

Determinación de la concentración de monóxido de carbono y su relación con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba, 2019

por Franklin Raúl Vallejos-ticliahuanca

Fecha de entrega: 16-feb-2023 08:24a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2015623096

Nombre del archivo: Ing._Ambiental_-_Franklin_Vallejos_Ticliahuanca1_1.docx (22.28M)

Total de palabras: 13235

Total de caracteres: 68638



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución -
4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es)

Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor

¹
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



³
**Determinación de la concentración de monóxido de carbono y su relación
con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba, 2019**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Franklin Raúl Vallejos Ticliahuanca

⁸

ASESOR:

Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Código N° 60510119

Moyobamba – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



³
Determinación de la concentración de monóxido de carbono y su relación
con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba, 2019

AUTOR:

Franklin Raúl Vallejos Ticliahuanca

²
Sustentada y aprobada el 26 de julio del 2022, por los siguientes jurados

.....
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Presidente

.....
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález

Secretario

⁸.....
Econ. Wilhelm Cachay Ortiz

Miembro

.....
Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Franklin Raúl Vallejos Ticlahuanca, con DNI N° 71851007, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Determinación de la concentración de monóxido de carbono y su relación con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba, 2019.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 26 de julio del 2022.



.....
Franklin Raúl Vallejos Ticlahuanca
DNI N° 71851007

Dedicatoria

Por facilitarme llegar a este especial momento de mi vida se lo dedico principalmente a Dios, que gracias a los momentos difíciles y triunfos me permitieron valorar el cada día; a mi señora madre por ser la única mujer que estuvo apoyándome desde el comienzo hasta el final de mi etapa universitaria; a mi padre quien a través de sus consejos me guío día tras día para finalizar mi etapa universitaria; por último y no menos importante a mi hermana por su compañía en todo este proceso de formación profesional.

Agradecimiento

Un agradecimiento en especial a todas las personas que formaron parte en el desarrollo de la investigación, los mismos que nunca me dejaron en los sucesos difíciles, tristes y alegres que se presentaron en mi vida. A mi madre y padre por sus apoyos, comprensión y sobre todo por sus amor e infinita paciencia hacia mí. No existen palabras claves para hacerles llegar el mejor de los agradecimientos por el apoyo brindado durante toda mi vida personal y académica, a ellos, les agradezco infinitamente por brindarme la libertad de desenvolverme como humano.

Índice general

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice General.....	viii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Marco teórico.....	6
1.3. Definición de términos básicos.....	11
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1. Material.....	13
2.2. Métodos.....	13
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
3.1. Descripción de las características del parque automotor de la ciudad de Moyobamba.....	17
3.2. Evaluar la concentración de monóxido de carbono en la ciudad de Moyobamba ..	37
3.3. Análisis de la relación entre el parque automotor y la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba	13 41
3.4. Discusión de resultados.....	43
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Gases de efecto invernadero de mayor importancia	8
Tabla 2. Puntos de muestreo de flujo vehicular y concentración de CO.....	14
Tabla 3. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de abril con Jr. Sucre	17
Tabla 4. Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes.....	20
Tabla 5. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides	22
Tabla 6. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)	25
Tabla 7. Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas	27
Tabla 8. Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo	30
Tabla 9. Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia	32
Tabla 10. Flujo vehicular en la carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)	35
Tabla 11. Nivel de concentración de CO (ug/m ³) en los ocho puntos de muestreo.....	37
Tabla 12. Comparación de los niveles de concentración de CO con los ECA – Aire	40
Tabla 13. Relación entre el parque automotor y la concentración de CO	41
Tabla 14. Prueba Pearson para relación entre el parque automotor y la concentración de CO	42

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de las emisiones por sectores IPCC en el Inventario Nacional de GEI 2014.	9
Figura 2. Distribución por GEI de las emisiones en el INGEI 2014.	10
Figura 3. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre (horario mañana).	18
Figura 4. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre (horario mediodía).	18
Figura 5. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre (horario tarde).	19
Figura 6. Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes (horario mañana).	20
Figura 7. Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes (horario mediodía).	21
Figura 8. Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes (horario tarde).	22
Figura 9. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides (horario mañana).	23
Figura 10. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides (horario mediodía).	24
Figura 11. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides (horario tarde).	24
Figura 12. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau), (horario mañana).	25
Figura 13. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau), (horario mediodía).	26
Figura 14. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau), (horario tarde).	26
Figura 15. Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas (horario mañana).	28
Figura 16. Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas (horario mediodía).	28

<i>Figura 17.</i> Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas (horario tarde).	29
<i>Figura 18.</i> Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo (horario mañana).	30
<i>Figura 19.</i> Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo (horario mediodía).	31
<i>Figura 20.</i> Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo (horario tarde).	31
<i>Figura 21.</i> Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia (horario mañana).	33
<i>Figura 22.</i> Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia (horario mediodía).	33
<i>Figura 23.</i> Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia (horario tarde).	34
<i>Figura 24.</i> Flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) (horario mañana).	35
<i>Figura 25.</i> Flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) (horario mediodía).	36
<i>Figura 26.</i> Flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) (horario tarde).	36
<i>Figura 27.</i> Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – horario mañana.	38
<i>Figura 28.</i> Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – horario mediodía.	38
<i>Figura 29.</i> Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – horario tarde.	39
<i>Figura 30.</i> Concentración promedio diaria de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	39
<i>Figura 31.</i> Comparación de los niveles de concentración de CO con los ECA – Aire... ..	40
<i>Figura 32.</i> Relación entre el parque automotor y la concentración de CO.	41
<i>Figura 33.</i> Prueba de significancia para relación índices de calidad de agua y temperaturas promedios mensuales.	43

Resumen

Actualmente, la contaminación percibida en las ciudades va en aumento, producto de las actividades que la sociedad realiza cotidianamente, el parque automotor es uno de los que más emite contaminantes, así mismo se encuentra la quema de combustible y el incremento de partículas en suspensión. Todo ello genera consecuencias en la salud y bienestar de las personas, la flora y fauna, evitando que la vida se desarrolle adecuadamente. Planteándose como objetivo principal “Determinar la concentración de monóxido de carbono y su relación con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba, 2019” y como objetivos específicos la “Descripción de las características del parque automotor de la ciudad de Moyobamba, evaluar la concentración de monóxido de carbono en la ciudad de Moyobamba y análisis de la relación entre el parque automotor y la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba”. La investigación se desarrolló en la ciudad de Moyobamba, con una frecuencia quincenal en un periodo de cuatro meses. El tipo de investigación es aplicada, con un nivel de estudio descriptivo y diseño no experimental transversal o transeccional. Para la medición de gases se utilizó el equipo TROTEC BG20, así mismo se usó ficha de toma de datos donde se registró la cantidad de vehículos que circulan en los diferentes puntos de muestreo. Como resultado principal se determinó la influencia del tráfico vehicular en la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba, concluyendo que a mayor flujo vehicular mayor concentración y viceversa.

1

Palabras clave: Influencia, monóxido de carbono, parque automotor.

Abstract

Currently, the pollution perceived in cities is on the rise, because of the activities that society performs on a daily basis, among which the automobile fleet is one of the most polluting emissions, as well as the burning of fuel and the increase of particles in suspension. All this has consequences on the health and welfare of people, flora and fauna, preventing life from developing properly. The main objective of this study is to "Determine the concentration of carbon monoxide and its relationship with the automobile fleet in the city of Moyobamba, 2019". Specific objectives are "Description of the characteristics of the automobile fleet in the city of Moyobamba, evaluate the concentration of carbon monoxide in the city of Moyobamba and analysis of the relationship between the automobile fleet and the concentration of carbon monoxide present in the city of Moyobamba". The research was carried out in the city of Moyobamba, with a biweekly frequency over a period of four months. The type of research is applied, with a descriptive level of study and a transversal or transectional non-experimental design. TROTEC BG20 equipment was used for gas measurements, and a data collection form was used to record the number of vehicles circulating at the different sampling points. The main result was the determination of the influence of vehicular traffic on the concentration of carbon monoxide present in the city of Moyobamba, concluding that the greater the vehicular flow, the higher the concentration and vice versa.

Key words: Influence, carbon monoxide, automobile fleet.

Introducción

Actualmente, la mayor cantidad de ciudades presentan problemas relacionados con el parque automotor, en gran porcentaje la flota vehicular circulante no cumple con las exigencias que la normativa establece en la revisión técnica, uno de ellos es justamente la cantidad de emisiones de monóxido de carbono que generan.

En los Estados Unidos los automóviles generan las $\frac{3}{4}$ partes del monóxido de carbono (CO), casi el 40% de emisiones tóxicas, alrededor del 50% de óxidos de nitrógeno y casi la totalidad de los hidrocarburos, donde además se incluye a las fuentes de tipo natural, proceden del parque automovilístico (Guillermo, 1999).

El monóxido de carbono es un gas tóxico, incoloro e inodoro, ya que a los gases tóxicos no los podemos oler, probar y verlos, es así que el CO puede considerarse mortal antes que sea visto en un determinado lugar y la exposición al CO puede generar efectos considerables dependiendo de una persona a otra de acuerdo a la duración y concentración de la exposición, la salud general y edad (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA], 2021). En diversos países el CO es la principal causa de muertes por intoxicación, como en Japón entre 2000 y 5000 muertes al año se producen debido al envenenamiento por CO (Kinoshita *et al.*, 2020).

Una concentración de CO entre 10 y 20% suele relacionarse con náuseas, torpeza, confusión, emotividad, taquipnea y fatiga, concentraciones entre 21 y 30% suelen acompañarse de dolor de cabeza, disminución de percepción sensorial, discapacidad visual, angina y disnea de esfuerzo, mientras que niveles de CO entre 31 y 50% puede generar discapacidad visual, vómitos, náuseas, confusión, desmayos y mareos, en tanto, valores mayores a 51 % generan acidosis graves, coma, convulsiones y muertes (Gozubuyuk *et al.*, 2017).

Ante lo mencionado, buscando resultados y respuestas al mismo se planteó desarrollar el estudio donde se fundamentó la problemática, ¿Cuál es la concentración de monóxido de carbono y su relación con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba?, cuyo objetivo principal fue “Determinar la concentración de monóxido de carbono y su relación con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba”; siendo los objetivos específicos, Iro: “Describir las características del parque automotor de la ciudad de Moyobamba”;

2do: “Evaluar la concentración de monóxido de carbono en la ciudad de Moyobamba” y;
 3ro: “Análisis de la relación entre el parque automotor y la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba”.

En el capítulo I, se presenta un extracto de las investigaciones ya desarrolladas sobre la temática de estudio; así también, se muestran las bases teóricas incluyendo la definición de los términos básicos. En el segundo capítulo, se describen los materiales y técnicas empleadas para recolectar los datos, también se presentan los métodos optados para procesar y analizar la información obtenida en campo. En el tercer capítulo, se da a conocer los resultados obtenidos del proyecto de tesis, en función a cada uno de los objetivos específicos planteados, por ejemplo, la descripción de las características del parque automotor de la ciudad de Moyobamba, también la evaluación de la concentración de monóxido de carbono, el análisis de la relación entre el parque automotor y la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba. Además, en este capítulo se desarrolla las discusiones, analizando y comparando lo obtenido en relación a otros estudios.

Tomando en consideración el principal objetivo, se demostró que, entre los vehículos existentes, los que generan mayor flujo son los motocarros y las motos lineales, además se determinó la relación entre las variables de investigación ya que a mayor flujo vehicular se registró los mayores niveles de CO y a menor flujo de vehículos los menores niveles de CO.

En cuanto a las conclusiones se determinó mayores concentraciones de CO a mayor cantidad de vehículos y viceversa, comprobándose a través de la prueba Pearson con un nivel de significancia del 95% la influencia en los niveles de CO del parque automotor de la ciudad de Moyobamba. Así mismo, se concluye que en el punto 4 (Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau) es donde existe mayor promedio de flujo vehicular, además donde se registraron mayores niveles promedios de CO siendo 208.5 ug/m³ la concentración diaria promedio. Se concluye además que los resultados registrados de concentraciones de CO no exceden los establecidos en los ECA – Aire (D.S. 003 – 2017 – MINAM).

CAPÍTULO I

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Medina (2018), desarrolló su estudio empleando un equipo Bacharach ECA 450, el mismo que fue certificado por Environmental Protection Agency, este equipo permitió cuantificar los gases debido a su tecnología de celdas microprocesadores y electroquímicas que permiten la medición de niveles de emisión en fuente. Como resultados encontró que la flota de vehículos pertenecientes a la tecnología EURO resultó ser para el tercer alcance como el generador principal de GEI con 99,99 % de la huella de carbono, seguido con 31990,21 tCO₂eq los producidos por el terminal terrestre donde se añade el segundo alcance. Asimismo, el mencionado autor fijó medidas para el control, además de un plan para el mejoramiento de la calidad de aire a fin de fomentar el desarrollo limpio.

Correa *et al.* (2017), como resultado de su investigación realizada en la ciudad de Guayaquil determinaron que el combustible fósil como diésel y gasolina son los principales generadores de contaminación, donde el demandante principal es el sector de transporte terrestre, determinando un consumo de gasolina de 240'853.645 y 163'478.755 galones de diésel en el 2014 en la ciudad, donde las concentraciones de CO₂e generados por el parque automovilístico son el 55% del total de emisiones de Guayaquil sustentado en base a la documentación de huella de carbono producida durante el 2015 que fue de 6'878.374 tCO₂e, los resultados estimados de emisiones de los vehículos con nivel 1 mediante el Método Referencial del IPCC-2006, fueron comparados con los obtenidos haciendo uso del software “Factores de Emisión de los combustibles Colombianos (FECOC) del Gobierno Colombiano”, cuyos resultados obtenidos fueron bastante similares.

Granada (2007), a través de su investigación en la ciudad de Cali – Colombia, logró determinar que entre 1996 al 2006 la emisión de CO disminuyó en los diversos tipos de vehículos, disminución de 20% para los buses, 56% para las camionetas y una variación del 0% para las motocicletas, resultados que generaron una disminución anual de entre

1.7% y 4%. Al realizar una comparación con las mediciones estáticas realizadas en los “Centros de Diagnóstico Automotor (CDA) en la ciudad (PCEGV) (18)”, las concentraciones de CO disminuyen a partir de mediados de los años 70. Particularmente, se produjo una disminución de 91% entre 1994 – 2004, generando una reducción al año del 6%, valores que resultaron ser mayores con respecto a lo determinado por el Mobile.

Nacionales

Morales (2019), en su proyecto realizado, tuvo como objetivo plantear alternativas que minimicen las emisiones de gases contaminantes en vehículos de transporte con el fin de reducir la contaminación atmosférica. Entre estas alternativas se encuentran la tecnología verde que busca beneficiar con reducciones de consumo energético, generación de contaminantes hacia la atmosfera y disminución de aparatos electrónicos, otra de las alternativas es el biodiesel que es un combustible ecológico, elaborado de la grasa animal o vegetal y emite menos cantidad de gases contaminantes, la desventaja al usar esta alternativa es el costo del hidrogeno ya que su precio es tres veces más que el combustible tradicional. De dichas alternativas se concluye que el biodiesel es más rentable por su precio bajo comparado a las otras alternativas, así mismo es recomendable el estudio del área en el que se aplicara para una adaptación exitosa.

Oloya (2016), en su estudio realizado, contemplo como objetivo brindar un instrumento para mitigar el impacto ambiental por el funcionamiento del Parque de las Leyendas (PATPAL) en relación al CO₂ e. Empleando la “Metodología del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del WBCSD y el WRI del 2005” determinó la HC del año 2013. Como resultados obtuvo 1,065.60 t CO₂ e; donde el alcance 2 (energía eléctrica) con 56.03% generó el mayor aporte de huella de carbono, seguido con 23.06% tercer alcance (otras emisiones indirectas) y finalmente con 20.91% el primer alcance, siendo posible la reducción del primer y segundo alcance, en referencia al marco de las operaciones del PATPAL; en tanto, el tercer alcance se reduciría creando requisitos sostenibles para el personal proveedor; asimismo, encontró 117,151.62 t CO₂ e de huella de carbono en el año 2013 tomando en cuenta emisiones que se derivan del traslado de visitantes de Lima Metropolitana. El aporte que se deriva del público visitante es considerable, produciendo impactos ambientales en términos de CO₂ e, los cuales exceden las emisiones de áreas pequeñas. De acuerdo a ello, mencionó realizar un

replanteamiento en el funcionamiento de parques zoológicos, debido a que pone en manifiesto las emisiones significativas de GEI que se derivan del funcionamiento.

Saldaña (2016), determinó que en la ciudad de Iquitos existe un transporte de vehículos relativamente bajo, lo cual representa a uno de los factores que producen contaminación ambiental por gases de combustión, el promedio de velocidad de vehículos menores es 23.7 kg/km y 83.2 g/km es para vehículos mayores. Encontró que los tipos de combustibles consumidos (gasolina o diésel) por vehículos menores y mayores representa al factor de emisión de CO₂, siendo 2.61 kg/L para vehículos que consumen diésel y 2.38 kg/L para los que consumen gasolina de 84 y 90 octanos. La emisión de CO₂ y CO fue menor para vehículos mayores, aunque el factor fue mayor (83.2 g/km) y para vehículos menores dicho factor fue menor (23.7 g/km), ello se debe a que existe una mayor cantidad de vehículos menores en la ciudad de Iquitos. Concluyó que, el parque automovilístico es una fuente contaminante debido a la emisión de CO₂ y CO.

Regionales y locales

Flores (2018), determinó que en el punto de muestreo 8 ubicado en las intersecciones de los Jirones Almirante Grau y San Martín, la mayor cantidad promedio/hora de vehículos fueron determinados en horario del medio día entre las 12:00 – 1:00 pm que fue el mototar con 896,17, seguido de motos con 530,0 igualmente en el punto 6 en la intersección del Jirón Santo Toribio con Ramón Castilla primeramente los motocarros con 498,29 y luego las motos con 381,86, por otro lado, en el punto 2 se determinó el mayor flujo vehicular en horario de la mañana, representado por motocarros con 496,18 y seguido de motos con 190,71. Asimismo, determinó que los mayores niveles de CO fueron 91.92, 97.06 y 93.09 ug/m³ en los tres horarios respectivamente, en el punto N° 8 ubicado en las intersección del jirón Almirante Grau y Jirón San Martín.

Ríos et al. (2013), en la ciudad de Juanjuí a través de su investigación lograron determinar las concentraciones de CO y HC generado por el tráfico de vehículos; establecieron un total de 8 puntos de muestreo en las principales calles de concentración vehicular, donde la distribución fue de manera aleatoria; durante 6 meses realizaron el muestreo en tres horarios distintos (6:30 – 7:30, 12:00 – 13:00 y 17:30 – 18:30 horas). En la intersección del Jr. La Merced con Jr. Huallaga registraron el valor más alto de CO (97,79 ug/m³),

cuyo promedio general ($90,58 \text{ ug/m}^3$) no excedió los 10000 ug/m^3 , el registro más alto para HC ($28,4 \text{ mg/m}^3$) fue en la misma intersección de los jirones, cuyo promedio general ($23,63 \text{ mg/m}^3$) no excedió los 100 mg/m^3 . Con promedio de $94,51 \text{ ug/m}^3$ para CO y $26,34 \text{ mg/m}^3$ para HC, además de 1352 vehículo el punto de muestreo 8 registró los mayores promedios; resultados que demostraron no superar los “Estándares de Calidad Ambiental establecido en el Decreto Supremo N° 003 – 2008–MINAM”.

1.2. Marco teórico

➤ La contaminación del aire

La Organización Mundial de la Salud (OMS 2021), manifiesta que los agentes contaminantes alteran el aire limpio afectando de esta manera al medio ambiente como a la vida vegetal y animal, siendo la principal causa de toda polución del aire la combustión de combustibles fósiles. La formación de productos secundarios se debe a la presencia de impurezas en el combustible, así como también a una inadecuada relación entre el aire y combustible o temperaturas de combustión demasiado bajas o altas, estos productos son óxidos de azufre (SOX), monóxido de carbono (CO), partículas (MP), óxidos de nitrógeno (NOX), plomo, hidrocarburos no quemados (HCS), entre otros, los cuales resultan ser por parte de los automotores las más importantes emisiones.

➤ Huella de carbono

Los ambientales y ecólogos suelen cuestionar a los indicadores de Huella Ecológica ya que brindan valoraciones demasiado generales de perjuicio ambiental, sin distinguir impactos específicos que facilitarían tratar soluciones de manera puntual. Sin embargo, hay iniciativas que señalan a diferentes "huellas" de una mayor especificación temática como la Huella de Carbono que obtiene importancia siempre que la población global observe que las emisiones de GEI generadas por el ser humano impactan directamente en el calentamiento global. No existen signos de reversión de tendencias en emisiones de GEI, siendo poco probable que, ante la reversión de estas tendencias sea posible detener el calentamiento global durante las próximas décadas (Viglizzo, 2010).

La huella de carbono representa a una medición que se basa en calcular la cantidad de emisiones de GEI que se expresa en equivalentes de CO₂. De la huella ecológica total la huella de carbono es el 50% y además es de los componentes que más rápido crece y el

⁶ que mayor preocupación ocasiona por sus potenciales efectos en el cambio climático (Viglizzo, 2010).

⁶ Básicamente se expresa en tres parámetros que son, toneladas de emisiones de carbono, superficie necesaria de tierra para capturar las emisiones y emisiones por unidad de producción o intensidad del carbono. La huella de carbono al ser medido brinda una cantidad estimada de gases totales de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de un servicio ⁶ o bien, como, por ejemplo, desde el proceso de extracción de materia prima, producción, transporte, almacenamiento y el uso, hasta la disposición definitiva (Frohmann & Olmos, 2014).

➤ Huella Ecológica

²³ Es una metodología que analiza la demanda de la población sobre la biosfera, es decir, compara la demanda poblacional con la capacidad regenerativa del planeta, se analiza en base al área solicitada para proporcionar los recursos que la sociedad necesita, así mismo ³⁶ el área ocupada por la infraestructura y la requerida para absorber los desechos. Actualmente se contabiliza la huella ecológica en cultivos, acuicultura, madera, pasto para alimento de ganado y otros más, además ³⁸ el CO₂ es el único producto residual medido actualmente. Es así que la huella ecológica (demanda de recursos) como la capacidad de disponibilidad de recursos (biocapacidad) son expresadas en ¹⁷ hectáreas globales (hag), siendo 1 hag la capacidad productiva de 1 hectárea de terreno de producción media mundial (MINAM, 2021).

Por concepto la superficie ecosistémica total necesaria para sobrevivir en las ciudades corresponde en el planeta a su Huella Ecológica, que obviamente es proporcional al consumo per cápita de materiales y a su población. Los suelos necesarios para la población son incluidos en la huella ecológica, las ciudades y países en su totalidad necesitan para sobrevivir de servicios y bienes ecológicos, bien sea a través de flujos de origen natural u obtenido del resto del mundo con transacciones comerciales. Es así que, ⁶ la huella ecológica es también conocida como la "capacidad de carga apropiada" total de una población (Wackernagel y Rees, 2001).

➤ ³² **Gases de efecto invernadero**

Los gases de efecto invernadero están en la atmósfera superficial y producen el fenómeno conocido como ⁶ efecto invernadero. Su cantidad atmosférica es menor, pero es muy importante en el incremento de la temperatura ambiental cerca del suelo, permaneciéndolo entre valores óptimos para la vida en la tierra.

Entre los más importantes ²⁶ gases de efecto invernadero se encuentran el metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), óxido nítrico (N₂O) ozono (O₃) y clorofluorocarbonos (CFC) (Benavides & León, 2007).

Tabla 1

Gases de efecto invernadero de mayor importancia

Gases	Fuente	Concentración actual (ppm)	Crecimiento anual (%)
Ozono troposférico	Por la combustión de carburantes fósiles	0,02 – 0,04	-2,0
Clorofluoro carbonos	Origen sintético (propelentes de aerosoles, refrigeración, espumas)	0,00028 – 0,00048	4,0 -2,0
Óxido nítrico	Combustión de carburantes fósiles. Actividades de agricultura (empleo de fertilizantes de tipo nitrogenados). Venteo de gas natural. Combustión de biomasa.	0,31	0,8
Metano	Descomposición de vegetales en terreno húmedas de forma anaeróbica (arrozales, ciénegas y pantanos).	1,7	0,9
Dióxido de carbono	Erupciones volcánicas. Combustión de madera y carburantes fósiles (hulla, gas y petróleo).	353	0,5%

Nota: Se muestra los gases de efecto invernadero con mayor importancia. Fuente (Benavides & León, 2007).

➤ ¹ **Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**

Entre los GEI ⁷ que generan el calentamiento global son los manifestados en el marco del Protocolo de Kioto (gas metano, CH₄; dióxido nítrico, N₂O; dióxido de carbono, CO₂) y gases fluorados industriales como: hexafluoruro de azufre (SF₆), Perfluorocarbonos (PFC) y hidrofluorocarburos (HFC).

7 Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI)

A la fecha en el Perú se desarrollaron tres inventarios nacionales de GEI en los años 1994, 2000 y 2010. El Inventario Nacional de GEI del 2014 es un instrumento importante para la toma de decisiones, fue diseñado tomando en consideración las orientaciones del Panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC) sobre buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI, directrices del Panel intergubernamental sobre cambio climático de 1996 (GL 1996) y 2006 (GL 2006) y la Guía de buenas prácticas para empleo del suelo, silvicultura y cambio de uso del suelo (MINAM, 2019)

Los datos del INGEI 2014 dan a conocer que 167,629.8 Gg CO₂eq ha sido el total de emisiones, de los cuales el 44,9% pertenece al sector USCUS (75,345.5 GgCO₂eq) Y EL 30% al sector energía (50,330.6 GgCO₂eq), siendo dichos sectores los de mayor aporte de GEI. Posterior a ellos se encuentra el sector agricultura con un 15,6% (26,233.2 GgCO₂eq), sector desecho con el 5,8% (9,679.7 GgCO₂eq) y el sector PIU con 3,6% (6,040.8 GgCO₂eq) (Figura 1).

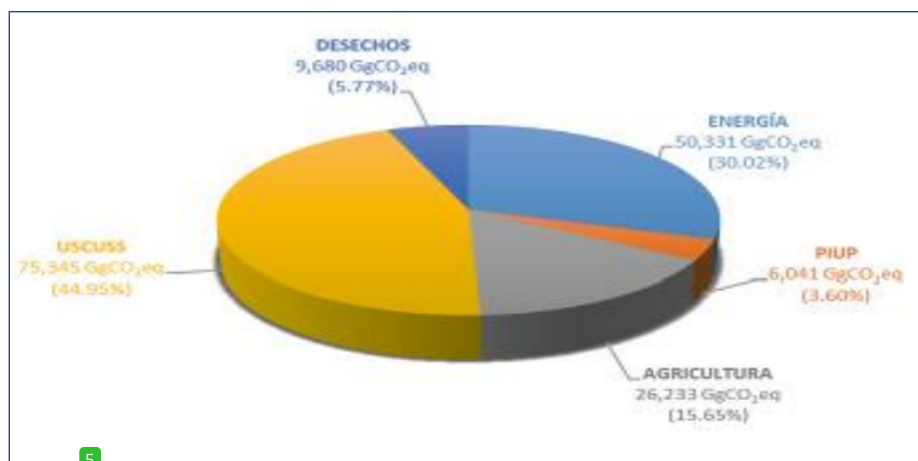


Figura 1. Distribución de las emisiones por sectores IPCC en el Inventario Nacional de GEI 2014.

Fuente: MINAM (2019).

➤ Distribución por GEI de las emisiones en el INGEI 2014

De acuerdo al INGEI 2014, se identificó que el 75,2% de emisiones en GgCO₂eq pertenece a CO₂, el 15,1% al CH₄ Y EL 9,6% a N₂O (Figura 2).

Siendo un total de CO₂ de 126,082.6 Gg, los cuales provienen de sectores USCUS con un 57,8% y energía con un 37,5%, mientras lo de menor porcentaje son del sector PIU (4,7%). En cuanto a los metanos se obtuvo un total de 1,207.3 Gg o 25,352.5 GgCO₂eq, siendo el 45,1% proveniente del sector agricultura, el 35,9% del sector desechos, el 10,7% del sector Energía y el 8,3% del sector USCUS.

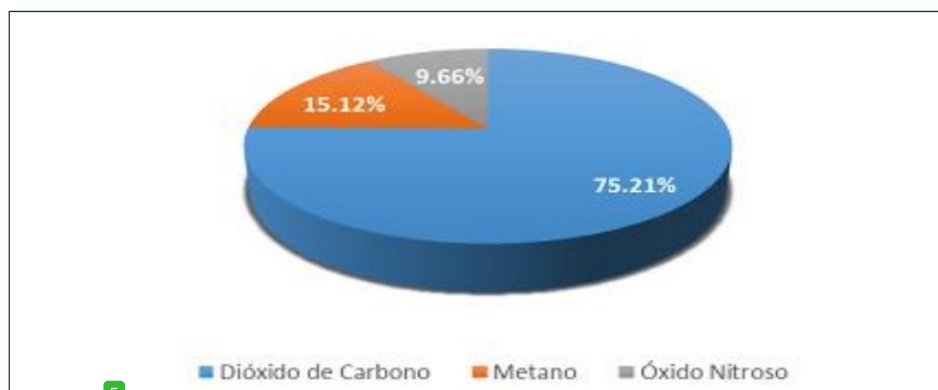


Figura 2. Distribución por GEI de las emisiones en el INGEI 2014.

Fuente: MINAM (2019).

➤ Contaminación producida por el tráfico

Tipo de polución que se determina por el exceso de transporte de vehículos por un determinado lugar, lo cual genera la contaminación debido a la combustión incompleta de combustibles que se derivan del petróleo. La mala combustión que se produce en motores vehiculares genera diferentes sustancias de carácter contaminante, por ejemplo, macro partículas, dióxido de azufre (SO₂), dióxidos de nitrógeno (NO₂), monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC). Con respecto a estas emisiones, en los países desarrollados el transporte terrestre representa alrededor de 30 y 90% del total de emisiones de gases contaminantes; en tanto, en los países en vías de subdesarrollo el porcentaje de emisiones de gases contaminantes se incrementa hasta alrededor del 98 % (Wark y otros 2012).

➤ Origen de las emisiones del escape de las unidades de transporte

- Motores a gasolina

Las gasolinas modernas representan una mezcla de proporciones variables de compuestos aromáticos, naftalenos, olefinas y parafinas. La composición difiere de acuerdo a las regiones geográficas y compañías (DIGESA, 2007).

- ¹ Grados octánicos de gasolinas en el Perú

En el Perú, las gasolinas se preparan realizando una mezcla de combustibles de alto octanaje con gasolinas de unidades de destilación primaria, las primeras se producen en ¹ unidades de craqueo catalítico de las refinerías de Talara y la Pampilla, las segundas en refinerías del Milagro, Iquitos, Conchán, Pampillas, estas mezclas luego son aditivas para la obtención de combustibles que se comercializan en mercados del país (DIGESA, 2007).

- Gasolina Regular 84 Bh.

Se elabora a través de la mezcla de gasolina craqueada con gasolina de tipo liviana de Topping, luego se agrega hasta 0.48 g/litro de plomo a fin de lograr los 84 octanos. Esta gasolina tiene un color amarillento (REPSOL, FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD, 2016).

- Gasolina Súper 90 Sp.

Se obtiene a través de ¹ la mezcla en mayor cantidad de gasolina de tipo craqueada, la cual se completa ¹ con gasolina de Topping hasta 90 RON (Research Octane Number). Tiene un color violeta y no contiene plomo. Tipo de gasolina que promueve la conservación del ambiente debido a que no emite residuos de plomo, asimismo no contiene gasolina reformada (REPSOL, Gasolina de 90, 2008).

- Gasolina Súper 95 Sp.

Para la preparación se utiliza aproximadamente proporciones iguales de gasolina gasolina reformada importada 98 RON y craqueada 93 RON, tiene color azul y no contiene plomo (REPSOL, Gasolina de 95, 2016).

¹ 1.3. Definición de términos básicos

Mitigación al cambio climático

Actividades humanas que permiten la reducción de fuentes de GEI o permiten la mejora de sumideros (actividades, procesos o mecanismos que eliminan un GEI del medio atmosféricos), con el objetivo de limitar el futuro cambio climático (El Peruano, 2018).

Emisión de contaminantes

Se conoce como emisión contaminante a los residuos que se emiten por actividades humanas, bien sea de fuente doméstica o industrial, pero que alteran el ambiente (Pérez y otros, 2009).

Inmisiones

Se refiere a la presencia de sustancias, radiaciones, ruido o calor, luz en los recursos naturales, específicamente en el suelo, agua y aire que afectan su composición natural, causando daños a los seres vivos expuestos a dichos recursos contaminados (ENVIRAIOT, 2020).

Óxidos de carbono (CO₂ y CO)

Producto que se genera por combustión incompleta y completa del combustible (Hexter y otros, 1971).

Contaminante secundario

Se genera en el medio atmosférico mediante reacciones químicas o con más componentes del aire (González, 2019).

Smog fotoquímico

Es la interacción de productos y reactivos en una atmósfera, es decir, cuando un compuesto como el metano CH₄, CO, NO_x están en presencia de radiación solar (Valenciana, 2019).

Smog industrial

Es la interacción entre la mezcla de dióxido de azufre y humo producido mediante la quema de carbón, con la niebla formando una angosta neblina de color marrón amarillento a nivel terrestre (Jones, 2021).

1

Frecuencia vehicular

Cantidad de vehículos que circulan en tiempo determinado.

Congestión vehicular

También denominado “embotellamiento” al flujo vehicular con excesiva concurrencia de estos, que ocasionan entorpecimiento del tráfico (Bayona & Márquez, 2015).

¹ CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Equipos

- Medidor ¹ de monóxido de carbono TROTEC BG20
- GPS GARMIN etrex 10
- Calculadora Casio
- Cámara fotográfica

Medios de transporte

- Moto lineal, motokar.

² Formatos

- Plano de ubicación de puntos de monitoreo, plano de la ciudad de Moyobamba.
- Ficha de toma de datos.

Indumentaria de protección

- Casco de seguridad
- Capas impermeables
- Zapatos de seguridad
- Mascarilla
- Chaleco

² Otros materiales

- Libreta de campo
- Tablero plastificado
- Materiales de escritorio

¹ 2.2. Métodos

Métodos para la recolección de datos

Teniendo en cuenta el plano catastral de la ciudad de Moyobamba y el software google earth se ubicaron primeramente los puntos de muestreo (Tabla 2).

Tabla 2*Puntos de muestreo de flujo vehicular y concentración de CO*

Nº	Descripción	Coordenadas	
		Este	Norte
01	Intersección Jr. 20 de abril con Jr. Sucre	282233.92	9333244.32
02	Intersección Jr. Libertad con Jr. Tumbes	282583.67	9332780.27
03	Intersección Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides	281749.87	9332548.22
04	Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)	281929.63	9331615.77
05	Intersección Av. Ignacia Velázquez con el Jr. Las Golondrinas	280962.84	9331626.44
06	Intersección Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo	280708.33	9332791.83
07	Intersección Jr. Moquegua con Jr. Independencia	280441.80	9333539.31
08	Carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)	279259.65	9334280.62

Medición de monóxido de carbono

La determinación del nivel de concentración de monóxido de carbono se realizó en forma directa e in situ en todos los puntos de muestreo considerados, para lo cual se hizo uso de un equipo de medición de gases marca TROTEC BG20, con un rango de medición de 0 a 12 800 ppm. Asimismo, la frecuencia de toma de datos fue quincenal y durante cuatro meses de estudio.

Medición de flujo vehicular

El tránsito vehicular se midió con una frecuencia quincenal y durante cuatro meses, para ello se tuvo en cuenta los mismos puntos de muestreo tomados en cuenta para la medición de monóxido de carbono. Se consideró como unidades motorizadas a motos, motocross, autos, camiones, camionetas y combis.

Métodos para el procesamiento y análisis de datos

- El procesamiento de los datos se realizó mediante estadística básica a fin de determinar el promedio y la desviación estándar de los datos recolectados en campo, asimismo para la interpretación de los datos se hizo uso de tablas y figuras a fin de determinar la tendencia y proyección de los datos. Para el procesamiento se hizo uso del programa Excel.

19 Análisis de la relación entre el parque automotor y la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba.

1 Para el desarrollo de este objetivo se hizo uso de la prueba de Pearson y de significancia 2 de la siguiente manera:

Prueba de Pearson

$$S_{xy} = \underline{xy} - (\underline{x} * \underline{y}) =$$

$$S_x = \sqrt{\underline{x^2} - (\underline{x})^2} =$$

$$S_y = \sqrt{\underline{y^2} - (\underline{y})^2} =$$

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} =$$

Donde:

- Sxy: covarianza de X e Y
- Sx: desviación estándar de X
- Sy: desviación estándar de Y
- El coeficiente de correlación r es un número comprendido entre -1 y +1, esto es: $-1 \leq r \leq 1$.

Interpretación:

- Si $r > 0$, existe correlación directa positiva, ambas variables aumentan (o disminuyen) simultáneamente.
- Si $r < 0$, existe correlación inversa negativa, mientras los valores de una variable aumentan, los de la otra disminuye y viceversa.
- Si $r = 1$, existe una correlación perfecta positiva.
- Si $r = -1$, existe una correlación perfecta negativa.
- Si $r = 0$, no hay correlación entre las dos variables, es decir los datos son "in correlacionados" o no existe relación lineal entre ambas variables.

Prueba de significancia; se calculó de siguiente manera:

$$T_c = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} =$$

$$T_t = 2,3534$$

1

Donde:

$T_c = T$ calculado.

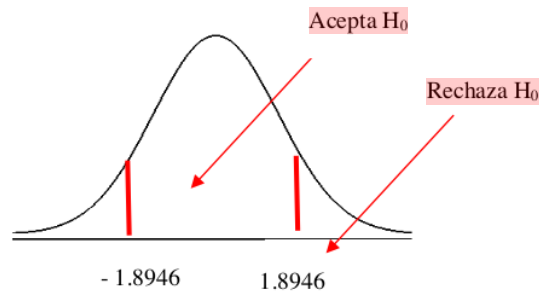
r = Coeficiente de correlación.

n = Grados de libertad para la presente investigación se utilizó 3 (número de muestras –

1).

1

$T_t = T$ tabulada, dato sacado de la tabla T Student, de un 95% de confianza.



Interpretación:

2

- Si el T_c es menor que el T_t (2, 3534) se acepta la hipótesis nula H_0 y se rechaza la hipótesis alterna.
- Si el T_c es mayor que el T_t (2, 3534) se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de las características del parque automotor de la ciudad de Moyobamba

En cumplimiento de este objetivo, los resultados obtenidos teniendo en cuenta los ocho puntos de muestreo ubicados en la ciudad, son los siguientes:

Tabla 3

Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de abril con Jr. Sucre

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D.	Promedio	D.	Promedio	D.
	Estándar		Estándar		Estándar	
Motokar	273.78	89.41	213.54	70.58	220.82	73.46
Auto	34.68	18.02	28.10	15.76	25.31	15.94
Moto	193.51	60.80	200.59	68.42	180.45	52.73
Camión	8.04	2.33	5.88	1.39	4.68	1.57
Combi	9.51	3.57	10.36	3.84	8.23	3.11
Camioneta	8.68	2.98	8.27	2.60	6.34	1.90
Total	528.2		466.74		445.83	

De la tabla se tiene que en el horario de 6:30 – 7:30 am el promedio de flujo vehicular fue mayor (528.2), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor flujo vehicular (445.83) y en horario de 12:00 – 1:00 pm se registró un promedio de flujo vehicular de (466.74). De todo ello se tiene que en horario de la mañana existe un mayor tránsito de vehículos en este primer punto de muestreo.

Se presentan los resultados en el primer punto de muestreo (Intersección Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre) en horario de 6:30 – 7:30 am el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es mayor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 273.78$) seguido de motos ($X = 193.51$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 8.04$) (Figura 3).

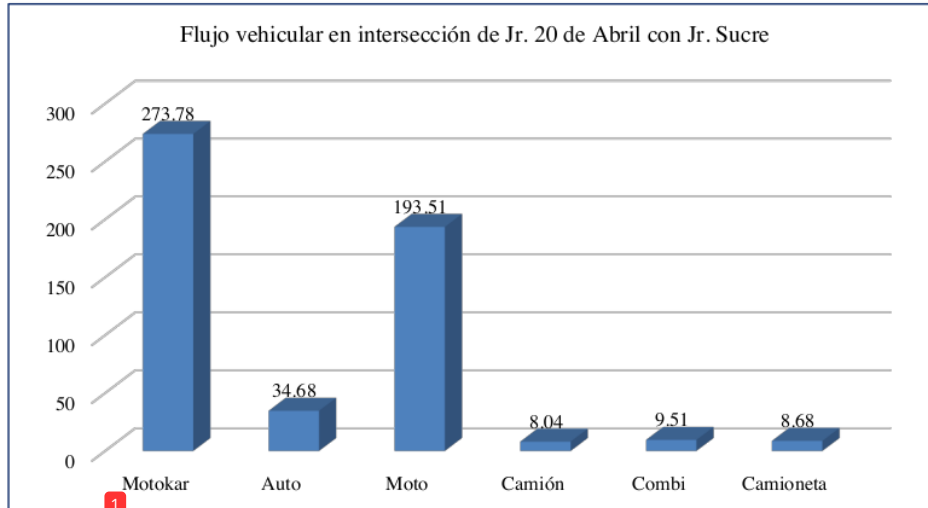


Figura 3. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre (horario mañana).

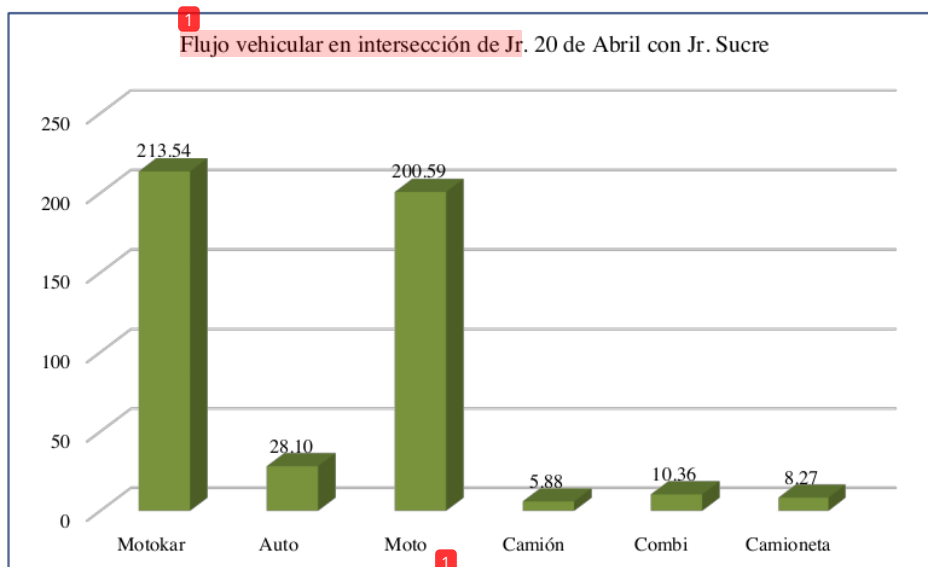


Figura 4. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre (horario mediodía).

Se presentan los resultados en el primer punto de muestreo (Intersección Jr. 20 de abril con Jr. Sucre) en horario de 12:00 – 1:00 pm donde se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 213.54$) seguido de motos ($X = 200.59$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 5.88$) (Figura 4).

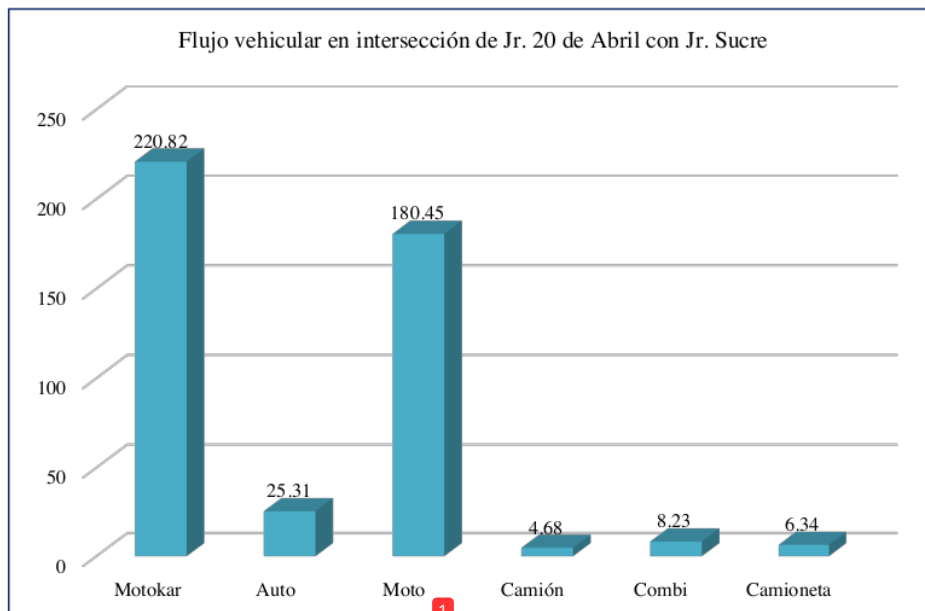


Figura 5. Flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre (horario tarde).

Se presentan los resultados en el primer punto de muestreo (Intersección **Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre**) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 220.82$) seguido de motos ($X = 180.45$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 4.68$) (Figura 5).

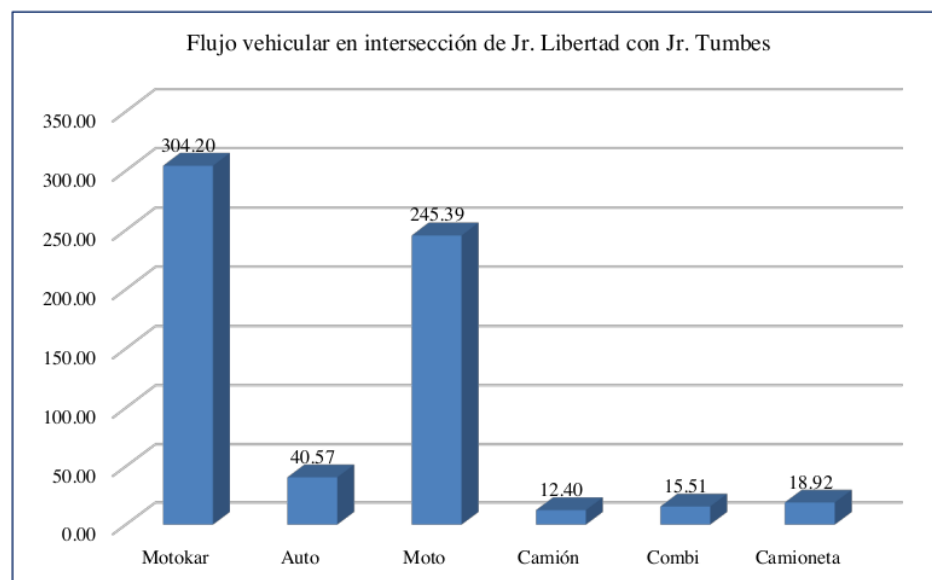
Comentarios finales de flujo vehicular en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre.

En los tres horarios evaluados se tiene que de todos los vehículos el mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el motokar, seguido de la moto lineal y el que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el camión, para los autos, combis y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 4**Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes**

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D.	Promedio	D.	Promedio	D.
	Estándar		Estándar		Estándar	
Motokar	304.20	99.06	230.52	75.35	186.13	53.17
Auto	40.57	17.24	28.14	11.76	30.45	17.12
Moto	245.39	80.16	190.39	59.25	192.84	58.23
Camión	12.40	5.80	5.03	1.19	9.21	2.70
Combi	15.51	6.57	9.61	2.87	12.08	5.30
Camioneta	18.92	7.86	9.03	2.60	11.65	4.91
Total	636.99		472.72		442.36	

De la tabla se tiene que en el horario de 6:30 – 7:30 am el promedio de flujo vehicular fue mayor (636.99), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor de flujo vehicular (442.36) y en horario de 12:00 – 1:00 pm se registró un promedio de flujo vehicular de (472.72). De todo ello se tiene que en horario de la mañana existe un mayor tránsito de vehículos en este segundo punto de muestreo (Tabla 4).

**Figura 6.** Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes (horario mañana).

Se presentan los resultados en el segundo punto de muestreo (Intersección Jr. Libertad con Jr. Tumbes) en horario de 6:30 – 7:30 am el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es mayor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 304.20$) seguido de motos ($X = 245.39$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 12.40$) (Figura 6).

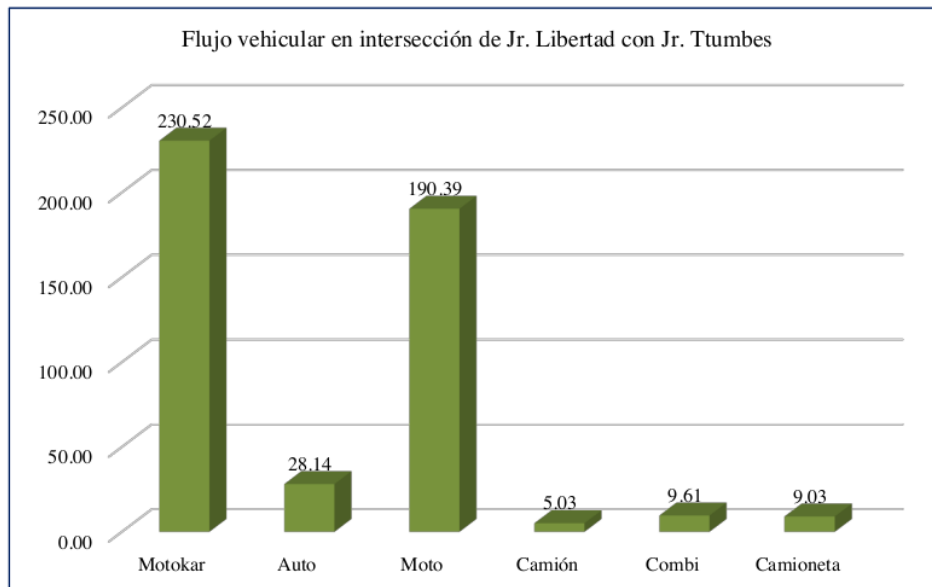


Figura 7. Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes (horario mediodía).

Se presentan los resultados en el segundo punto de muestreo (Intersección Jr. Libertad con Jr. Tumbes) en horario de 12:00 – 1:00 pm donde se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 230.52$) seguido de motos ($X = 190.39$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 5.03$) (Figura 8).

Se presentan los resultados en el segundo punto de muestreo (Intersección Jr. Libertad con Jr. Tumbes) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 192.84$) seguido de motokar ($X = 186.13$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 9.21$) (Figura 8).

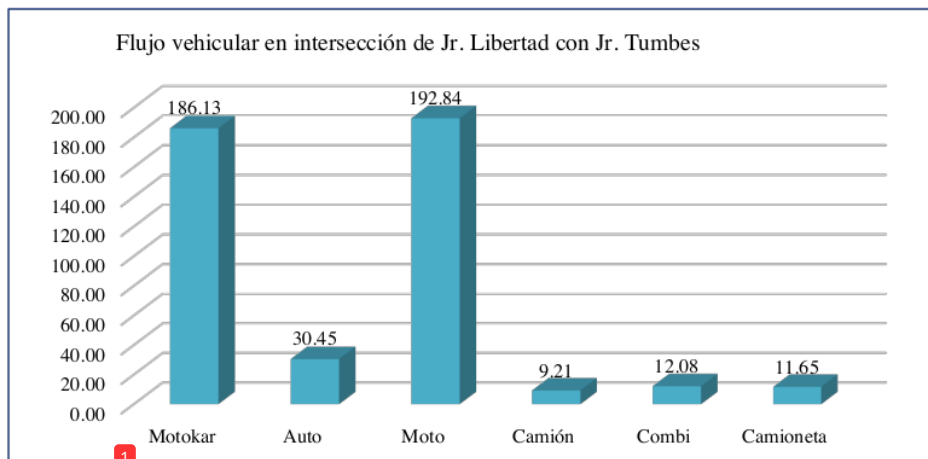


Figura 8. Flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes (horario tarde).

Comentarios finales de flujo vehicular en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes.

En los tres horarios evaluados se tiene que el vehículo que mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el motokar en el primer y segundo horario y en el tercer horario es la moto por delante del motokar, en tanto el que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el camión, para los autos, combis y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 5

Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar
Motokar	485.78	164.65	454.21	153.08	456.33	154.25
Auto	96.45	41.04	105.86	44.31	88.56	42.71
Moto	320.20	109.81	349.12	114.23	314.98	107.20
Camión	18.33	7.30	23.45	9.10	19.22	8.09
Combi	30.56	16.55	36.75	18.32	37.40	19.26
Camioneta	25.01	10.99	31.30	17.02	28.25	14.83
Total	976.33		1000.69		944.74	

De la tabla se tiene que en el ¹ horario de 12:00 – 1:00 pm el promedio de flujo vehicular fue mayor (1000.69), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor de flujo vehicular (944.74) y en horario de 6:30 – 7:30 am se registró un promedio de flujo vehicular de (976.33). De todo ello se tiene que en horario del mediodía existe un mayor tránsito de vehículos en este tercer punto de muestreo (Tabla 5).

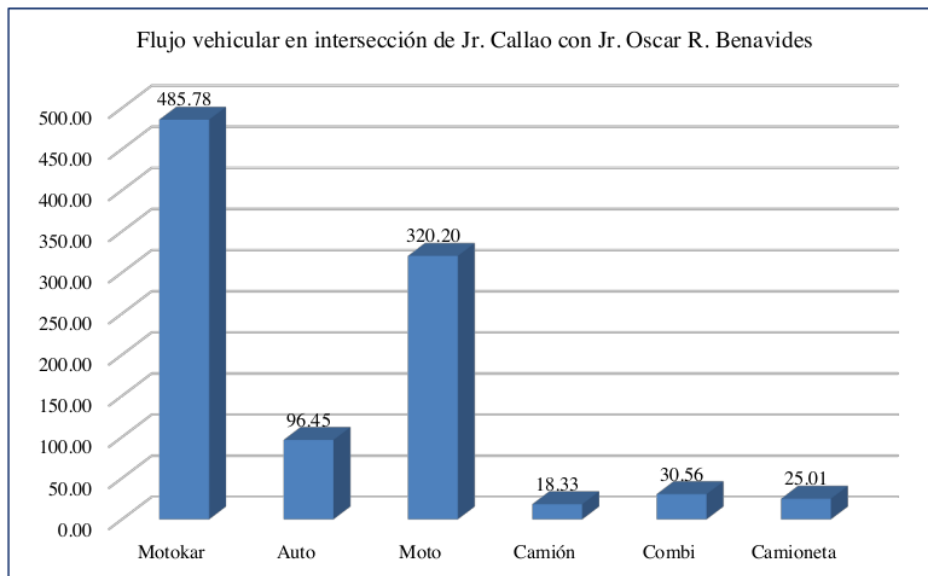


Figura 9. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides (horario mañana).

Se presentan los resultados en el tercer punto de muestreo (Intersección Jr. Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides) en horario de 6:30 – 7:30 am se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 485.78$) seguido de motos ($X = 320.20$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 18.33$) (Figura 9).

Se presentan los resultados en el tercer punto de muestreo (Intersección Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides) en horario de 12:00 – 1:00 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es mayor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 454.21$) seguido de motos ($X = 349.12$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 23.45$) (Figura 10).

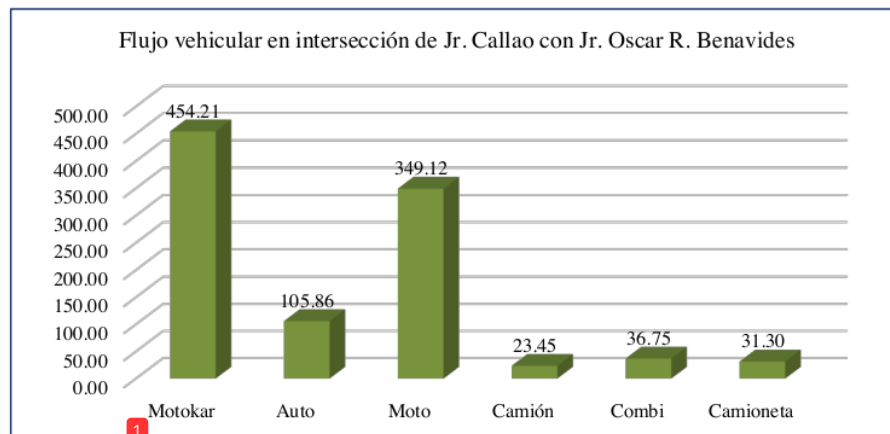


Figura 10. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides (horario mediodía).

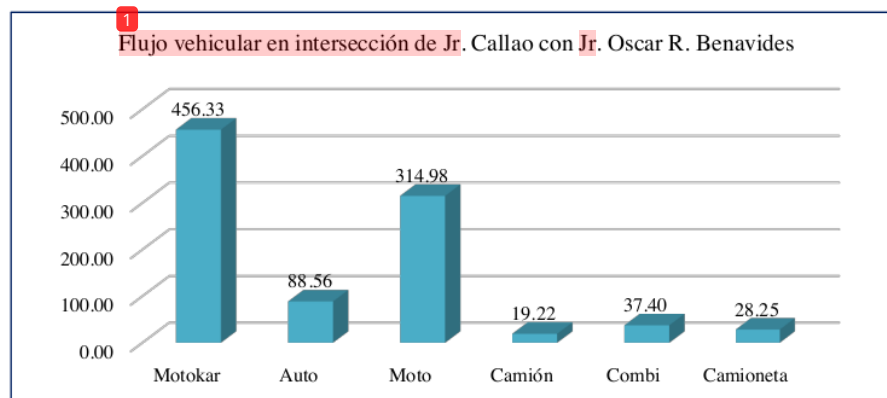


Figura 11. Flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides (horario tarde).

Se presentan los resultados en el tercer punto de muestreo (Intersección Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 456.33$) seguido de motokar ($X = 314.94$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 19.22$) (Figura 11).

Comentarios finales de flujo vehicular en intersección de Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides

En los tres horarios evaluados se tiene que en todos los vehículos el que mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el motokar, seguido de la moto lineal y el que menor

promedio de flujo y desviación estándar tiene es el camión, para los autos, combis y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 6

Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)

1 tipo de vehículo	Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar
Motokar	445.60	151.23	469.27	158.62	432.18	147.42
Auto	132.44	54.09	128.38	50.95	130.25	52.37
Moto	387.59	129.57	400.46	133.87	378.09	123.41
Camión	42.12	20.10	48.53	24.01	40.55	19.03
Combi	50.67	25.43	55.19	27.36	53.20	26.25
Camioneta	49.25	24.36	47.70	23.54	50.76	25.58
Total	1107.67		1149.53		1085.03	

De la tabla se tiene que en el ¹ horario de 12:00 – 1:00 pm el promedio de flujo vehicular fue mayor (1149.53), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor de flujo vehicular (1085.03) y en horario de 6:30 – 7:30 am se registró un promedio de flujo vehicular de (1107.67). De todo ello se tiene que en horario del mediodía existe un mayor tránsito de vehículos en este cuarto punto de muestreo (Tabla 6).

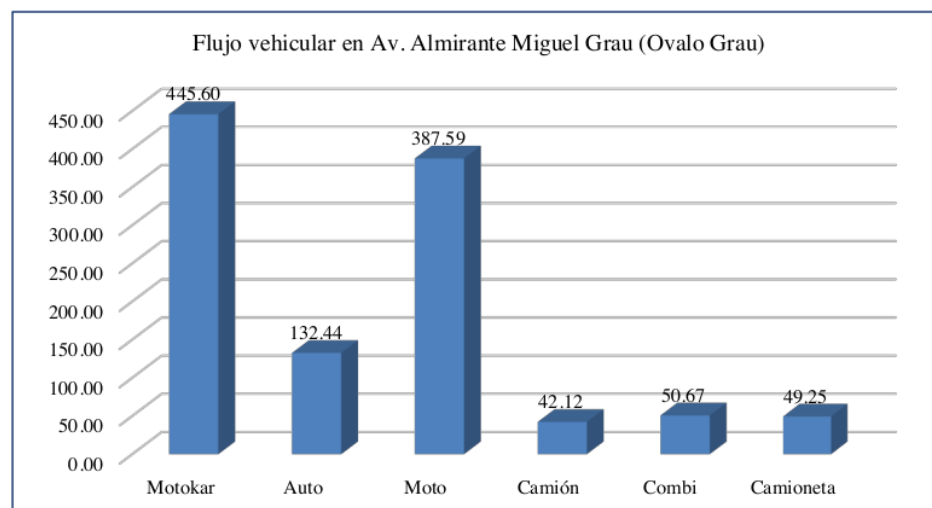


Figura 12. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau), (horario mañana).

Se presentan los resultados en el cuarto punto de muestreo (Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)) en horario de 6:30 – 7:30 am se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 445.60$) seguido de motos ($X = 387.59$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 42.12$) (Figura 12).

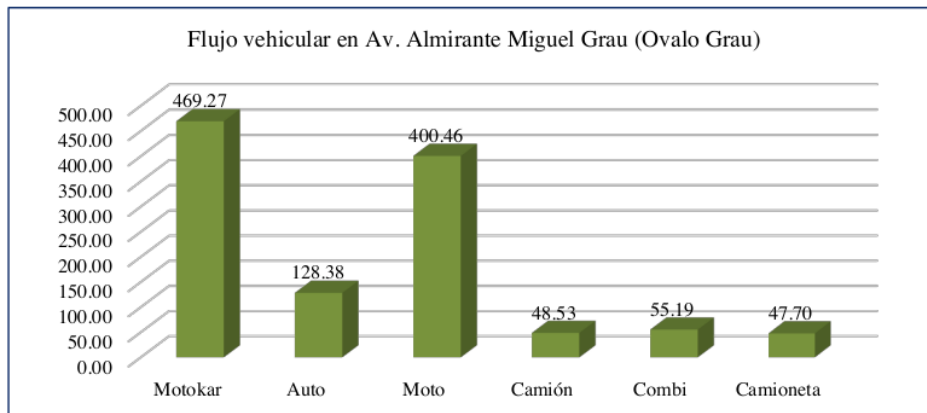


Figura 13. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau), (horario mediodía).

Se presentan los resultados en el cuarto punto de muestreo (Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)) en horario de 12:00 – 1:00 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es mayor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 469.27$) seguido de motos ($X = 400.46$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo son las camionetas ($X = 23.45$) (Figura 13).

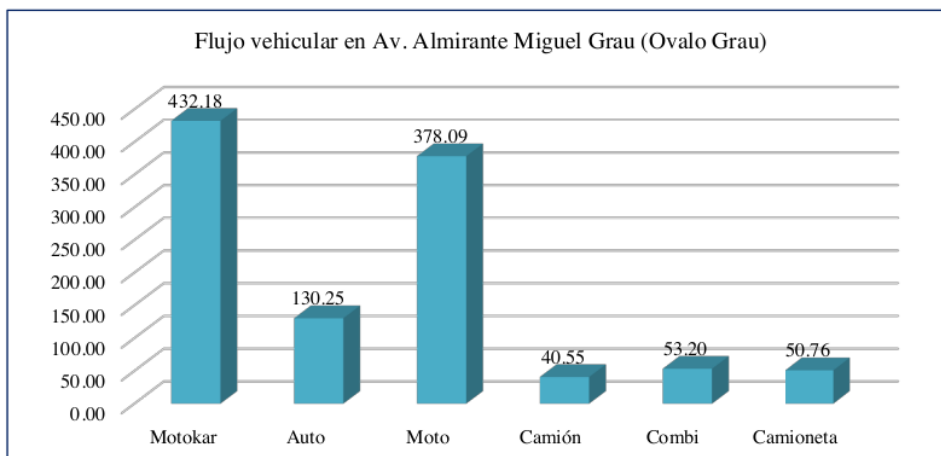


Figura 14. Flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau), (horario tarde).

Se presentan los resultados en el cuarto punto de muestreo (Av. Almirante Miguel Grau) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 432.18$) seguido de motokar ($X = 378.09$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 49.55$) (Figura 14).

Comentarios finales de flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)

En los tres horarios evaluados se tiene que en todos los vehículos el que mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el motokar, seguido de la moto lineal y el que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es el camión a diferencia del segundo horario, para los autos, combis y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 7

Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar
Motokar	373.78	125.41	392.54	138.58	379.82	129.46
Auto	54.68	15.56	58.10	16.76	56.31	15.94
Moto	223.51	66.80	200.59	51.42	232.45	70.73
Camión	38.04	18.23	35.88	17.39	20.68	9.07
Combi	30.66	16.57	27.36	15.24	23.23	11.41
Camioneta	41.68	19.98	38.27	18.60	28.34	14.90
Total	762.35		752.74		740.83	

De la tabla se tiene que en el horario de 6:30 – 7:30 am el promedio de flujo vehicular fue mayor (762.35), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor de flujo vehicular (740.83) y en horario de 12:00 – 1:00 pm se registró un promedio de flujo vehicular de (752.74). De todo ello se tiene que en horario de la mañana existe un mayor tránsito de vehículos en este quinto punto de muestreo.

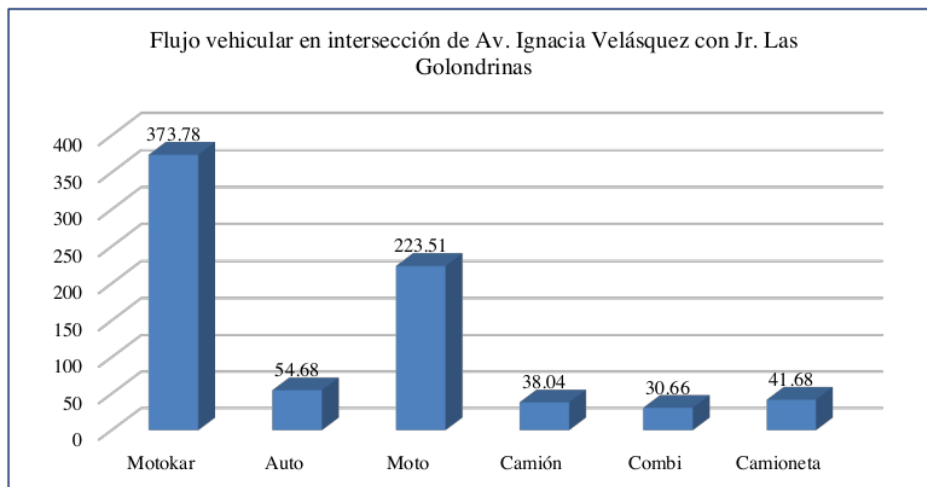


Figura 15. Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas (horario mañana).

Se presentan los resultados en el quinto punto de muestreo (intersección de Av. Ignacia Velásquez ¹ con el Jr. Las Golondrinas) en horario de 6:30 – 7:30 am el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es mayor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 373.78$) seguido de motos ($X = 223.51$), en tanto el vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 30.66$) (Figura 15).

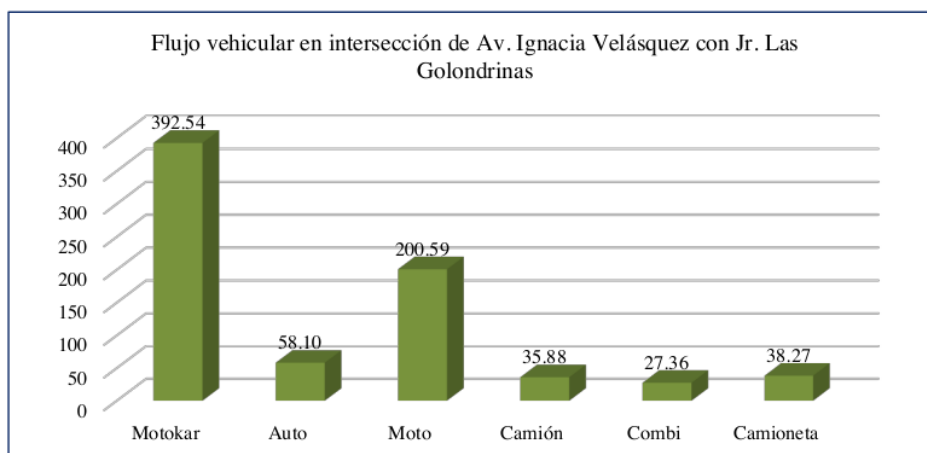


Figura 16. Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas (horario mediodía).

Se presentan los resultados ² en el quinto punto de muestreo (Intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas) en horario de 12:00 – 1:00 pm se registró que el

motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 392.54$) seguido de motos ($X = 200.59$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 27.36$) (Figura 16).

Se presentan los resultados en el quinto punto de muestreo (Intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 379.82$) seguido de motokar ($X = 232.45$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es el camión ($X = 20.68$) (Figura 17).

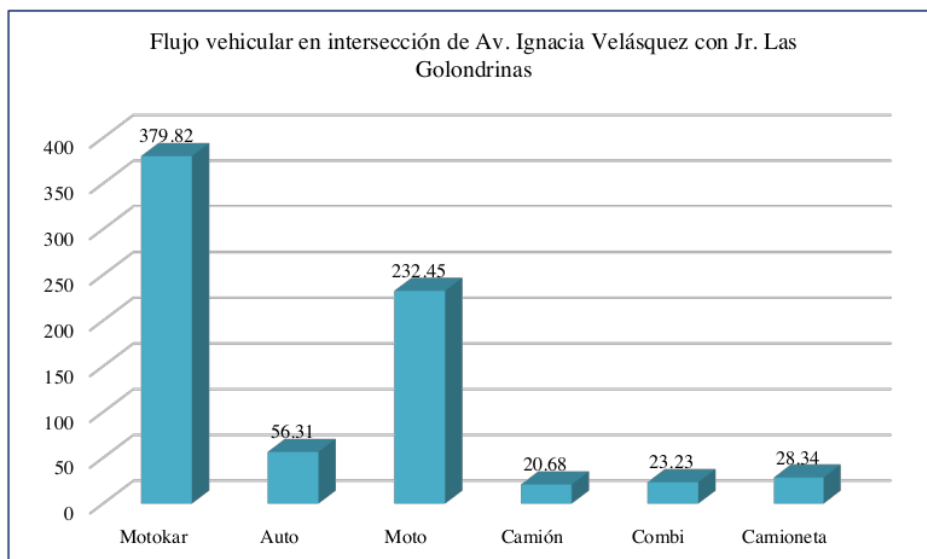


Figura 17. Flujo vehicular en intersección de Av. Ignacia Velásquez con el Jr. Las Golondrinas (horario tarde).

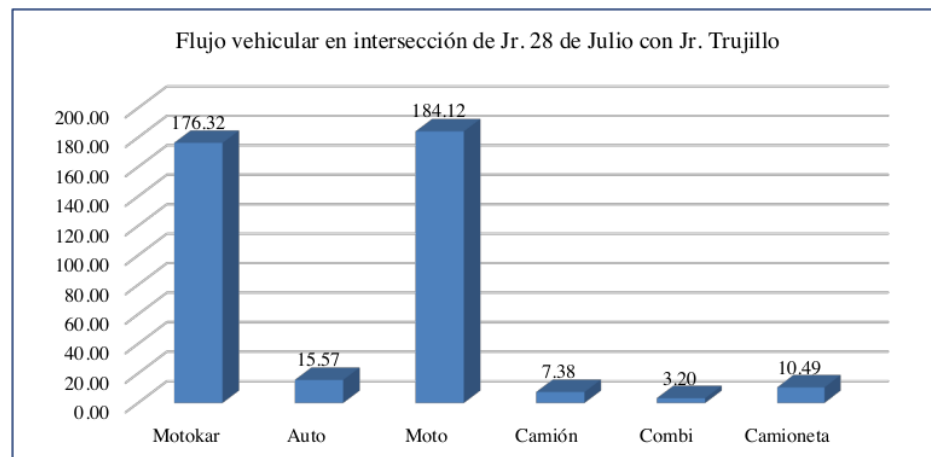
Comentarios finales del flujo vehicular en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)

En los tres horarios evaluados se tiene que en todos los vehículos el que mayor promedio de flujo y desviación estándar es el motokar, seguido de moto lineal y el que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la combi a diferencia del tercer horario, para los autos, camiones y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 8**Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo**

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar
Motokar	176.32	42.71	190.60	55.81	182.16	48.01
Auto	15.57	6.59	17.22	7.56	13.70	5.29
Moto	184.12	47.90	180.84	46.90	193.42	55.86
Camión	7.38	2.80	9.37	3.78	8.62	3.11
Combi	3.20	1.35	5.60	1.69	4.05	1.34
Camioneta	10.49	4.26	11.82	5.30	9.37	4.20
Total	397.08		415.45		411.32	

De la tabla se tiene que en el horario de 12:00 – 1:00 pm el promedio de flujo vehicular fue mayor (415.45), asimismo en horario de 6:30 – 7:30 am se registró el promedio menor de flujo vehicular (397.08) y en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró un promedio de flujo vehicular de (411.32). De todo ello se tiene que en horario del mediodía existe un mayor tránsito de vehículos en este sexto punto de muestreo (Tabla 8).

**Figura 18.** Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo (horario mañana).

Se presentan los resultados en el sexto punto de muestreo (Intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo) en horario de 6:30 – 7:30 am el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 184.12$) seguido de motokar ($X = 176.32$), en tanto el vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 3.20$) (Figura 18).

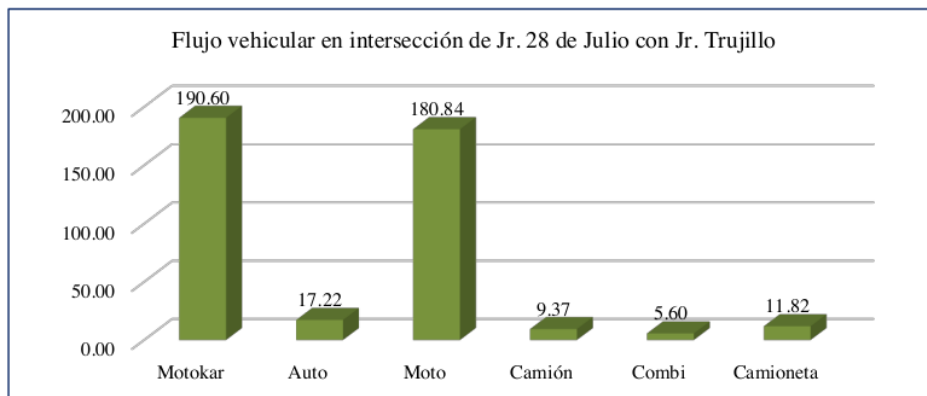


Figura 19. Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo (horario mediodía).

Se presentan los resultados en el sexto punto de muestreo (Intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo) en horario de 12:00 – 1:00 pm se registró que el motokar es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 190.60$) seguido de motos ($X = 180.84$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 5.60$) (Figura 19).

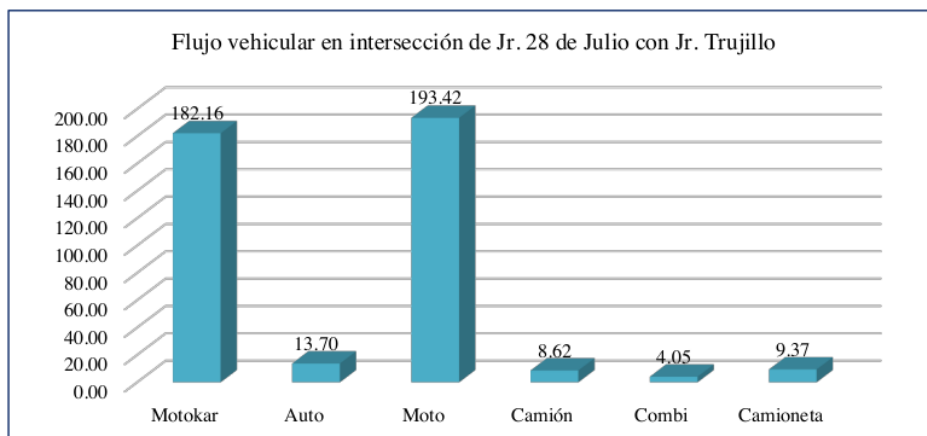


Figura 20. Flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo (horario tarde).

Se presentan los resultados en el sexto punto de muestreo (Intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es mayor con respecto a los demás horarios, se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 193.42$) seguido de motokar ($X = 182.16$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 4.05$) (Figura 20).

Comentarios finales de flujo vehicular en intersección de Jr. 28 de Julio con Jr. Trujillo

En los tres horarios evaluados se tiene que el vehículo que mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la moto, seguido de motokar a diferencia del segundo horario que es lo inverso y el que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la combi, para los autos, camiones y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 9

Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D.	Promedio	D.	Promedio	D.
	Estándar		Estándar		Estándar	
Motokar	131.90	28.11	140.36	31.94	121.78	26.01
Auto	18.26	8.32	20.40	9.17	15.96	6.88
Moto	145.17	34.54	137.25	29.60	129.20	27.34
Camión	13.64	5.08	19.62	8.52	16.68	6.70
Combi	6.80	2.12	7.02	2.48	5.03	1.92
Camioneta	15.52	6.48	18.26	7.76	16.55	6.62
Total	331.29		342.91		305.2	

De la tabla se tiene que en el horario de 12:00 – 1:00 pm el promedio de flujo vehicular fue mayor (342.91), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor de flujo vehicular (305.20) y en horario de 6:30 – 7:30 am se registró un promedio de flujo vehicular de (331.29). De todo ello se tiene que en horario del mediodía existe un mayor tránsito de vehículos en este séptimo punto de muestreo (Tabla 9).

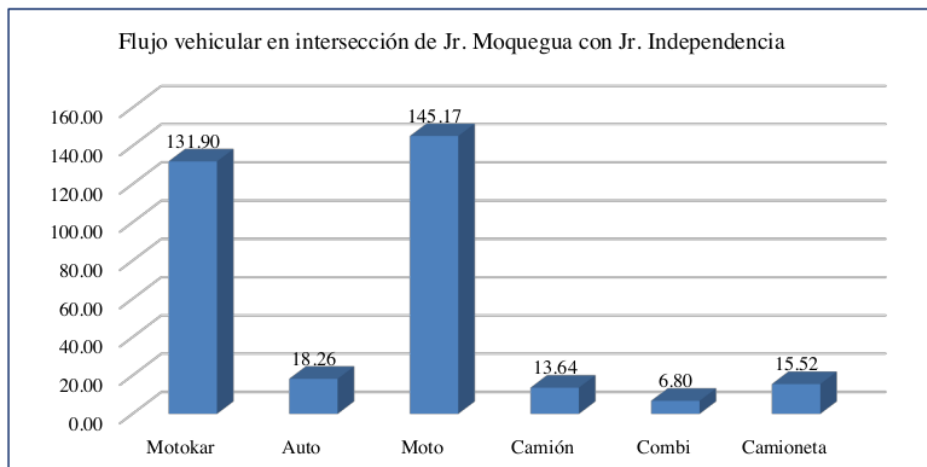


Figura 21. Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia (horario mañana).

Se presentan los resultados en el séptimo punto de muestreo (Intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia) en horario de 6:30 – 7:30 am se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 145.17$) seguido de motokar ($X = 131.90$), en tanto el vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 6.80$) (Figura 21).

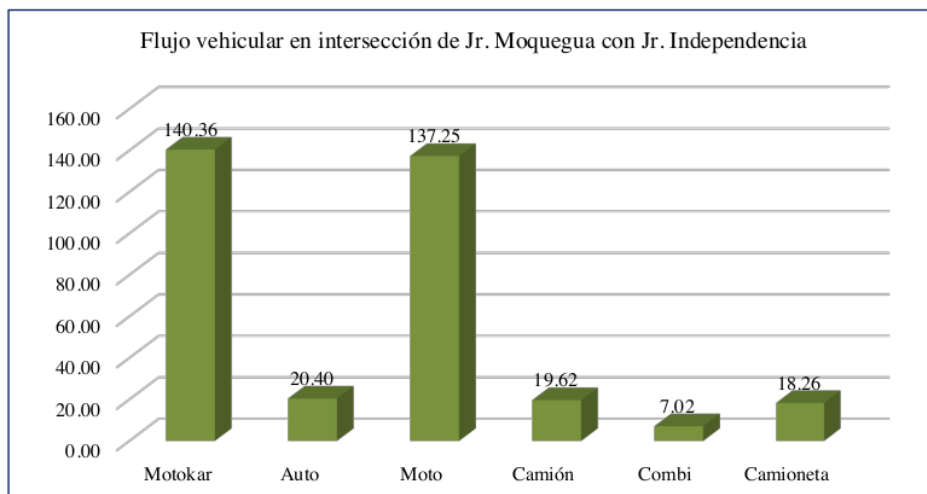


Figura 22. Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia (horario mediodía).

Se presentan los resultados en el séptimo punto de muestreo (Intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia) en horario de 12:00 – 1:00 pm se registró que el motokar es el

vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 140.36$) seguido de motos ($X = 137.25$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 7.02$) (Figura 22).

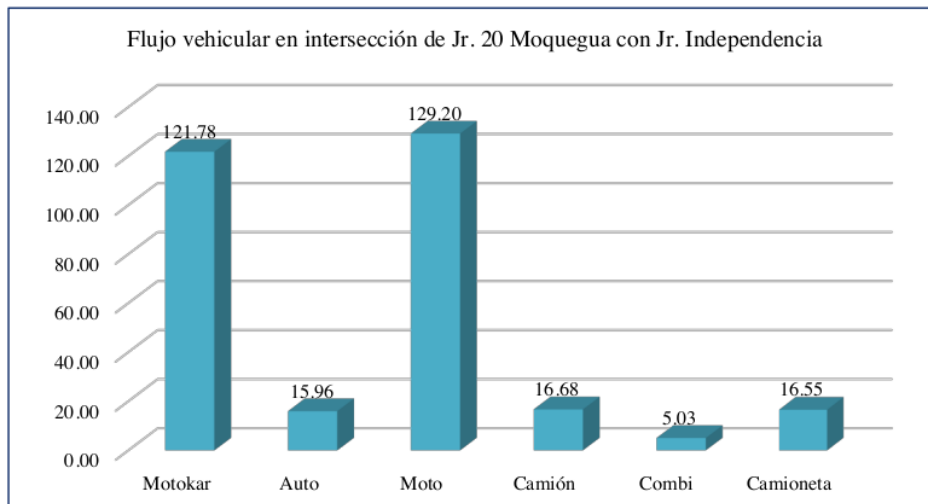


Figura 23. Flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia (horario tarde).

Se presentan los resultados en el séptimo punto de muestreo (Intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 129.20$) seguido de motokar ($X = 121.78$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 5.03$) (Figura 23).

Comentarios finales de flujo vehicular en intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia

En los tres horarios evaluados se tiene que el vehículo que mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la moto, seguido de motokar a diferencia del segundo horario que es lo inverso y el que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la combi, para autos, camiones y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

Tabla 10

Flujo vehicular en la carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)

Tipo de vehículo	Flujo vehicular en la carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)					
	6:30 - 7:30 am		12:00 - 1:00 pm		5:30-6:30 pm	
	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar	Promedio	D. Estándar
Motokar	88.32	20.44	94.21	21.99	76.40	18.62
Auto	40.54	13.75	36.50	12.38	41.36	13.98
Moto	102.82	23.30	96.02	22.75	84.84	19.72
Camión	38.46	12.08	46.25	14.90	39.98	12.84
Combi	13.02	5.21	12.60	5.01	8.63	3.15
Camioneta	35.80	11.53	42.74	12.42	38.57	12.13
Total	318.96		328.32		289.78	

De la tabla se tiene que en el horario de 12:00 – 1:00 pm el promedio de flujo vehicular fue mayor (328.32), asimismo en horario de 5:30 – 6:30 pm se registró el promedio menor de flujo vehicular (289.78) y en horario de 6:30 – 7:30 am se registró un promedio de flujo vehicular de (318.96). De todo ello se tiene que en horario del mediodía existe un mayor tránsito de vehículos en este octavo punto de muestreo (Tabla 10).

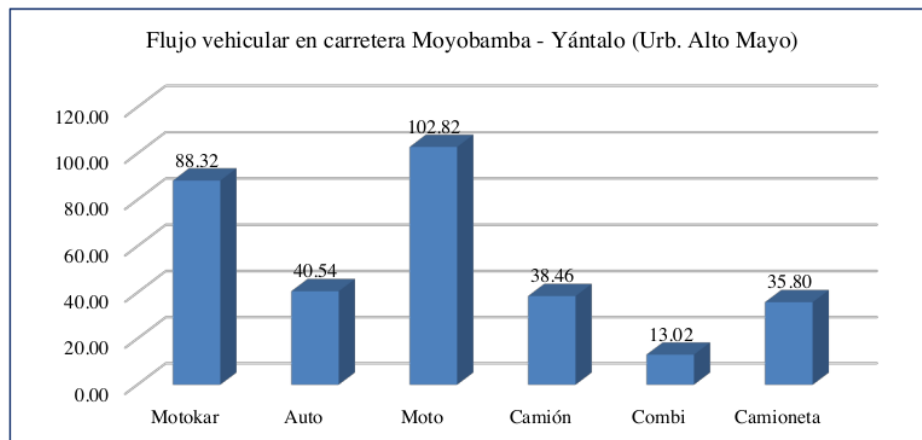


Figura 24. Flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) (horario mañana).

Se presentan los resultados en el octavo punto de muestreo (Carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)) en horario de 6:30 – 7:30 am se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 102.82$) seguido de motokar ($X = 88.32$), en tanto el vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 13.02$) (Figura 24).

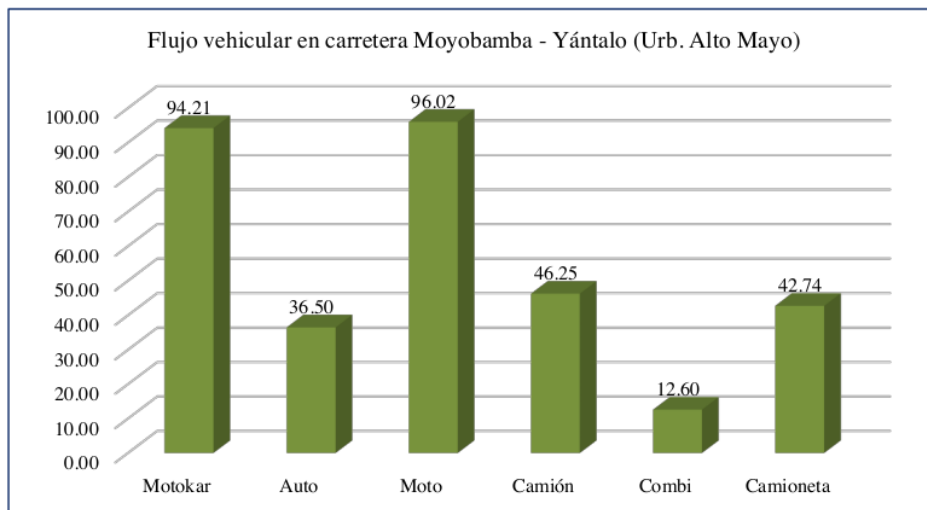


Figura 25. Flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) (horario mediodía).

Se presentan los resultados en el octavo punto de muestreo (Carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)) en ¹horario de 12:00 – 1:00 pm se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 96.02$) seguido de motokar ($X = 94.21$), en tanto el vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 12.60$) (Figura 25).

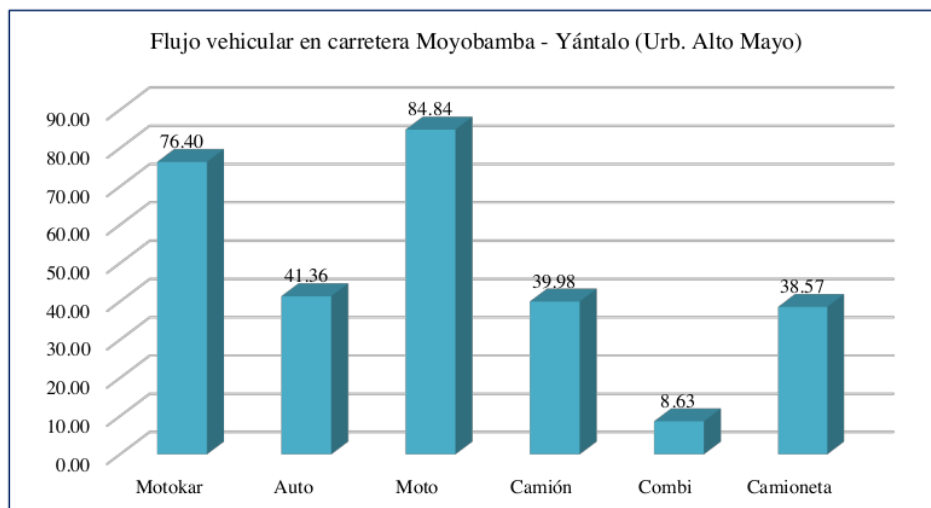


Figura 26. Flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) (horario tarde).

Se presentan los resultados en el séptimo punto de muestreo (Carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)) en horario de 5:30 – 6:30 pm el cual también representa el

horario cuyo promedio de flujo vehicular es menor con respecto a los demás horarios, se registró que la moto es el vehículo que mayor promedio de flujo tiene en este punto ($X = 84.32$) seguido de motokar ($X = 76.40$), en tanto al vehículo que tiene menor promedio de flujo es la combi ($X = 8.63$) (Figura 26).

Comentarios finales de flujo vehicular en carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)

En los tres horarios evaluados se tiene que el vehículo que mayor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la moto, seguido de motokar y el vehículo que menor promedio de flujo y desviación estándar tiene es la combi, para autos, camiones y camionetas el flujo promedio vehicular y desviación estándar varía en los diferentes horarios y también es bajo a comparación de los dos primeros vehículos.

3.2. Evaluar la concentración de monóxido de carbono en la ciudad de Moyobamba

Los resultados con respecto a este objetivo se dan a conocer en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 11

Nivel de concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en los ocho puntos de muestreo

Horario	6:30 - 7:30 am	12:00 - 1:00 pm	5:30 - 6:30 pm	Promedio CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Punto de muestreo	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
1	98.7	89.2	86.5	91.5
2	116.6	91.4	85.0	97.7
3	200.3	205.6	194.2	200.0
4	208.5	209.1	207.8	208.5
5	140.7	136.4	133.1	136.7
6	74.2	81.6	80.9	78.9
7	71.6	72.3	69.6	71.2
8	70.4	70.7	68.3	69.8

De la tabla se tiene que en el punto 3 y 4 de monitoreo se registraron los más altos niveles de concentración de monóxido de carbono, determinándose además que en los puntos 8, 7 y 6 en todos los horarios se registraron los menores niveles de concentración de monóxido de carbono (Tabla 11).

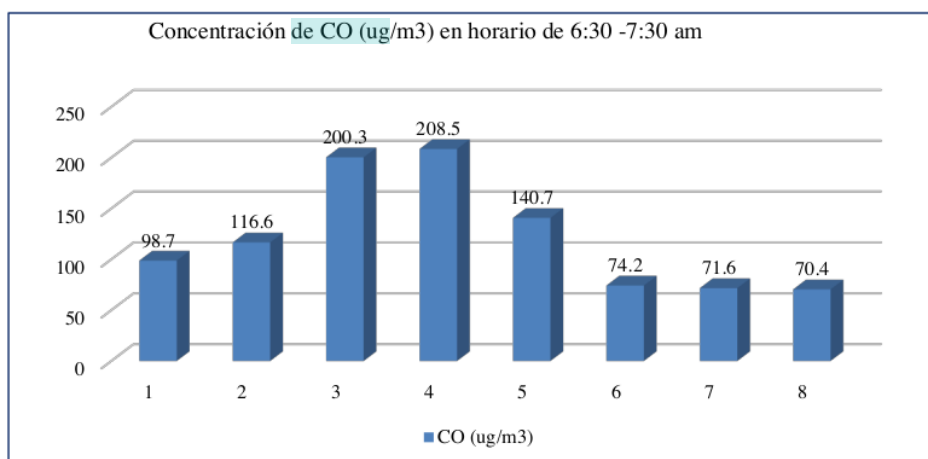


Figura 27. Concentración de CO (ug/m³) – horario mañana.

Se presentan los resultados de concentración de CO en horario de la mañana del cual se determinó que el punto de muestreo donde existe mayor nivel de concentración es en el punto 4 (208.5 ug/m³), seguido del punto 3 (200.3 ug/m³), en tanto donde se registró el menor nivel de concentración es en el punto 8 (70.4 ug/m³), seguido del punto 7 (71.6 ug/m³) y punto 6 (74.2 ug/m³) (Figura 27).

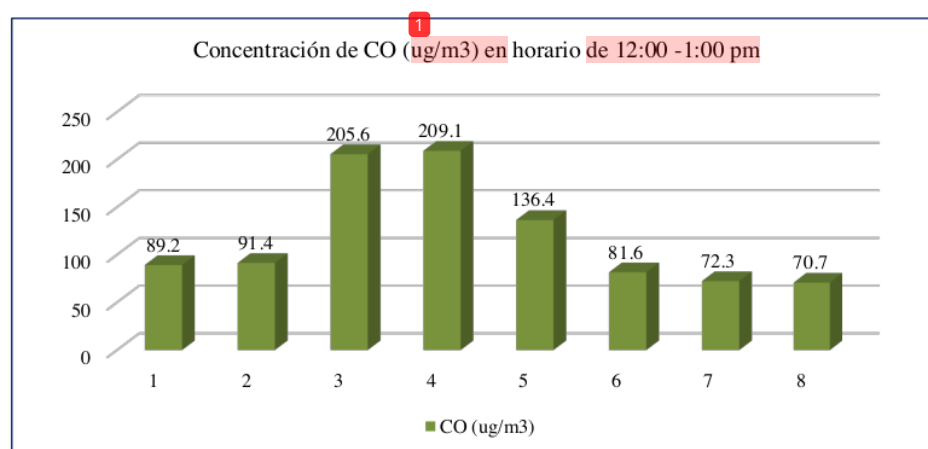


Figura 28. Concentración de CO (ug/m³) – horario mediodía.

Se presentan los resultados de concentración de CO en horario del mediodía del cual se determinó que el punto de muestreo donde existe mayor nivel de concentración es en el punto 4 (209.1 ug/m³), seguido del punto 3 (205.6 ug/m³), en tanto donde se registró el menor nivel de concentración es en el punto 8 (70.7 ug/m³), seguido del punto 7 (72.3 ug/m³) y punto 6 (81.6 ug/m³) (Figura 28).

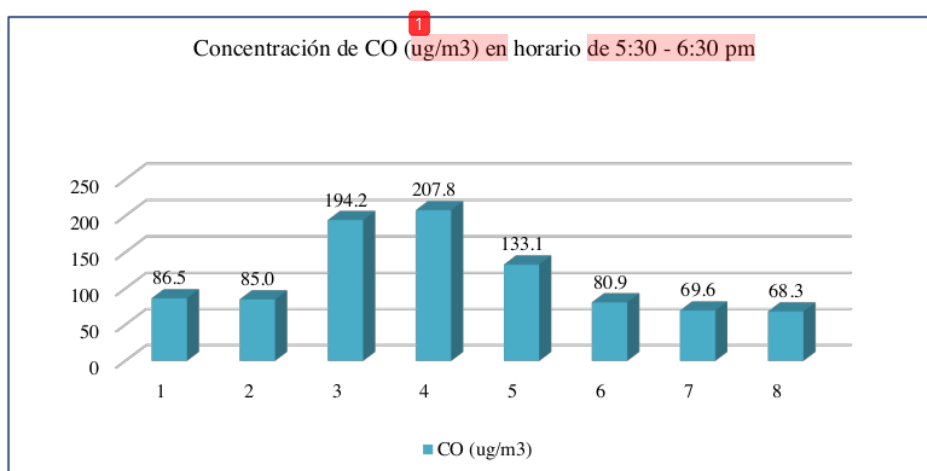


Figura 29. Concentración de CO (ug/m³) – horario tarde.

Se presentan los resultados de concentración de CO en horario del mediodía del cual se determinó que el punto de muestreo donde existe mayor nivel de concentración es en el punto 4 (207.8 ug/m³), seguido del punto 3 (194.2 ug/m³), en tanto donde se registró el menor nivel de concentración es en el punto 8 (68.3 ug/m³), seguido del punto 7 (69.6 ug/m³) y punto 6 (80.9 ug/m³) (Figura 29).

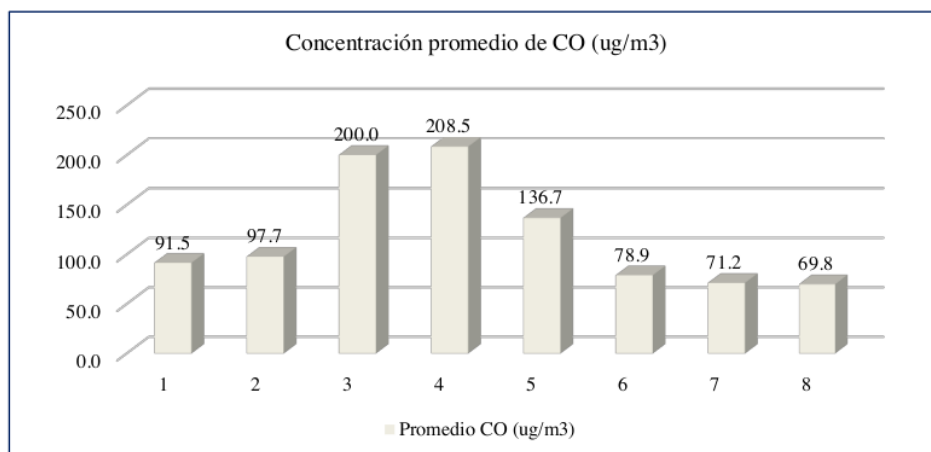


Figura 30. Concentración promedio diaria de CO (ug/m³).

Se presentan los resultados de concentraciones promedios diarios de CO en todos los puntos de muestreo del cual se determinó que el mayor nivel promedio diario de concentración es en el punto 4 (208.5 ug/m³), seguido del punto 3 (200.0 ug/m³), en tanto donde se registró el menor nivel de concentración promedio diario es en el punto 8 (69.8 ug/m³), seguido del punto 7 (71.2 ug/m³) y punto 6 (78.9 ug/m³) (Figura 30).

3.2.1. Comparación de los niveles de concentración de CO con los ECA – Aire

En el desarrollo de este ítem se tuvo a bien realizar la comparación de los resultados obtenidos de niveles de concentración de CO con los estándares de calidad ambiental (D.S. 003-2017-MINAM) para un periodo de 8 horas.

Tabla 12
Comparación de los niveles de concentración de CO con los ECA – Aire

Promedio CO (ug/m ³)	ECA Aire D.S. 003-2017- MINAM
91.47	30000 ug/m ³
97.67	
200.03	
208.47	
136.73	
78.90	
71.17	
69.80	

De la tabla 12 y figura 31 mostrada se tiene que los resultados de niveles de concentración promedio diario de CO no exceden los estándares de calidad ambiental para monóxido de carbono notándose que los resultados en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo de lo establecido (30000 ug/m3) en un periodo de 8 horas.

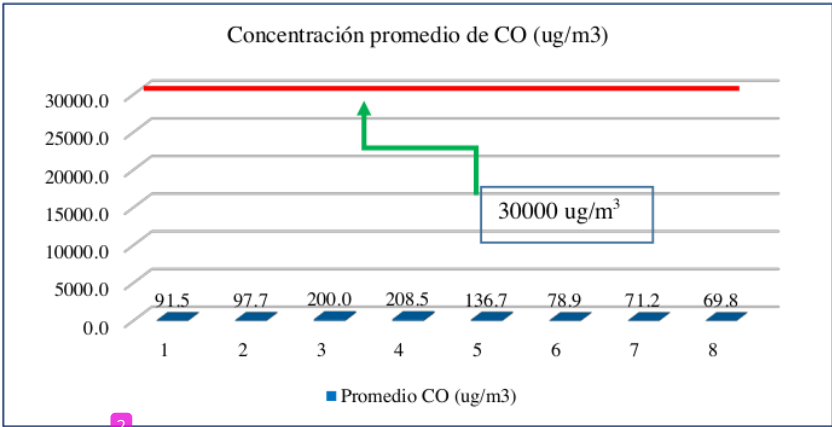


Figura 31. Comparación de los niveles de concentración de CO con los ECA – Aire.

3.3. Análisis de la relación entre el parque automotor y la **concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba**

En la siguiente tabla y figura se presenta la relación entre las variables es decir entre el parque automotor y la concentración de monóxido de carbono en la ciudad de Moyobamba.

Tabla 13
Relación entre el parque automotor y la concentración de CO

Punto de muestreo	Flujo vehicular	Concentración CO (ug/m³)
1	480.3	91.5
2	517.4	97.7
3	973.9	200.0
4	1114.1	208.5
5	752.0	136.7
6	408.0	78.9
7	326.5	71.2
8	312.4	69.8

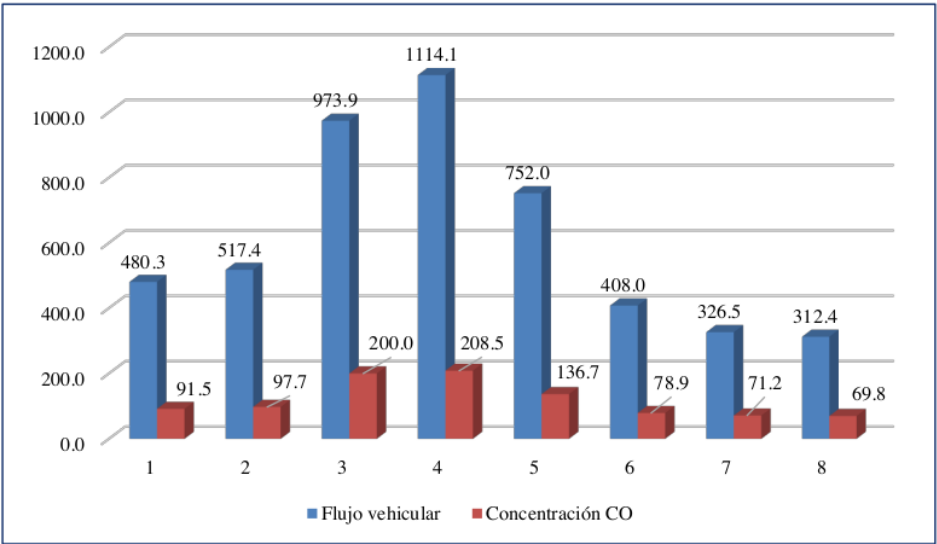


Figura 32. Relación entre el parque automotor y la concentración de CO.

De la tabla y figura se tiene que en el punto cuatro se registró el mayor promedio de flujo vehicular (1114.1) y el más alto nivel de concentración promedio de monóxido de carbono (208.5 ug/m³), seguido del tercer punto de muestreo siendo el segundo mayor promedio de flujo vehicular (973.9) registrándose también en este cuarto punto la segunda mayor concentración promedio de monóxido de carbono (200.0 ug/m³). En tanto la menor cantidad promedio de flujo vehicular fue registrado en el octavo punto (312.4) siendo también la menor concentración promedio de CO (69.8 ug/m³), siendo el séptimo punto de muestreo también uno de los que donde se registró menor cantidad promedio de flujo vehicular (326.5) y de concentración promedio monóxido de carbono (69.8 ug/m³).

2 Prueba de Pearson y de significancia entre el parque automotor y la concentración de CO

Tabla 14

Prueba Pearson para relación entre el parque automotor y la concentración de CO

Punto de muestreo	Flujo vehicular (X)	Concentración CO (Y)	X ²	Y ²	XY
1	480.26	91.47	230646.47	8366.15	43927.48
2	517.36	97.67	267657.92	9538.78	50528.50
3	973.92	200.03	948520.17	40013.33	194816.46
4	1114.08	208.47	1241166.82	43458.35	232247.85
5	751.97	136.73	565463.89	18696.00	102819.82
6	407.95	78.90	166423.20	6225.21	32187.26
7	326.47	71.17	106580.48	5064.69	23233.54
8	312.35	69.80	97564.60	4872.04	21802.26
Promedio	610.54	119.28	453002.94	17029.32	87695.40

$$S_{xy} = \sum xy - (\sum x * \sum y) = 14870.20$$

$$S_x = \sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2} = 283.26$$

$$S_y = \sqrt{\sum y^2 - (\sum y)^2} = 52.93$$

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y} = 0.99$$

Prueba de significancia

H_1 : Existe influencia del parque automotor en la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba.

H_0 : No existe influencia del parque automotor en la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba.

$$T_c = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} = 18.96$$

$$T_t = 1.8946$$

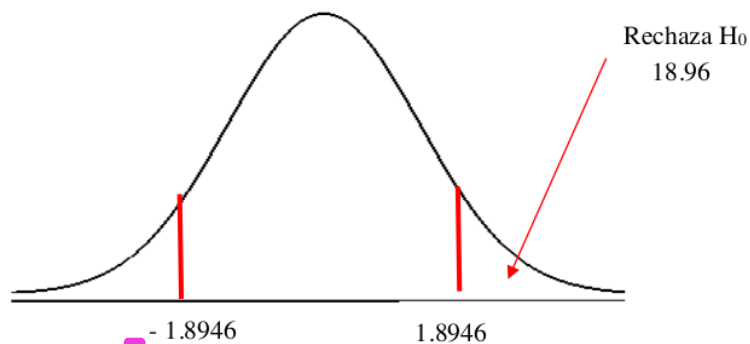


Figura 33. Prueba de significancia para relación índices de calidad de agua y temperaturas promedios mensuales.

Habiendo encontrado que el t_t es de 1.8946 y el t_c de 18.96, se puede observar que cae en la zona de rechazo de la hipótesis nula motivo por el cual se acepta la hipótesis alterna concluyendo que existe relación entre las variables estudiadas, es decir existe influencia del parque automotor en la concentración de monóxido de carbono presente en la ciudad de Moyobamba.

3.4. Discusión de resultados

Saldaña (2016), determinó en la ciudad de Iquitos teniendo en cuenta las principales redes viales que la emisión del monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) es menor para vehículos mayores en relación con los vehículos menores dado que existe mucho

mayor flujo vehicular de este último, corroborando dicha información a través de los resultados de la presente investigación dado que en todos los puntos de muestreo existe mayor cantidad de vehículos menores y en menor cantidad vehículos mayores, disminuyendo o aumentando la concentración de monóxido de carbono conforme aumenta o disminuye el flujo de vehículos menores principalmente.

Los resultados de la presente investigación nos permiten demostrar que dentro de los vehículos que mayor flujo tienen son los motocarros y las motos lineales siguiendo dicho orden en la mayoría de puntos e intercambiando en otros el orden, información que contrasta con la presentada por Flores (2018) quien en la ciudad de Rioja registró también en los puntos de muestreos estudiados mayor afluencia de motocarros seguido de motos.

Ríos et al (2013) y Flores (2018), determinaron que los puntos donde existe mayor congestión o flujo vehicular existen mayor concentración de monóxido de carbono información que se corrobora con la encontrada en la presente investigación ya que se determinó la relación entre variables ya que a mayor flujo vehicular se registró los mayores niveles de concentración de monóxido de carbono y a menor flujo vehicular las menores concentraciones de CO.

Asimismo, Flores (2018) y Ríos et al (2013) concluyen que los resultados de monóxido de carbono no exceden los estándares de calidad ambiental para aire establecidos en el D.S 003-2017-MINAM, los resultados en la presente investigación permiten corroborar los resultados encontrados por mencionados autores ya que en la ciudad de Moyobamba ninguna concentración de monóxido de carbono registrado excedió los estándares.

CONCLUSIONES

- En base a los 8 puntos de muestreo se determinó que los motocarros y motos lineales son los que representan el mayor flujo vehicular y los de menor flujo vehicular son las combis, camiones y camionetas. Asimismo, en el punto 4 (Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau) es donde mayor flujo vehicular existe, seguido del punto 3 (Intersección Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides), en tanto los puntos donde se registraron menor promedio de flujo vehicular son en el punto 8 (Carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo)) y en el punto 7 (Intersección Jr. Moquegua con Jr. Independencia).
- Los lugares donde se registraron mayores concentraciones promedios de CO son en la Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau) siendo la concentración diaria promedio de 208.5 ug/m^3 , seguido del punto 3 en la intersección Jr. Callao con Jr. Oscar R. Benavides registrándose aquí una concentración promedio diaria de 200.0 ug/m^3 , en tanto los lugares donde se registró menores niveles es en la carretera Moyobamba - Yantalo (Urb. Alto Mayo) cuya concentración fue de 69.8 ug/m^3 y en la intersección de Jr. Moquegua con Jr. Independencia registrándose una concentración promedio diaria de 71.2 ug/m^3 . Se concluye además que los resultados registrados de niveles de concentración de CO no exceden los establecidos en los ECA – Aire (D.S. 003 – 2017 – MINAM).
- En cuanto a la prueba Pearson y de significancia se concluye que existe influencia del parque automotor en la concentración de CO presente en la ciudad de Moyobamba, dando a entender que los lugares donde existe mayor flujo vehicular existe mayor concentración de monóxido de carbono y los lugares donde se da la existencia de menor flujo vehicular existe también menor concentración de CO.

RECOMENDACIONES

A los conductores de vehículos realizar revisiones técnicas periódicas acerca del estado físico de los vehículos motorizados a fin de minimizar las emisiones de gases contaminantes.

Asimismo recomendar a las autoridades municipales realizar el ²² control de emisiones de gases contaminantes de vehículos que circulan en la ciudad con el objetivo de dar cumplimiento a normativas ambientales, asimismo recomendarles la creación de ordenanzas o normativas municipales para el control y reducción de emisión de contaminantes de vehículos, por otro lado ⁴ la automatización en la semaforización, en función a los tiempos y movimientos que el parque automotor requiera para evitar mayores niveles de emisión de gases contaminantes en puntos estratégicos.

A las autoridades municipales y regionales como la Dirección de Transporte recomendarles desarrollar charlas y/o capacitaciones acerca del cuidado del ambiente y posibles efectos en este ante las altas ⁹ emisiones de monóxido de carbono.

A ¹ estudiantes y docentes de la facultad de ecología, recomendarles desarrollar investigaciones acerca de calidad de aire con el propósito de hacer de conocimiento a autoridades acerca del estado actual de la contaminación en las diferentes ciudades cuyo fin deberá ser ¹ mejorar la calidad de vida actual y de futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

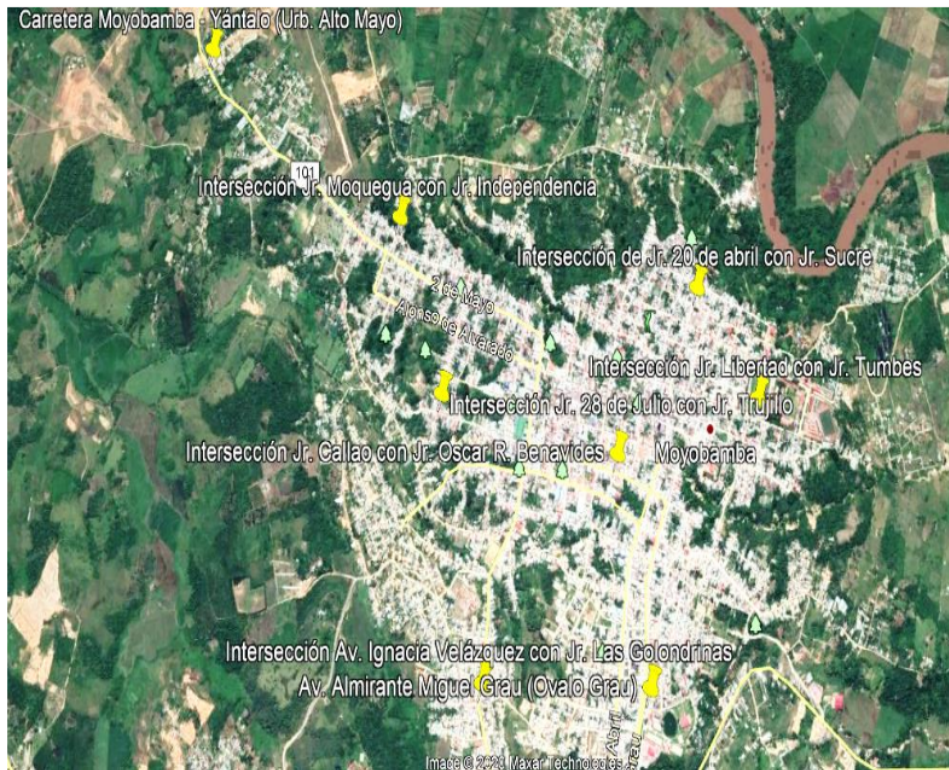
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (2021). Impacto del monóxido de carbono en la calidad del aire de los interiores. <https://espanol.epa.gov/cai/impacto-del-monoxido-de-carbono-en-la-calidad-del-aire-de-los-interiores>
- Bayona, B., & Márquez, T. (2015). *La congestión vehicular en la ciudad de Piura*. <http://www.unp.edu.pe/libros/librolacongestionvehicular.pdf>
- Benavides, H., & León, G. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- Correa, H; Augusto, José; Crespo, Priscila. (2017). *Bases para inventario de emisiones del parque automotor en la ciudad de Guayaquil. Revista de desarrollo local sostenible. ISSN: 1988-5245.*
- DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA). (2007) “*Plan a Corto Plazo para la Reducción de la Exposición a Contaminantes en la Av. Abancay*”; *Coordinadora del Área de prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. Lima, Perú.*
- EL PERUANO. (2018). *Normas Legales. Obtenido de la Ley 30754.*
- ENVIRAIOT. (2020). *Principales diferencias entre emisión e inmisión*. <https://enviraiot.es/principales-diferencias-emision-inmision/>
- Flores, P. (2018). *Determinación de los niveles de concentración de monóxido de carbono ocasionado por el tráfico vehicular en la ciudad de Rioja-San Martín-2014. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Moyobamba.*
- Frohmann, A., & Olmos, X. (2014). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. Santiago de Chile. <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4101/S2013998rev1.pdf>
- Gonzáles, B. (2019). *Ecología Verde*. <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-secundaria-que-es-tipos-y-ejemplos-1885.html>
- Gozubuyuk, A. A., Dag, H., Kacar, A., Karakurt, Y., y Arica, V. (2017). Epidemiology, pathophysiology, clinical evaluation, and treatment of carbon monoxide poisoning

- in child, infant, and fetus. *North Clin Istamb.*, 4(1), 100-107. doi: 10.14744/nci.2017.49368
- Granada, L y Cabrera, B. (2007). *Estimación de las emisiones de fuentes móviles utilizando el mobile 6 en Cali – Colombia. Artículo de reflexión.*
- Guillermo, L. (1999). *Impacto ambiental del parque automotor. Lima. Perú.*
- Jones, V. (2021). *¿Qué es el smog industrial?* eHOW: https://www.ehowenespanol.com/smog-industrial-hechos_173717/
- Hexter, A. y Goldsmith J. (1971). *Carbon Monoxide. Association of Community air Pollution With.* Nueva York. Estados Unidos.
- Hurtado, J. (2002). *El Proyecto de investigación, una comprensión holística. 3ra Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá.*
- Kinoshita, H., Türkan, H., Vucinic, S., Naqvi, S., Bedair, R., Rezaee, R., y Tsatsakis, A. (2020). Carbon monoxide poisoning. *Toxicology Reports*, 7, 169-173. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.01.005>
- Medina, C. (2018). *Estimación cuantitativa y cálculo de emisiones ambientales (huella de Carbono), en el terminal terrestre de la ciudad de Guaranda. (Tesis de grado).* Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- MINAM. (2019). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010 y 2012.* Lima. https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/NationalReports/Documents/205176_Peru-BUR2-1-INGEI%202014-NIR%20PERU.pdf
- MINAM. (2021). *La Huella Ecológica del Perú.* SINIA: <https://sinia.minam.gob.pe/huella-ecologica-peru/inicio>
- Morales, V. (2019). *Alternativas para la reducción de gases de combustión en vehículos automotores.* <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1354/TB-Morales%20V.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- OMS. (2021). *Organización Mundial de la Salud.* https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_3
- Olaya, R. (2016). *Estimación del impacto ambiental del Parque de Las Leyendas mediante el cálculo de la huella de carbono. (Tesis de grado).* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú).
- Pérez, J. y Gardey, A. (2009). *Cambio climático.*

- REPSOL. (2008). *Gasolina de 90*.
https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOLINA90_tcm76-83273.pdf
- REPSOL. (2016). *FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD*.
https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOLINA84_tcm76-83272.pdf
- REPSOL. (2016). *Gasolina de 95*.
https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOLINA95_tcm76-83274.pdf
- RIOS, K y TAFUR, J. (2018). *Determinación de los niveles de concentración de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono, ocasionado por el tráfico vehicular en la ciudad de Juanjuí - San Martín 2015. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Moyobamba.
- Saldaña, R. (2016). *Emisión de gases por el parque automotor y su repercusión en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos en el año 2015. (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Sánchez, S y Reyes, C. (2006). *Metodología y diseño de la investigación científica*. Editorial Visión Universitaria. Lima – Perú.
- Valenciana, G. (2019). *EL SMOG FOTOQUÍMICO*:
<https://agroambient.gva.es/va/web/calidad-ambiental/el-smog-fotoquimico>
- Viglizzo, E. (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Sudamérica*. Montevideo: Boscana.
- Wackernagel, M y Rees, W. (2001). *Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. Santiago: LOM.
- Wark, K y Warner, C. (2012). *Contaminación del aire: origen y control*. México: Limusa, 2012. 9789681819545.

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación de puntos de monitoreo



Anexo 2: Registro fotográfico



Foto 1: Toma de datos en intersección de Jr. Libertad con Jr. Tumbes



Foto 2: Toma de datos en intersección de Jr. 20 de Abril con Jr. Sucre



Foto 3: Toma de datos en la carretera Moyobamba – Yantalo (Urb. Alto Mayo)



Foto 4: Toma de datos en Av. Almirante Miguel Grau (Ovalo Grau)

Determinación de la concentración de monóxido de carbono y su relación con el parque automotor en la ciudad de Moyobamba, 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

Submitted to Universidad Nacional de San
Martín

Trabajo del estudiante

2%

4

core.ac.uk

Fuente de Internet

1%

5

unfccc.int

Fuente de Internet

1%

6

www.scielo.org.bo

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Tecsup

Trabajo del estudiante

<1%

8

siar.regionsanmartin.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

9	repositorio.udl.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
10	Submitted to Universidad Continental	<1 %
	Trabajo del estudiante	
11	repositorio.ucv.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	tesis.ucsm.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
13	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego	<1 %
	Trabajo del estudiante	
14	repositorio.usfq.edu.ec	<1 %
	Fuente de Internet	
15	repositorio.lamolina.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
16	Submitted to Universidad Santo Tomas	<1 %
	Trabajo del estudiante	
17	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola	<1 %
	Trabajo del estudiante	
18	qdoc.tips	<1 %
	Fuente de Internet	
19	www.ebrary.com	<1 %
	Fuente de Internet	

20	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	cepes.org.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	<1 %
27	ezequiel-lopez.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
28	mmhs.com Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to The University of Manchester Trabajo del estudiante	<1 %
30	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.upeu.edu.pe	

<1 %

32

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

33

"Inter-American Yearbook on Human Rights /
Anuario Interamericano de Derechos
Humanos, Volume 32 (2016)", Brill, 2018

Publicación

<1 %

34

pt.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

35

rraae.cedia.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

36

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

37

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

38

documentop.com

Fuente de Internet

<1 %

39

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

40

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

41

repositorio.inta.gob.ar

Fuente de Internet

<1 %

42

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

43

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

44

sigaa.ufrn.br

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo