

Evaluación de las emisiones contaminantes en los vehículos del servicio de taxi en Trujillo Metropolitano, 2017

Evaluation of polluting emissions in the vehicles of the taxi service in Trujillo Metropolitan, 2017

Ronald Culquitante Vigo¹ | M.Sc. Luis Huerta Chombo²

RESUMEN:

La presente investigación evalúa las emisiones vehiculares del servicio de taxi en circulación en la ciudad de Trujillo, a fin de evaluar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburo y dióxido de carbono, establecido en D.S. N° 047-2001-MTC y su modificatoria D.S. 009-2012-MINAM. Para el estudio, se tuvo apoyo de la Policía Nacional de Tránsito y Turismo, Inspectores de la Gerencia de Transporte Transito y Seguridad Vial, además de Transporte Metropolitano de Trujillo, instituciones que permitieron la intervención a los conductores de los vehículos para luego ser monitoreados en el tubo de escape con el equipo de evaluación de emisiones infrarrojo no dispersivo. La investigación es de tipo No Experimental, con temporalidad transversal y descriptiva comparativa. La población estuvo conformada por 17 804 vehículos que prestan el servicio de taxi en Trujillo Metropolitano y la muestra fue de 138 Taxis. Se utilizó la técnica de observación por lo que se hizo uso de la ficha de observación como instrumento que permitió recopilar la información requerida. Los datos obtenidos posteriormente fueron procesados utilizando la hoja de cálculo Excel y el estadístico SPSS23 para realizar los análisis de Normalidad, comparación de medias, y para verificar cuales de los grupos evaluados presentan diferencias con un nivel de significancia $\alpha < 0.05$. Llegando a la conclusión que, de la evaluación de emisiones vehiculares realizado a los vehículos del servicio de taxi en Trujillo Metropolitano, el 97.1% no cumple con los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores.

Palabras claves: Emisiones vehiculares, Parque automotor, Contaminación.

ABSTRACT:

The present investigation evaluates the emissions of taxi service vehicles in circulation in the city of Trujillo, in order to evaluate compliance with the Maximum Permissible Limits of emissions of carbon monoxide, hydrocarbon and carbon dioxide, established in DS No. 047 - 2001-MTC and its amendment DS 009-2012-MINAM. For the study, the National Traffic and Tourism Police, the Inspectors of the Freight Transport and Road Safety Management, as well as Metropolitan Transport of Trujillo, the institutions that allowed the intervention of the drivers to follow the vehicles the exhaust pipe with the non-dispersive infrared emission evaluation team. The research is non-experimental, with transverse temporality and comparative descriptive. The population was made up of 17 804 vehicles that provide the taxi service in Trujillo Metropolitan and the sample was 138 Taxis. The observation technique was used, through which the observation card was used as an instrument that allowed gathering the required information. The data obtained afterwards were processed using the Excel spreadsheet and the SPSS23 statistic to perform the analysis of normality, comparison of means, and for the rest of the groups evaluated with a level of significance $\alpha < 0.05$. Concluding that, the evaluation of vehicular emissions made to taxi services in Trujillo Metropolitan, 97.1% does not comply with the maximum permissible limits of polluting emissions for motor vehicles.

Key words: Vehicle emissions, Vehicle fleet, Pollution.

¹ Universidad César Vallejo - Estudiante de Ingeniería Ambiental.
E-mail: jculquitante@gmail.com

² Universidad César Vallejo - Docente y asesor de Ingeniería Ambiental.
E-mail: german-huerta@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN:

La contaminación del aire es un problema grave para la salud, el cual está terminando con la vida de tres millones de personas a lo largo de todo el mundo y la gran mayoría de estos sucesos se dan lugar en las áreas urbanas debido a las emisiones generadas por la elevada tasa de crecimiento del parque automotor (WHO, 2017).

En Nueva Zelanda aproximadamente el 19% de los GEI es emitido por el sector del transporte; la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) producido por el sector transporte por carretera es significativamente mayor en comparación con otros tipos de transporte como el ferrocarril, marino y aviación, y la cantidad de dióxido de carbono anualmente está aumentando. (Chand Alvin, 2016)

En el 2012, según el informe emitido por ABT ASSOCIATES, denominado Inventario, línea de base y análisis de opciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para la ciudad de Trujillo, trabajo realizado para el BID, detalla que el transporte público en Trujillo es conformado por ómnibus, camionetas rurales y taxis dentro de los cuales señala que 1 310 taxis utilizan como combustible el GLP, 1 120 taxis utilizar Diésel y 8 579 vehículos taxis utilizan gasolina. Asimismo, señala que el transporte público en la ciudad de Trujillo al año 2011 estaba conformado por 139 713 vehículos y estimó que el sector transporte contribuyó con el 59% de emisiones de GEI.

Según la Resolución de alcaldía N° 010 – 2017 – de la Municipalidad Provincial de Trujillo, el cual abarca el Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental – PLANEFA para el año 2017, indica que el parque automotor genera emisiones contaminantes que superan los límites máximos permisibles, y que dentro de los principales gases contaminantes se encuentran el CO₂ y los NO_x, siendo los vehículos

consumidores del combustible Diésel y gasolina mayormente.

Trujillo cuenta con 90.000 unidades dentro de las cuales 20.000 son unidades del servicio de taxi y presentando a la vez una antigüedad de más de 15 años, contando con que el 60% de la totalidad vehicular incumplen los límites máximos permisibles para emisiones contaminantes. Asimismo, en el informe técnico N° 084-2017-TMT/GP señala que el flujo vehicular en el Centro Histórico de Trujillo en hora punta ingresan 8089 vehículos por hora y de los cuales 5 042 prestan el servicio de taxi.

Se puede señalar la importancia de realizar los Monitoreos de las emisiones vehiculares ya que Trujillo es una de las 13 ciudades del país que se encuentra como zona de atención prioritaria debido a la contaminación del aire según D.S. N° 074-2001-PCM y OM 008-2008-MTP

El servicio de taxi en la ciudad de Trujillo, en año 1990 apenas eran 500 unidades, en el año 1993 se incorpora 2120 unidades de taxis (424%), al año 1995 se incrementó en 900%, en el periodo 2008-2012 se incrementó de 7,747 a 17,297 unidades de taxis (9550 unidades), es decir en los últimos 16 años se ha incrementado 17,304 unidades en más 3,460%. Se precisa que el cuadro no considera las unidades de taxis informales, que en promedio se estima otras 6,000 unidades. Por lo que evidenciamos en la ciudad de Trujillo un crecimiento explosivo de unidades vehiculares dedicadas al servicio de taxi. (TMT, 2017).

Los valores de los LMPs son establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su D.S. N° 047-2001 y modificados en el D.S. N° 009-2012 – MINAM son mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 1. LMPs para motores de encendido por chispa a gasolina, GLP, GNV y otros combustibles.

VEHICULOS DE CATEGORIAS M1 A UNA ALTITUD DE 0 A 1800 M.S.N.M.			
Año de fabricación	CO% de volumen	CO% + CO ₂ %, Mínimo	HC (ppm)
Hasta 1995	3,0	10 - (8 para GLP/GNV)	400
1996 a 2002	2,5	10 - (8 para GLP/GNV)	300
2003 en adelante	0,5	12 - (8 para GLP/GNV)	100

Fuente: D.S. 009-2012-MINAM - Anexo N° 1.

2. MATERIAL Y MÉTODOS:

La población estuvo conformada por 17 804 vehículos pertenecientes al servicio de taxi en Trujillo Metropolitano. Y la muestra se conformó por 138 vehículos pertenecientes al servicio de taxi en Trujillo Metropolitano, en actividad y en circulación.

Para la determinación de las concentraciones de emisiones en los vehículos del servicio de taxi se contó con los servicios de la empresa DCS INGENIERÍA & CONSULTORIA SAC y sus equipos de evaluación de emisiones infrarrojo no dispersivo marca KANE AUTOMOTIVE AUTO 4-1/MID, resaltando que todos los equipos que se utilizaran para realizar las evaluaciones están calibrados por INACAL, y al mismo tiempo se utilizó el protocolo de monitoreo que nos brinda el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, donde se aplicó el procedimiento establecido en el D.S. N° 047-2001-MTC y sus modificatorias D.S. 009-2012-MINAM y DS 004-2013-MINAM especificados en los Anexos I, II, III; donde procederemos a recolectar información, de las variables de estudio como son las mediciones de CO%, CO₂%, HC (ppm) y CO% + CO₂% reportados por equipo de medición.

Análisis de datos: Para procesar correctamente los datos se elaboró inicialmente una base de datos en la hoja de cálculos Excel, la cual fue migrada al software de análisis predictivo IBM SPSS V.23. Para comparar el nivel de emisiones contaminantes

por año de fabricación se aplicó ANOVA (para el HC% y CO%+CO₂%) y KRUSKAL WALLIS (para el CO%), con un nivel de confianza del 95% y se encontró un nivel de significancia menor del 0.05. Para poder determinar cuál de los tratamientos realizados fue el diferente se utilizó TUKEY que sirvió para realizar comparaciones múltiples que grupos presentan diferencia significativa. Del mismo modo para comparar nivel de emisiones contaminantes por tipo de combustible, se aplicó la prueba no paramétrica MANN WHITNEY con un nivel de confianza del 95% y se encontró un nivel de significancia menor del 0.05.

3. MATERIAL Y MÉTODOS:

El estudio de evaluación de emisiones contaminantes (HC, CO%, CO%+CO₂%) se realizó en una muestra de 138 unidades de taxi, en unidades en circulación en la red vial metropolitana de la ciudad de Trujillo, entre el 18 al 22 de setiembre de 2017. Los vehículos utilizaban como combustible la gasolina y Bi-dual (Gasolina y GLP) el cual según protocolo se monitoreo con el combustible que estaban utilizando en ese momento. También se determina tres grupos de clasificación según lo establecido en los LMPs para señalar la antigüedad del vehículo y encontrándose dentro de estos grupos vehículos Hasta 1995, Desde 1996 al 2002 y del 2003 en adelante.

3.1. Concentraciones de emisiones:

Según la norma D.S 047-2001-MTC y su modificatoria D.S. 009-2012-MINAM. De acuerdo al año de fabricación establecido en los LMPs, en la Figura 1, muestran los vehículos con año de fabricación hasta 1995 tienen una concentración promedio de HC de 313.13 ppm.

Del mismo modo para los vehículos que son del año de fabricación entre 1996 al 2002 la concentración promedio de HC es de 594.78 ppm. Finalmente, para los vehículos que son del año de fabricación del 2003 en adelante, la concentración promedio de HC es de 156.28 ppm.

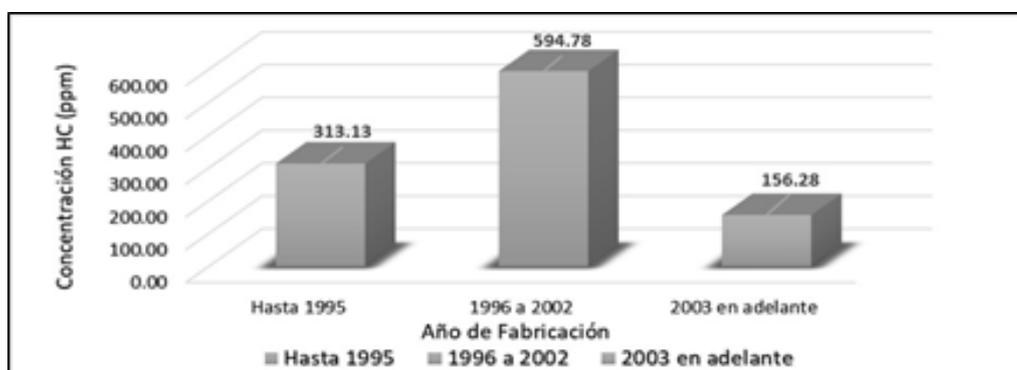


Figura 1. Concentración promedio de HC (ppm) en vehículos de servicio de taxi.

Fuente: Elaboración propia

Los vehículos con año de fabricación hasta 1995 tienen una concentración promedio de CO de 9.68% de Volumen. Del mismo modo para los vehículos que son del año de fabricación entre 1996 al 2002 la concentración promedio de CO es de 10.07% de Volumen. Finalmente, para los vehículos que son del año de fabricación del 2003 en adelante, la concentración promedio de CO es de 12.70% de Volumen, como se señala en la Figura 2.

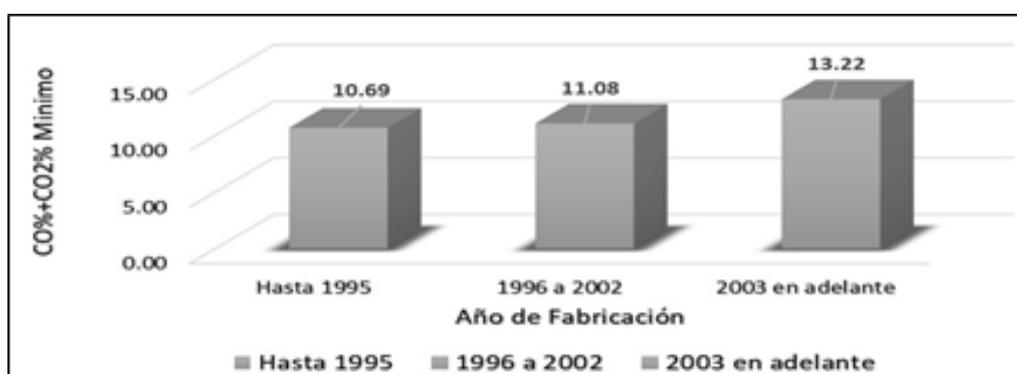


Figura 2. Concentración promedio de CO (% Volumen) en los vehículos de servicio de taxi.

Fuente: Elaboración propia

Los vehículos con año de fabricación hasta 1995 tienen una concentración promedio de 10.69 de CO% + CO2 % Mínimo. Del mismo modo para los vehículos que son del año de fabricación entre 1996 al 2002 la concentración promedio de 11.08 de CO% + CO2 % Mínimo. Finalmente, para los vehículos que son del año de fabricación el 2003 en adelante, la concentración promedio de CO es 13.22 de CO% + CO2 % Mínimo, según Figura 3.

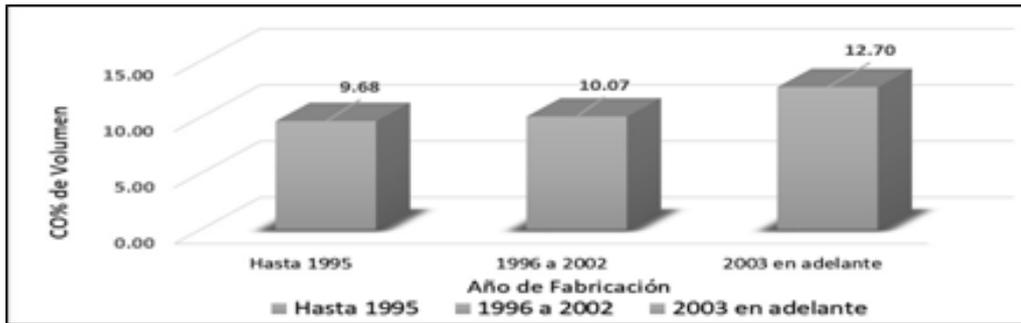


Figura 3. Concentración promedio de CO% + CO2 % Mínimo en vehículos de servicio de taxi.

Fuente: Laboratorio AGROLAB

3.2. Prevalencia de contaminantes:

El 73.2% de los vehículos evaluados generan emisiones vehiculares en un rango de 0 a 350 ppm de HC según la Figura 4. El 65.9% de los vehículos evaluados generan emisiones vehiculares en un rango de 10% a 14% de CO% lo cual se muestra en la Figura 5. Finalmente, el 63.0% de los vehículos evaluados generan emisiones vehiculares en un rango de 10% a 14% de CO%+CO2 como se demuestra en la Figura 6.

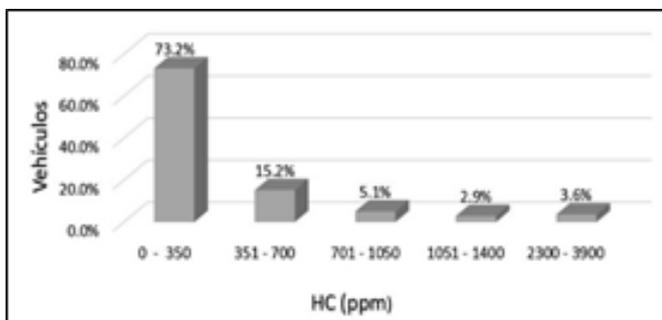


Figura 4. Prevalencia promedio de HC de los taxis.

Fuente: Elaboración propia

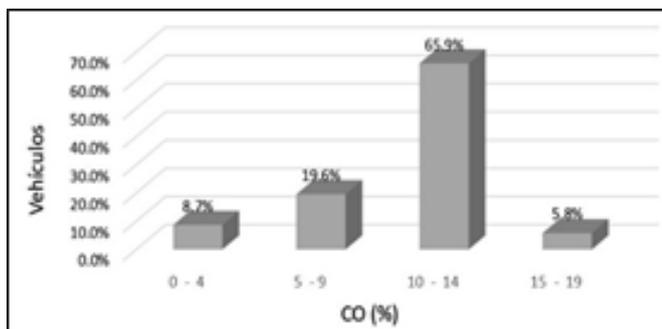


Figura 5. Prevalencia promedio de CO% de taxis.

Fuente: Elaboración propia

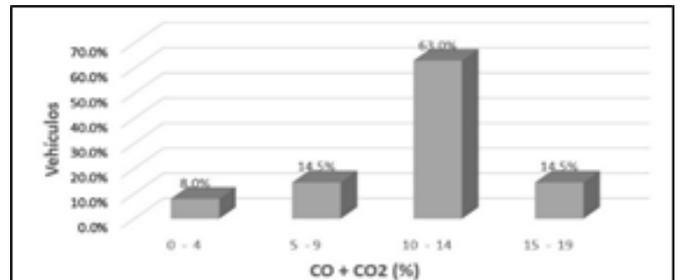


Figura 6. Prevalencia promedio del contaminante HC en los vehículos de servicio de Taxi.

Fuente: Elaboración propia

3.3. Comparación por año de fabricación:

Los vehículos que tienen una antigüedad de entre 15 y 21 años que fueron fabricados entre 1996 a 2002 son los que mayor concentración de contaminante de HC (ppm) tiene, por otro lado, los vehículos que tienen la menor concentración de HC (ppm) son los taxis que tienen menos de 14 años de antigüedad, fabricados del año 2003 en adelante. Mientras que para el CO% y CO%+CO2% la mayor concentración de este contaminante lo tienen los vehículos menores a 14 años de antigüedad, pertenecientes al grupo 2003 en adelante según se indica en la Figura 7; pudiendo mostrar que existe diferencia muy significativa ($p < 0.05$) al 95% (ver Anexo 1), entre los promedios de los contaminantes HC (ppm), CO% y CO%+CO2% con un P-valor de 0.000, en relación al año de fabricación. Y para encontrar cuál de los tratamientos es diferente se evaluó con la

prueba estadística TUKEY, donde se encontró que existe diferencia significativa en los tres componentes evaluados con una significancia $p < 0.05$ (ver Anexo 2), destacando que los vehículos del 2003 en adelante (menores a 14 años), son los vehículos que mayores emisiones contaminantes generan.

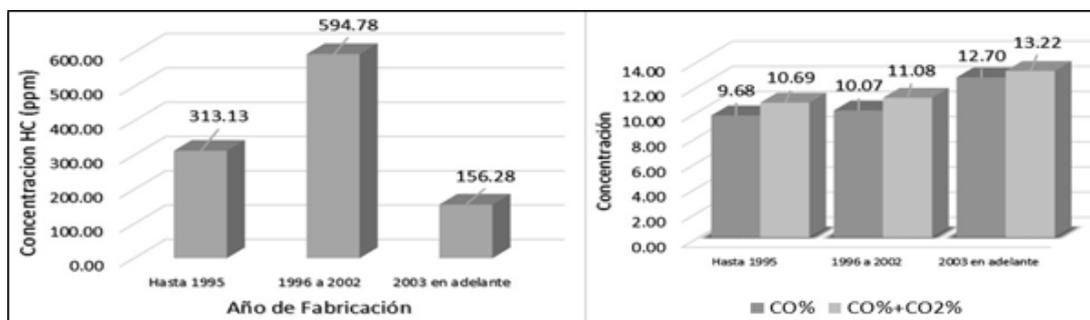


Figura 7. Promedio del nivel de contaminante por año de fabricación en vehículos del servicio de Taxi.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Contaminantes por tipo de combustible:

El contaminante HC en ppm según el tipo de combustible que utilizan los vehículos al ser evaluados estadísticamente estos valores no representan diferencia significativa ya que se halló que $p = 0.793$ (Tabla N° 1). Por otro lado, los componentes evaluados CO% y CO%+CO2%, generan mayores emisiones contaminantes en comparación con el combustible Bidual (Gasolina - Gas) según se muestra en la Figura 8, y al comparar en el programa estadístico SPSS23 presenta diferencias significativas ($p < 0.05$) en las muestras como se puede apreciar en la Tabla N° 2, evidenciando que es la gasolina el combustible que genera mayores emisiones contaminantes.

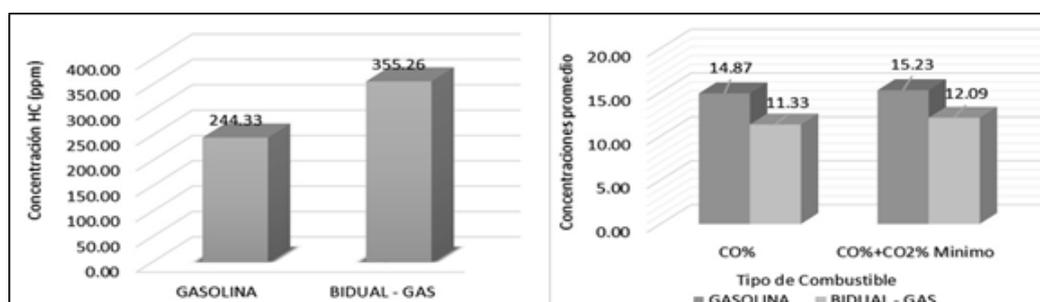


Figura 8. Contaminantes según tipo de combustible de los vehículos de servicio de taxi.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Evaluación de diferencias significativa en los tratamientos por año de fabricación vehicular.

	GRUPO	MEDIA	DES. ESTANDAR	SIGNIFICANCIA (p=95%)	PRUEBA
HC	GASOLINA	244.33	194.89600	0.793	MANN WHITNEY (No paramétrica)
	BIDUAL	355.2589	610.94309		
CO%	GASOLINA	14.8667	0.90185	0.021	MANN WHITNEY (No paramétrica)
	BIDUAL	11.3256	3.47850		
CO%+CO2%	GASOLINA	15.23	0.76000	0.039	MANN WHITNEY (No paramétrica)
	BIDUAL	12.0884	3.60867		

Fuente: Elaboración propia

3.5. Contaminantes por fecha de certificación de Revisión Técnica Vehicular:

El certificado de revisión técnico vehicular muestra el incremento de los niveles de concentración respecto al contaminante HC (ppm) conforme van pasando los meses de obtenido este certificado incumpliendo así los LMPs como se detalla en la Figura 9. Del mismo modo para los vehículos que no les corresponde (NC) obtener este certificado, que son vehículos con 3 años de antigüedad tienen un valor de emisiones promedio de HC en ppm que excede los LMPs. Y para el contaminante CO (%) a partir del primer mes de evaluación todos los valores sobrepasan los LMPs establecidos, al igual que para el componente evaluado CO%+CO₂% como se señala en la figura 10.

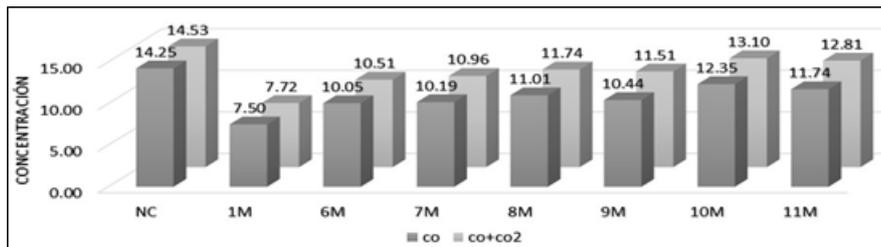


Figura 9. Concentración HC (ppm) según fecha del certificado de revisión técnica vehicular.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Concentración CO% y CO+CO₂% según fecha del certificado de revisión técnica vehicular.

Fuente: Elaboración propia

3.6. Cumplimiento de la norma de emisiones contaminantes en vehículos:

El 87.5% de los vehículos que tienen año de fabricación hasta 1995 no cumple con los LMPs, igualmente el 94.92% de los vehículos correspondientes al año de fabricación de 1996 al 2002 no cumplen con los LMPs, asimismo, el 100% de los vehículos que tienen año de fabricación del 2003 en adelante no cumple con los LMPs. Tabla 5. Comparación ECA-Suelo con los metales pesados.

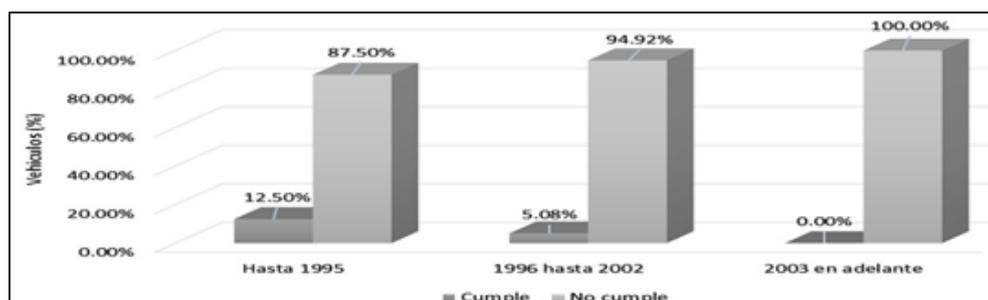


Figura 11. Cumplimiento los LMPs según del D.S 047-2001 MTC y D.S. 009-2012 MINAM.

Fuente: Elaboración propia.

4. DISCUSIÓN:

De acuerdo a la prevalencia de contaminantes, se encontró que el 73.2% de los vehículos está emitiendo entre 0 a 350 ppm de HC. Para el CO% la mayor prevalencia se encuentra en los rangos de 10 a 14 CO%. Del mismo modo para el CO+CO2% la prevalencia del contaminante se encuentra en los rangos de 10 a 14 CO+CO2% siendo estos valores muy elevados. Martínez (2011), en su investigación realizada en México menciona que su valor más alto se encuentra en un promedio de 704 ppm para el HC, valor que se encuentra fuera del rango que presenta nuestra investigación y para el CO% refiere que la prevalencia se halla en un promedio de 11.5 CO% evidenciando que este valor si se encuentra en el rango que estamos demostrando.

Los vehículos que tienen una antigüedad menor a 14 años de fabricación son los que generan mayor cantidad de emisiones contaminantes, este comportamiento puede deberse al constante movimiento que realizan las taxis a lo largo del día ya que por la misma actividad brindada en el servicio tienen que estar en constante movimiento. Por otro lado el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México tiene otra conclusión diferente ya que menciona que la antigüedad vehicular es un factor muy importante y fundamental en cuanto a la producción de emisiones vehiculares señalando que los vehículos taxis que tienen más de 10 años de antigüedad generan más emisiones que los vehículos modernos y llegan a emitir gases contaminantes 53% más en el contaminante CO y señala que es probable que estas cantidades sean elevadas debido a la actividad realizada estos vehículos taxis están transitando la mayor parte del día. La Resolución de Alcaldía N° 010-2017 de la Municipalidad Provincial de Trujillo, obtiene similares resultados, en la cual menciona que los taxis con una antigüedad

mayor a 15 años sobrepasan e incumplen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes. Igualmente, Hilario concluye que los vehículos con antigüedad mayor a 9 años son los que emiten mayor cantidad de emisiones contaminantes a la atmosfera llegando a emitir más del 87.47% de las emisiones.

La mayor cantidad de vehículos monitoreados corresponde a los que utilizan combustible Bidual (GLP – Gasolina) demostrando la tendencia en Trujillo Metropolitano por este tipo de combustible para los servicios de Taxi, debiéndose a los costos que son más económicos si los comparamos con el combustible alterno que se encontró a la hora de realizar la evaluación en campo que es la gasolina. De tal manera se corrobora lo mencionado por ABT ASSOCIATES la cual afirma que en su investigación realizada acerca del parque automotor en la ciudad de Trujillo, halló que para los vehículos taxis ya había una inclinación por la utilización de este combustible Bidual (Gasolina – Gas). Lo expresado también concuerda con lo expuesto por Dawidowski la cual menciona que los combustibles gasolina y diésel están siendo desplazados progresivamente por la oferta que genera el uso del GLP principalmente en la categoría Taxis, los cuales prefieren a este combustible por los bajos costos en el uso urbano. Respecto al uso de combustibles detalla PÉREZ que hasta el año 2010 el combustible más utilizado por los vehículos taxi en la ciudad de Lima es la Gasolina con el 45% mientras que para las unidades Bidual (Gasolina – Gas) solo el 11% lo utilizaban, pero también proyectó que estas cantidades variarían y que el combustible que más se utilizara sería los Bidual GLP y GNV, lo cual concuerda con los datos obtenidos en nuestra investigación que señala que los vehículos Bidual – Gas corresponde al 98% del total de la muestra.

Las emisiones contaminantes de acuerdo a la fecha

de certificación de la revisión técnica vehicular es una realidad poco estudiada, con lo cual se presentará la información obtenida mostrando que desde el primer mes y con el pasar de los meses de obtenidos los certificados de RTV, los índices de emisiones contaminantes se van elevando progresivamente, y todos los vehículos desde su primer mes de obtenidos el CRTV tienen valores que superan los LMPs inclusive los vehículos que les No les corresponde tener su CRTV, los Monitoreos realizados arrojan valores de elevadas concentraciones emisiones contaminantes. Si se compara con la norma nacional para emisiones contaminantes, todos los grupos según su fecha de CRTV incumplen dicha norma poniendo en tela de juicio la veracidad de la empresa que emite los certificados de RTV. Esto puede ser corroborado por Radio Programas del Perú (2015), el cual emite un artículo periodístico desde la ciudad de Huancayo donde señala que realizó una investigación en la cual a los vehículos que presentan diferentes averías son certificadas como aptas por un determinado monto económico. Esta misma perspectiva tiene el Diario El Comercio (2016) en su investigación periodística demostró que algunos trabajadores de la planta de Revisión Técnica Vehicular ofrecían brindar certificación APTA para unidades que incumplan con la norma a cambio de dinero y en el cual menciona que a nivel nacional son más de 80 centros de RTV que entregan este tipo de certificación, y con los datos demostrados en esta investigación se podría incluir a estas empresas dentro de la lista que entrega certificación Apta a vehículos en mal estado.

Nuestro parque automotor tiene un porcentaje elevado respecto al incumplimiento de los LMPs lo cual indica que el 97.1% de la muestra evaluada genera emisiones contaminantes por encima de lo establecido y solo el 2.9% cumple no los LMPs, lo que representa el alto grado de contaminación por

emisiones vehiculares que viene afrontando nuestra ciudad y también se puede señalar que el sector transporte es uno de los sectores que aporta en gran cantidad emisiones contaminantes a la atmósfera. Asimismo, también se encuentra en el trabajo realizado por Hilario que afirma que 87.48% del parque automotor de taxis en la ciudad de Pasco genera el de emisiones contaminantes que incumplen con lo que se establece en el marco nacional de los LMPs. Del mismo modo TMT encontró en su monitoreo de emisiones vehiculares que se realizó en el 2015, en una muestra reducida, que de la población total de los taxis que tiene la ciudad de Trujillo el 69% de los vehículos superan los LMPs y solo el 31% cumplen con los LMPs.

5. CONCLUSIONES:

Se identificó que el contaminante que prevalece con mayor concentración fue CO (%) el cual representa al 97.1% de los vehículos del servicio de taxi en Trujillo, seguido del CO%+CO₂% que representa al 89.1% de los vehículos y en finalmente el HC que representa al 46.4% de los taxis.

Los vehículos de servicio de taxi con antigüedad entre 15 a 21 años, sus emisiones de HC supera los LMPs de manera significativa ($\alpha=0.000$), en tanto vehículos menores a 14 años mostraron mayores emisiones de CO% y CO%+CO₂% reflejado con una significancia de $\alpha=0.000$ y $\alpha=0.001$ respectivamente.

Se comparó el nivel de contaminantes por tipo de combustible, resultando que no existe diferencia significativa ($\alpha=0.793$) para emisiones de HC entre vehículos que utilizan Gasolina y Bidual (Gasolina -Gas), por otro lado, se determinó que las emisiones por gasolina superaron en 3.55% CO% y 3.14% CO%+CO₂% por encima de las emisiones contaminantes del Bidual (Gasolina - GLP), representando

una significancia $\alpha=0.021$ y $\alpha=0.039$ respectivamente.

Los vehículos que tienen CRTV hace un mes, obtienen el valor de emisiones más bajos y aquellos posteriores a 6 meses tienen emisiones que superan los LMPs, con una tendencia creciente al pasar los meses de revisión técnica, no obstante, en todos los casos supera LMPs. El 97.1% de los vehículos evaluados no cumplen con los LMPs establecidos en el D.S 047-2001-MTC y sus modificatorias D.S. 009-2012-MINAM, Contrariamente, solo el 2% de los vehículos cumplen con los LMPs.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] ABT ASSOCIATES. Inventario de gases de efecto invernadero (GEI), línea base y opciones de mitigación. BID. Trujillo, 2012.
- [2] COMISIÓN EUROPEA. La Comisión dirige una advertencia a Alemania, Francia, España, Italia y el Reino Unido por la violación constante de los niveles de contaminación atmosférica. Bruselas. 2017. [fecha de consulta: 17 de mayo de 2017]. Disponible en: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-238_es.htm
- [3] CHAND, Alvin Vikash. Carbon Dioxide Emissions Reduction in New Zealand Transport Sector. Thesis, Master of Science (MSc). The University of Waikato, Hamilton, New Zealand. 2016.129
- [4] DAWIDOWSKI et al. Estimación de emisiones vehiculares en Lima Metropolitana Informe final. Lima: SENAMHI/SAEMC 2014. 46pp. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2017]. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/main_down.php?u-b=est&id=amb_EmisionesVehicularesLima-LMC Finalb
- [5] DECRETO SUPREMO N° 047-2001. MTC. Establecen Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial. Ministerio de Transportes y comunicaciones. Lima, Perú. Límites máximos permisibles para emisiones vehiculares.
- [6] ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Global Greenhouse Gas Emissions Data. 2017. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2017]. Disponible en: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>
- [7] GERENCIA DE FISCALIZACIÓN DE HIDRO CARBUROS LÍQUIDOS. El mercado del GLP en el Perú: problemática y propuestas de solución. Documento de Trabajo N° 2011-001. OSINERGMIN. Lima, Perú. 2011.
- [8] GUZMÁN RAMOS, Luis Elkin. Proyección de emisiones vehiculares en Bogotá D.C., a 2050 usando como año base el año 2008. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Colombia. 2014. 70 p.
- [9] HILARIO, R. Estimación de emisiones contaminantes de las fuentes móviles en la ciudad minera de Pasco. Pasco, Perú 2011. 177 pp.
- [10] MARTÍNEZ SALGADO, Hilda. Estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas. Centro de Transporte Sustentable de México A.C. 2011. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2017]. Disponible en: www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2010_rep_fuentes_vehiculares.pdf
- [11] OSINERGMIN. La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú – 20 años de aporte al desarrollo del país. Gráfica Biblos S.A. Lima, Perú.

[12] PÉREZ PALOMINO, Patricia Carol. Propuesta de conversión del parque automotor de Lima y Callao para el uso de gas natural. Tesis para optar el Título de Ingeniera Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2010. 113 p.

[13] RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 010-2017-MPT. Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental – PLANEFA. Municipalidad Provincial de Trujillo. Perú. 2017.

[14] TRANSPORTE METROPOLITANO DE TRUJILLO. Informe de la Realidad del transporte actual en Trujillo. Ed. 02. julio 2015.

[15] TRANSPORTE METROPOLITANO DE TRUJILLO. Reglamento de zonas y vías de restricción de transporte de mercancías y de pasajeros al continuo urbano de Trujillo. 2017.

	(I) FACTOR	(J) FACTOR	SIGNIFICANCIA	PRUEBA
HC	1996 a 2002	2003 en adelante	0.000	TUKEY
CO%	2003 en adelante	Hasta 1995	0.035	TUKEY
	2003 en adelante	1996 a 2002	0.000	
CO%+CO2%	2003 en adelante	1996 a 2002	0.002	TUKEY

7. ANEXOS:

Anexo 1. Evaluación de diferencias significativa en los tratamientos por año de fabricación vehicular.

CONTAMINANTE	GRUPO	MEDIA	DESV. ESTANDAR	F	SIGNIFICANCIA (p=95%)	PRUEBA
HC	Hasta 1995	313.125	226.222	9.543	0.000	ANOVA
	1996 a 2002	594.7797	839.509			
	2003 en adelante	156.281	195.787			
CO	Hasta 1995	9.6750	3.28231		0.000	KRUSKAL WALLIS (Prueba paramétrica) no
	1996 a 2002	10.0737	3.09098			
	2003 en adelante	12.7014	3.34329			
CO%+CO2%	Hasta 1995	10.6938	4.0344	6.933	0.001	ANOVA
	1996 a 2002	11.0795	3.5266			
	2003 en adelante	13.2116	3.3264			

Anexo 2. Prueba Post Hoc de los tratamientos que presentan diferencia significativa