2.12	26.45	0.0097
35	I	M-T	CHINA	1.50	5.82	21.17	82.12	7.30	91.25	0.0333
36	I	M-T	CHINA	1.50	8.73	21.17	123.19	10.95	136.87	0.0500
37	I	M-T	CHINA	1.50	8.73	21.17	123.19	9.12	114.06	0.0416
38	I	M-T	CHINA	1.50	6.81	21.17	96.11	5.13	51.26	0.0187
39	I	M-T	CHINA	1.50	6.54	21.17	92.27	4.92	61.51	0.0225
40	I	M-T	CHINA	1.50	6.58	21.17	92.84	4.95	61.90	0.0226
41	I	M-T	CHINA	1.50	5.26	21.17	74.28	3.96	49.52	0.0181
42	I	M-T	CHINA	1.50	6.18	21.17	87.27	4.16	41.56	0.0152
43	I	M-T	CHINA	1.50	5.96	21.17	84.17	4.01	50.10	0.0183
44	I	M-T	CHINA	1.50	5.97	21.17	84.25	4.01	50.15	0.0183
45	I	M-T	CHINA	1.00	5.18	21.17	73.07	3.48	43.49	0.0159
46	I	M-L	HONDA XR	1.50	8.56	21.17	120.82	6.71	58.73	0.0214
47	I	M-L	HONDA XR	1.50	8.89	21.17	125.40	5.97	59.72	0.0218
48	I	M-L	HONDA CGL	1.50	8.17	21.17	115.34	5.13	51.26	0.0187
49	I	M-L	YAMAHA XT	1.50	9.21	21.17	129.98	5.42	54.16	0.0198
50	I	M-L	YAMAHA XT	1.50	10.15	21.17	143.32	5.46	68.25	0.0249
51	I	M-L	CHINA	1.50	7.62	21.17	107.49	9.55	119.43	0.0436
52	I	M-L	CHINA	1.50	8.38	21.17	118.24	10.51	131.37	0.0480

53	I	A	TOYOTA YARIS	1.50	16.01	6.086	64.97	3.25	16.24	0.0059
54	I	A	TOYOTA YARIS	1.50	8.19	21.17	115.56	7.22	36.11	0.0132
55	I	A	TOYOTA SV	1.50	12.82	21.17	180.89	12.92	64.60	0.0236
56	I	A	TOYOTA PROBOX	1.50	13.86	21.17	195.64	11.51	57.54	0.0210
57	I	A	HYUNDAI I10	1.50	7.64	21.17	107.86	5.39	26.96	0.0098
58	I	A	HYUNDAI I10	1.50	8.19	21.17	115.56	5.78	28.89	0.0105
59	I	A	KIA PICANTO	1.50	7.89	21.17	111.34	5.57	27.84	0.0102
60	I	A	KIA PICANTO	1.50	7.89	21.17	111.34	5.57	27.84	0.0102
61	I	A	CHINO	1.50	10.53	21.17	148.55	8.25	41.26	0.0151
62	I	A	CHINO	1.50	10.15	21.17	143.32	7.96	39.81	0.0145
63	II	C-M	CHINO	1.50	10.15	21.17	143.32	7.96	59.72	0.0218
64	II	C-M	CHINO	1.50	8.89	21.17	125.40	6.97	52.25	0.0191
65	II	C-M	CHINO	1.50	8.56	21.17	120.82	6.71	50.34	0.0184
66	II	C-M	SUZUKI	1.50	6.60	21.17	93.16	5.18	38.82	0.0142
67	II	C-M	SUZUKI	1.50	6.14	21.17	86.60	4.56	45.58	0.0166
68	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	9.53	6.086	38.68	5.53	55.26	0.0202
69	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	8.99	6.086	36.47	5.21	52.10	0.0190
70	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	9.53	6.086	38.68	5.53	55.26	0.0202
71	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	10.53	6.086	42.71	5.34	53.38	0.0195
72	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	11.42	6.086	46.35	4.21	42.14	0.0154
73	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	11.03	6.086	44.74	4.07	40.67	0.0148
74	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.50	7.38	6.086	29.93	2.72	27.21	0.0099
75	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.00	6.66	6.086	27.03	2.25	22.53	0.0082
76	II	C-PK	TOYOTA HILUX	1.00	6.66	6.086	27.03	2.25	22.53	0.0082
77	II	C-PK	NISAN NAVARA	1.50	10.06	6.086	40.80	4.08	40.80	0.0149
78	II	C-PK	NISAN NAVARA	1.50	10.74	6.086	43.59	3.96	39.62	0.0145
79	II	C-PK	CHINO	1.50	10.53	21.17	148.55	16.51	165.06	0.0602
80	II	C-PK	CHINO	1.50	10.00	21.17	141.12	15.68	156.80	0.0572

81	II	C-PK	CHINO	1.50	8.89	6.086	36.05	3.61	36.05	0.0132
82	II	C-PK	CHINO	1.50	10.15	6.086	41.20	4.12	41.20	0.0150
83	II	C-PK	CHINO	1.50	10.15	6.086	41.20	5.89	58.86	0.0215
84	II	C-PK	CHINO	1.00	7.36	6.086	29.88	4.27	21.34	0.0078
85	II	C-2-5T	TOYOTA HINO	1.50	8.24	6.086	33.42	9.55	47.74	0.0174
86	III	O	MERCEDES BENZ	1.50	7.01	6.086	28.45	6.32	31.61	0.0115
87	III	C>5T	VOLVO NL12	1.50	6.00	6.086	24.36	16.24	81.20	0.0296
88	III	C>5T	SCANIA F10	1.50	5.41	6.086	21.96	12.92	64.58	0.0236
89	III	R-T	SCANIA F14	1.50	6.40	6.086	25.99	16.24	81.21	0.0296