

Determinación de los gases contaminantes CO y HC, en fuentes móviles a gasolina en el cantón la Mana, provincia de Cotopaxi.



Determination of the gaseous pollutants CO and HC, in mobile sources to gasoline in the canton the Mana, province of Cotopaxi.

Manuel Patricio Clavijo Cevallos¹., Oscar Rene Daza Guerra²., Cristian Javier Lozano Hernández³. & Carlos Mantilla Parra⁴.

Recibido: 17-07-2017 / Revisado: 01--09-2018 Aceptado: 19-10-2018/ Publicado: 28-11-2018

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i4.2..204>

The investigation was carried out to determine the percentage of carbon monoxide (CO), and of the unburned hydrocarbons (HC) generated by the internal combustion of the petrol-powered vehicles circulating in the Canton La Mana, establishing a diagnosis Vehicle with information acquired from the National Agency of Transit (ANT) in order to obtain the total number of vehicles registered in the province of Cotopaxi, which was a benchmark to determine the sample giving as a result 196 petrol vehicles, which were subsequently evaluated in the public transit and Transport Company of the Commonwealth of Cotopaxi, headquarters the mana, by means of the use of the AVL ditest Gas 1000 The respective measurements were carried out, by means The technique of free acceleration static test as stipulated by the Ecuadorian Technical standard INEN 2203, consecutively, an analysis of the data was executed with the Ecuadorian technical standard INEN 2204 determining the compliance or not of the respective pollutants such as CO and HC evidenced in the software Rstudio, where 82.65% of vehicles comply with the parameter CO, and 17.35% of vehicles do not meet; While for the HC parameter the 72.44% meet and 27.56% do not comply. A simulation of the dispersion of the pollutants was carried out using the software

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador, manuel.clavijo@utc.edu.ec

² Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador, oscar.daza@utc.edu.ec

³ Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador, cristian.lozano@utc.edu.ec

⁴ Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador, carlos.mantilla@utc.edu.ec

Rstudio, Openair and the graph (polar plot) with data of the percentage of the CO, and the concentration in ppm of the HC, and the meteorological factors like: velocity of the wind, direction of the Wind and temperature, downloaded as CSV format of the Meteoblue meteorological platform; evidence of the concentration and dispersion of the parameters under study in various geographical directions.

Keywords: AVL Ditest, Atmospheric Contaminants, Mobile Fonts, Rstudio Software.

Resumen.

La investigación se realizó para determinar el porcentaje de monóxido de carbono (CO), y de los hidrocarburos no quemados (HC) generados por la combustión interna de los vehículos con motor a gasolina que circulan en el Cantón la Maná, estableciendo un diagnóstico vehicular con información adquirida de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) con el fin de obtener el total de vehículos matriculados en la Provincia de Cotopaxi, el cual fue un referente para determinar la muestra dando como resultado 196 vehículos a gasolina, que posteriormente fueron evaluados en la Empresa Pública de Movilidad Tránsito y Transporte de la Mancomunidad de Cotopaxi, sede La Maná, mediante la utilización del equipo AVL DITEST Gas 1000 se realizaron las respectivas mediciones, mediante la técnica de aceleración libre prueba estática como lo estipula la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2203, consecutivamente se ejecutó un análisis de los datos con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 determinando el cumplimiento o no de los respectivos contaminantes como son el CO y HC evidenciados en el software Rstudio, donde el 82,65% de vehículos cumplen con el parámetro CO, y el 17,35% de Vehículos no cumplen; mientras que para el parámetro HC el 72,44% cumplen y el 27,56% no cumplen. Se realizó una simulación de la dispersión de los contaminantes aplicando el software Rstudio, openair y la gráfica (polar plot) con datos del porcentaje del CO, y la concentración en ppm de los HC, y los factores meteorológicos como: velocidad del viento, dirección del viento y temperatura, descargados como formato CSV de la plataforma meteorológica Meteoblue; evidenciando la concentración y dispersión de los parámetros en estudio en varias direcciones geográficas.

Palabras Claves: Avl Ditest, Contaminantes Atmosféricos, Fuentes Móviles, Software Rstudio.

Introducción.

Introducción al problema (Título de Segundo Nivel) .

El incremento del parque automotor de los vehículos a gasolina en el Cantón La Mana, Provincia de Cotopaxi, constituye una forma de contaminación ambiental, que se genera por el producto de la combustión incompleta en la parte mecánica al interior de los vehículos, emanando gases contaminantes a la atmosfera mismo que repercute en alterar los ecosistemas del medio ambiente, generando un deterioro de la calidad del aire.

Por esta razón, la presente investigación se realizó con el objetivo de determinar los tipos de contaminantes producto de la combustión del parque automotor a gasolina en el cantón la Maná Provincia de Cotopaxi, a través de mediciones técnicas de monóxido de carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC). Mismo que se ejecutó en la sede de la mancomunidad de matriculación vehicular de este Cantón.

En el presente estudio se estimaron las descargas de los diferentes tipos de vehículos con motor a gasolina del Cantón La Mana. La contaminación del aire urbano se muestra como una amenaza significativa para la salud humana, el ambiente y la calidad de vida de personas en el Cantón y la Provincia de Cotopaxi. La descarga antropogénica de gases a la atmósfera, cambia ciertas propiedades naturales del aire. La sinergia entre contaminantes y meteorología genera contaminantes tradicionales y modernos. La calidad del aire y los riesgos generados a la población, por las emisiones es un factor a investigar en el Cantón La Mana. Esta investigación, busca determinar ese comportamiento, con el fin de que las autoridades competentes en el área ambiental, propongan políticas en Salud Pública y Gestión Ambiental. Para ello se adelantan investigaciones que involucren emisiones de fuentes móviles que ayuden a la estimación del inventario de emisiones del Cantón La Mana, y de la Provincia de Cotopaxi en general.

Importancia del problema.

La contaminación atmosférica constituye en la actualidad uno de los principales problemas ambientales por la aglomeración de vehículos, quienes producen gases contaminantes como son monóxido de carbono e Hidrocarburos no quemados los cuales aportan al deterioro ambiental y a su vez ocasionan riesgos a la salud en la población: niños, ancianos, personas con discapacidad; además la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014), manifiestan que las emanaciones de monóxido de carbono provocaron la muerte de 7 millones de personas.

En el Ecuador el parque automotor ha crecido de manera inmensurable provocando una congestión vehicular la cual es una de las principales y grandes fuentes de contaminación

atmosférica. Se estima que el 35% de los vehículos que circulan por las calles del país son altamente contaminantes por el motivo de que estos son antiguos y que a través de su proceso de combustión incompleta emanan al aire gases como: el monóxido de carbono, los óxidos de azufre, los hidrocarburos no quemados provocando en la población; la irritación de ojos, el incremento de mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares e incluso cáncer de pulmón.

El (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2013). Manifiesta de forma general que los vehículos que circulan por carreteras ecuatorianas son aquellos como: los automóviles, los camiones y autobuses del total de vehículos que circulan en el país, se determina que el 95 % son vehículos de uso particular, los de alquiler representan el 3,3% los que pertenecen al Estado el 2% y los de uso Municipal, el 0.4% algunos de estos cuentan con métodos obsoletos que ocasionan la combustión incompleta, lo que desencadena en una excesiva emisión de gases contaminantes, que afectan de forma directa en la salud de las personas principalmente a los niños y personas de la tercera edad.

Metodología.

✓ **Descripción del área de estudio.**

El área de estudio se encuentra ubicado en el Cantón La Maná, en la sede de matriculación vehicular de la Mancomunidad de Movilidad de la Provincia de Cotopaxi, que está *localizado* en la región occidental de las estribaciones externas de la cordillera de Los Andes.

Tabla 1: Coordenadas geográficas UTM del área de estudio.

COORDENADAS UTM.	
PUNTOS	UTM
X	695777
Y	9895948
Altitud	212 msnm

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 1: Ubicación geográfica de la sede de matriculación vehicular del Cantón La Maná.



Autor: Grupo de Investigación.

- **Tipos de investigación.**

Bibliográfica

Se recopiló información relacionada con las emisiones de gases generados por los vehículos a gasolina, el uso y funcionamiento de: el Software R, la consola Rstudio y el paquete Openair aplicado a la calidad del aire con el fin de que la información sea auténtica.

Campo

Se realizó directamente en la mancomunidad de movilidad de tránsito y transporte de la Provincia de Cotopaxi, sede del cantón la Maná, donde se ejecutó las mediciones de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados emitidos por el escape de los vehículos a gasolina.

- **Métodos**

Método Científico .

Se analizó el porcentaje de monóxido de carbono y las partes por millón de hidrocarburos no quemados utilizando: el método de ensayo INEN 2203 y el protocolo establecido por el equipo de medición de gases AVL DITEST 1000.

Método Inductivo .

El problema de investigación se ejecutó mediante el análisis de datos del monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados en forma individual, es decir de vehículo en vehículo obteniendo datos que posteriormente se comparó de acuerdo con el año de fabricación y la

altura del lugar de estudio de la cantidad de vehículos que cumplen y no cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2204.

Método analítico.

Este método ayudó a realizar análisis y simulaciones de la dispersión de los contaminantes basados en los datos de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados de los vehículos a gasolina, combinando con los factores meteorológicos: Temperatura, velocidad y dirección del viento, para lo cual se aplicó el software Rstudio conjuntamente con el paquete Openair.

- **Técnicas de investigación.**

Población.

Mediante un diagnóstico con investigaciones bibliográficas y como fuente de sustentabilidad ANT (Agencia Nacional de Tránsito, anexo 15.2), en la Provincia de Cotopaxi se matriculan 30. 278 vehículos a gasolina, 6.201 vehículos a diésel, 25 vehículos híbridos, y 7 vehículos a gas licuado de petróleo al año.

Tabla 2: Número de vehículos matriculados por tipo de combustible año 2016, Provincia de Cotopaxi.

TIPO DE COMBUSTIBLE	NÚMERO DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE
DIÉSEL	6.201	17%
GASOLINA	30.278	82%
HÍBRIDO	25	0.068%
GAS LICUADO DE PETRÓLEO	7	0.019%
TOTAL DE VEHÍCULOS	36.511	100%

Autor: Grupo de Investigación.

Muestra .

Para obtener la muestra se realizó una relación entre los datos publicados por la (ANT) y los datos establecidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador posee un indicador de 124 vehículos matriculados por cada 1.000 habitantes, por año calendario. Por lo tanto, con la información de los vehículos matriculados en año 2016 en la provincia de Cotopaxi relacionado con la proyección poblacional para el 2017 se estimó un número aproximado de 5, 361 vehículos a gasolina existentes en el Cantón La Maná.

Tabla 3: Proyección de población de vehículos para el cantón la Maná año 2017.

TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD	PORCENTAJE
DIÉSEL	1,111	17,17%
GASOLINA	5,361	82,83%
TOTAL	6,472	100%

Autor: Grupo de Investigación.

Cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población.

Se aplicó la fórmula establecida por Fisher y Navarro (Autores de Estadística Inferencial y Descriptiva) para calcular el tamaño de la muestra cuando la población es conocida es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2 \times pq}{NE^2 + Z^2 \times pq}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la Población, (5,361)

Z= valor correspondiente a la distribución de gauss = 1.96 por el nivel de confianza que es 95%.

p= prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p =5%/100= 0.05)
 q= 1 – p (p= 1- 0.05: 0.95)

E= error que se prevé cometer. (3%/100= 0.03). Comúnmente se acepta como porcentaje de error el 5 %. Pero para obtener más precisión en esta investigación se trabajará con un error del 3%/100%= 0,03.

Por lo tanto, el número de vehículos a gasolina a realizar las respectivas mediciones de Monóxido de carbono e Hidrocarburos no quemados en el cantón la Maná sería:

$$n = \frac{NZ^2 \times pq}{NE^2 + Z^2 \times pq}$$

$$n = \frac{(5,361 \times 1.96^2) \times (0.05 \times 0.95)}{5,361 \times (0.03)^2 + 1.96^2 \times (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = \frac{978.25}{5.00}$$

n =196 vehículos a gasolina

Resultados.

Clasificación de los vehículos por año de fabricación.

Se clasificó los vehículos con motor a gasolina de acuerdo a su año de fabricación como lo establece la Norma Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2204. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres que Emplean Gasolina.

Tabla 4: Clasificación de vehículos por año de fabricación.

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS POR AÑO DE FABRICACIÓN	
AÑO MODELO	NÚMERO DE VEHÍCULOS
2000 y posteriores	158 Vehículos
1990 – 1999	23 Vehículos
1989 y anteriores	15 Vehículos
TOTAL	196 Vehículos

Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: La Tabla 4 muestra la clasificación de los vehículos de acuerdo al año de fabricación. Por lo tanto, se menciona que a partir del año 2000 y posteriores se registraron 158 vehículos, mientras del año 1990 a 1999 se obtuvieron 23 vehículos, del año 1989 y anteriores se registra 15 vehículos. Todo esto refleja el total de 196 vehículos que representa la muestra del estudio de investigación.

Comparación de las emisiones vehiculares de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC) con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 evidenciado el software R.

Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 2000 y posteriores con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

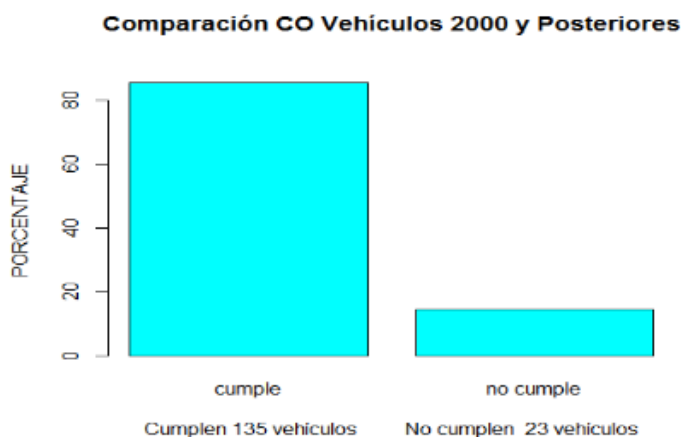
Los 158 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar el 1.0% de CO según la NTE INEN 2204, caso contrario no cumplirán con la normativa.

Tabla 5: Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 2000 y posteriores

VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			
NTE 2204	Media Mediciones CO	Cumplen	No Cumplen
1,0 % CO	0,31 % CO	135 vehículos	-----
	3.61 % CO	-----	23 vehículos
TOTAL	158 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 2: Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se identifica de los 158 vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores; 135 vehículos con un volumen menor al 1,0 % de CO cumplen con la normativa ambiental vigente representando el 85,44%, mientras que 23 vehículos mayores al 1,0 % de CO corresponden el 14,56% que no cumplen con los límites permisibles como lo establece la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

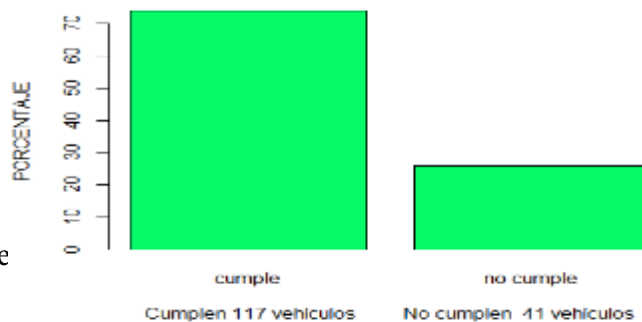
Todos los 158 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar las 200 partes por millón (ppm) de HC, caso contrario no cumplirán la normativa.

Tabla 6: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 2000 y posteriores

VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)			
NTE 2204	Media Mediciones HC	Cumplen	No cumplen
200 ppm HC	90,11 ppm HC	117 vehículos	-----
	674,17 ppm HC	-----	41 vehículos
TOTAL	158 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 3: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Inve

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se identifica de los 158 vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores, 117 vehículos con un volumen menor a 200 ppm de HC cumplen con los límites permisibles representando el 74,05%, mientras que 42 vehículos mayores a 200 ppm de HC simbolizan el 25,95 % que no cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204.

Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

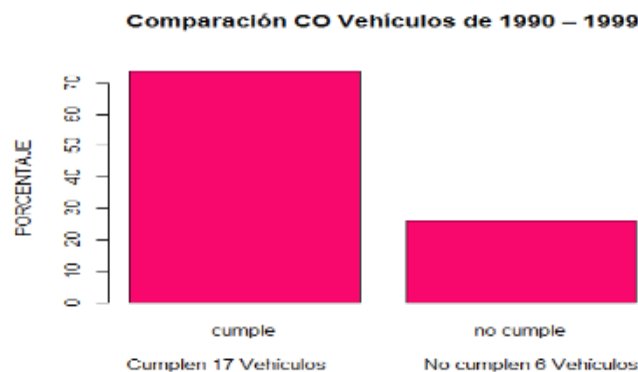
Todos los 23 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar el 3,5% de CO, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

Tabla 7: Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 1990 – 1999

VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 – 1999 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			
NTE 2204	Media Mediciones CO	Cumplen	No cumplen
3,5 % CO	1,21 % CO	17 vehículos	-----
	5,26 % CO	-----	6 vehículos
TOTAL	23 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 4: Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se determina de los 23 vehículos con año de fabricación 1990 a 1999; 17 vehículos con un volumen menor a 3,5% de CO simbolizan el 73,91% cumpliendo con la normativa vigente, considerando que 6 vehículos mayores a 3,5% de CO corresponden el 26,09 % sobrepasando el valor y no cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

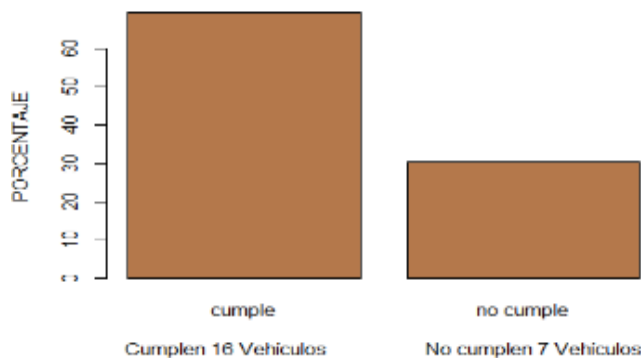
Todos los 23 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar los 650 partes por millón (ppm) de HC, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

Tabla 8: Comparación de las emisiones vehiculares de HC vehículos por año de fabricación 1990 – 1999.

VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 – 1999 HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)			
NTE 2204	Media mediciones HC	Cumplen	No cumplen
650 ppm HC	268,81 ppm HC	16 vehículos	-----
	2106 ppm HC	-----	7 vehículos
TOTAL	23 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 5: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se identifica de los 23 vehículos con año de fabricación 1990 a 1999, 16 vehículos con un volumen menor de 650 ppm de HC representan un 69,57% cumpliendo con la normativa, por ende, los 7 vehículos restantes son mayores a 650 ppm de HC simbolizando el 30,43% incumpliendo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

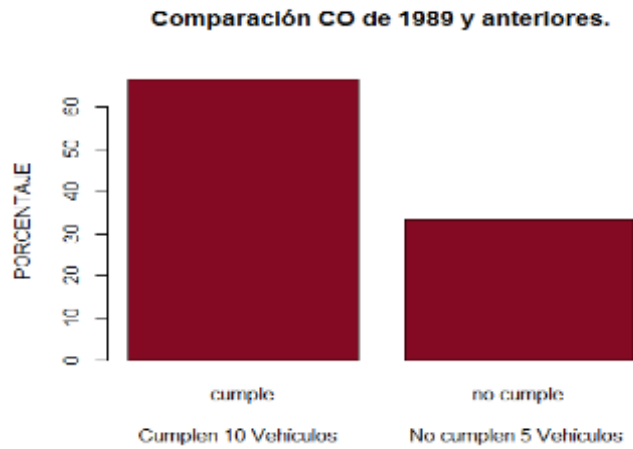
Todos los 15 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar el 5,5% de CO, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

Tabla 9: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores

VEHÍCULOS DEL 1989 Y ANTERIORES COMPARACIÓN MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			
NTE 2204	Media mediciones CO	Cumplen	No cumplen
5,5 % CO	2,52 % CO	10 vehículos	-----
	6,61 % CO	-----	5 vehículos
TOTAL	15 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 6: Comparación de las emisiones vehicules de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R de los 15 vehículos con año de fabricación 1989 y anteriores, 10 vehículos con un volumen menor a 5,5% de CO interpretan el 66,66% cumpliendo con la normativa en estudio, mientras que 5 vehículos mayores al 5,5% de CO simbolizan el 33,34% excediendo el valor y no cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

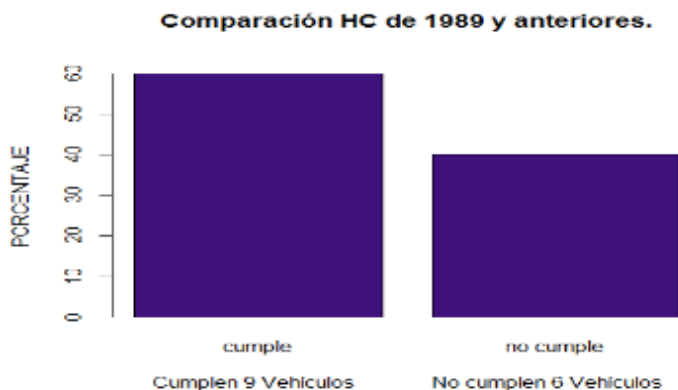
Todos los 15 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar 1000 partes por millón (ppm) de HC, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

Tabla 10: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores

VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)			
NTE 2204	Media Mediciones HC	Cumplen	No cumplen
1000 ppm HC	524, 22 ppm HC	9	-----
	2367,83 ppm HC	-----	6 vehículos
TOTAL	15 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 7: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R de los 15 vehículos con año de fabricación 1989 y anteriores, 9 vehículos con un volumen menor de 1000 ppm de HC cumplen con la normativa representan el 60%, mientras que los 7 vehículos restantes son mayores a 1000 ppm de HC incumpliendo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 reflejando un valor del 40 %.

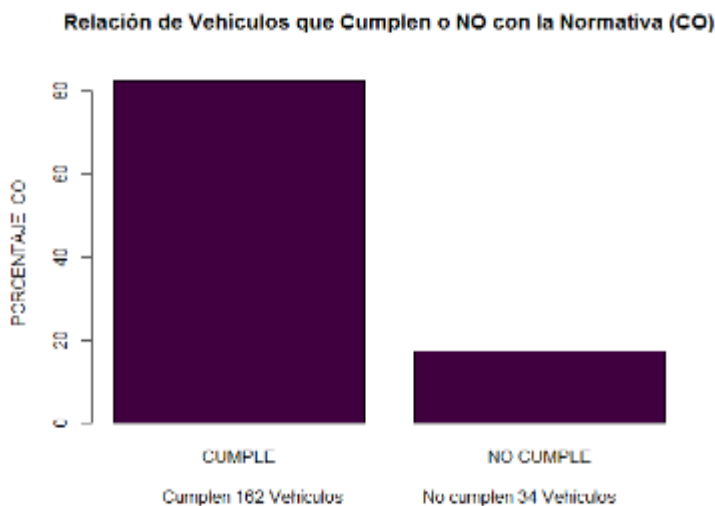
Análisis general de las comparaciones realizadas de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) con la NTE INEN 2204.

Tabla 11: Análisis general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro CO.

	CUMPLEN	NO CUMPLEN
VEHÍCULOS	162	34
TOTAL	196 Vehículos	

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 8: Relación general de vehículos que Cumplen con la Normativa – No Cumplen con la Normativa parámetro CO.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos del total de la clasificación de vehículos por años de fabricación se ejecutó una gráfica con la ayuda del paquete Rcomander, donde se puede apreciar de los 196 vehículos que fueron evaluados; 162 vehículos simbolizan el 82,65% cumpliendo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204, mientras que 34 vehículos representan el 17,35% constatando que sobrepasan los límites máximos permisibles.

Análisis general de las comparaciones realizadas de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados con la NTE INEN 2204.

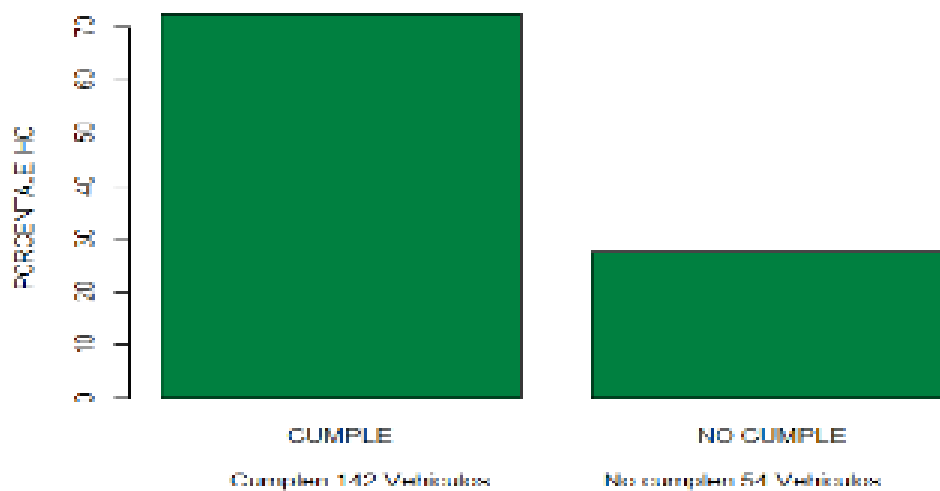
Tabla 12: Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC.

	CUMPLE	NO CUMPLE
VEHÍCULOS	142	54
TOTAL	196 Vehículos	

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 9: Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC.

Relación de Vehículos que Cumplen o NO con la Normativa (HC)



Autor: Grupo de Investigación.

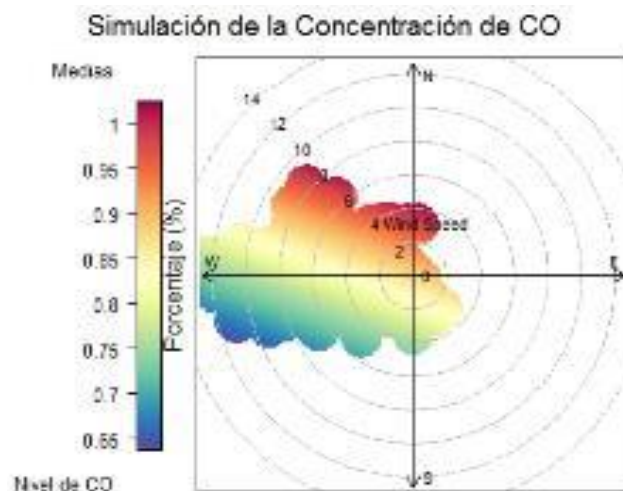
Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos del total de la clasificación de vehículos por años de fabricación se ejecutó un gráfica con la ayuda del paquete rcomander; en esta se puede apreciar de los 196 vehículos que fueron evaluados; 142 vehículos equivalen un 72,44% cumpliendo con la normativa para Hidrocarburos no quemados estipulados en la normativa NTE INEN 2 204, mientras que los 54 vehículos restantes equivalentes al 27,55% con la normativa sobrepasando los valores permitidos.

Representación gráfica (polar plot) de la simulación en R con la consola Rstudio en conjunto con el paquete estadístico openair del contaminante Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC)

Minería de datos (data mining), para la simulación estadística en Rstudio y openair.

Para el análisis y simulación en el software Rstudio y el paquete openair se realizó una base de datos conocida como (data minig) ver anexo 15.7, relacionando los resultados de las mediciones de los contaminantes con los factores meteorológicos: dirección del viento, velocidad del viento y temperatura. El porcentaje de monóxido de carbono y las partes por millón de los hidrocarburos no quemados se obtuvieron de las mediciones realizadas a los automotores, mientras que los datos de los factores meteorológicos fueron tomados del archivo meteorológico en línea (Meteoblue) para el Cantón la Maná a 212 msnm, estableciendo: 0° = Norte, 90° = Este, 180° = Sur Y 270°= Oeste.

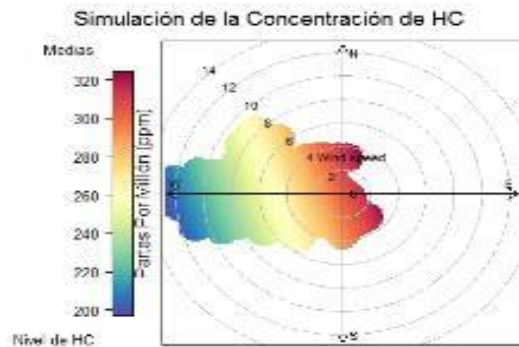
Figura 10: Distribución geográfica del contaminante CO en base a la velocidad y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: El contaminante monóxido tiene una concentración predominante en los puntos geográficos Nor-Este (NE) distribuyéndose geográficamente en el Nor-Oeste (NW) a una velocidad del viento inicial de 2m/s hasta los 10m/s concentrándose en un foco con mayor intensidad. Por lo tanto se manifiesta que el contaminante generado por las emisiones vehiculares a gasolina por los tubos de escape son dominadas desde las medias máximas de 0.9% hasta el 1% de CO.

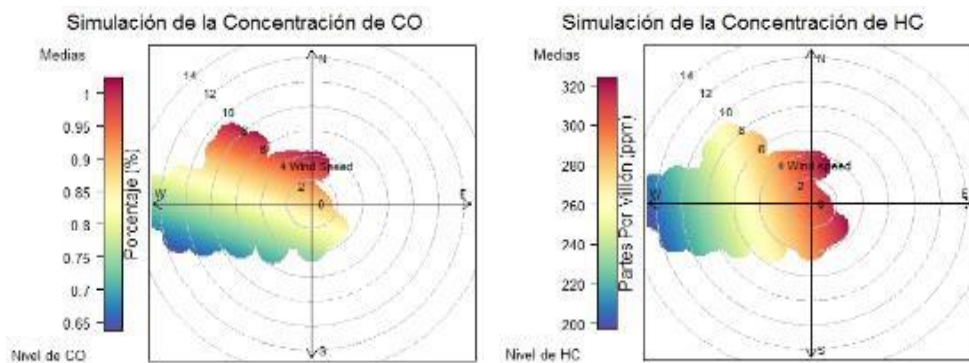
Figura 11: Distribución geográfica del contaminante en base a la velocidad y dirección del viento



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: Mediante la gráfica polar plot se determina que los hidrocarburos no quemados tienen una concentración geográficamente distribuyéndose en el Nor-Oeste (NO), Sur-Oeste (SO), Nor-Este (NE) y Sur-Este (S-E), de esta manera generando un foco de aglomeración de color rojo, estas concentraciones son dominadas por las emisiones al aire que van desde los 280 ppm, hasta las 320 ppm de hidrocarburos no quemados.

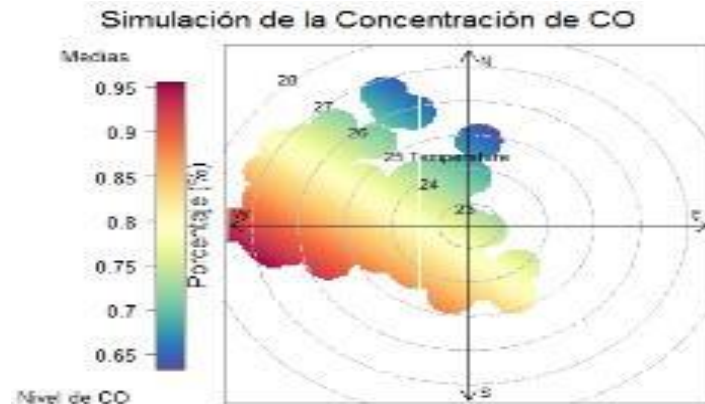
Figura 12: Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono e Hidrocarburos no quemados en base a la velocidad del viento y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: En la Figura 12 muestra la variación de la concentración de monóxido de carbono CO e hidrocarburos no quemados HC generados por el parque automotor a gasolina, determinando la aglomeración de los contaminantes en función a diferentes velocidades del viento identificando el valor de la concentración máxima del 1% para el parámetro CO mientras que para el parámetro HC su valor de concentración máxima es de 320 ppm.

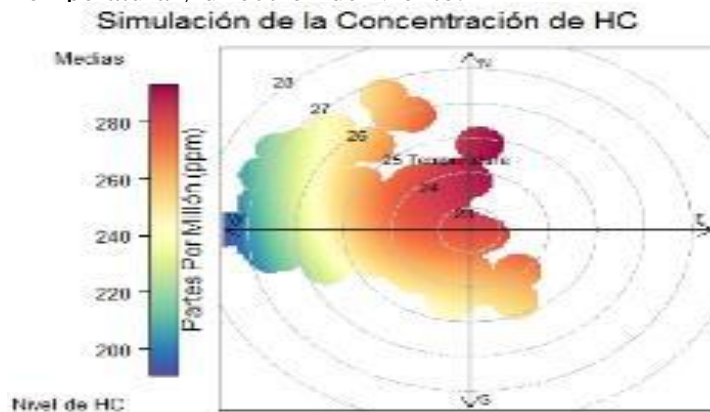
Figura 13: Distribución geográfica del contaminante en base a la Temperatura y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: La distribución geográfica del contaminante monóxido de carbono en relación de la temperatura con la dirección del viento tiene una concentración máxima de 0,9% hasta los 0,95% en los puntos geográficos Sur Oeste (SW) y Nor-Oeste (NO) aglomerándose a temperaturas de 26 grados centígrados (°C), hasta los 28 grados centígrados (°C) generando un foco de calor color rojo.

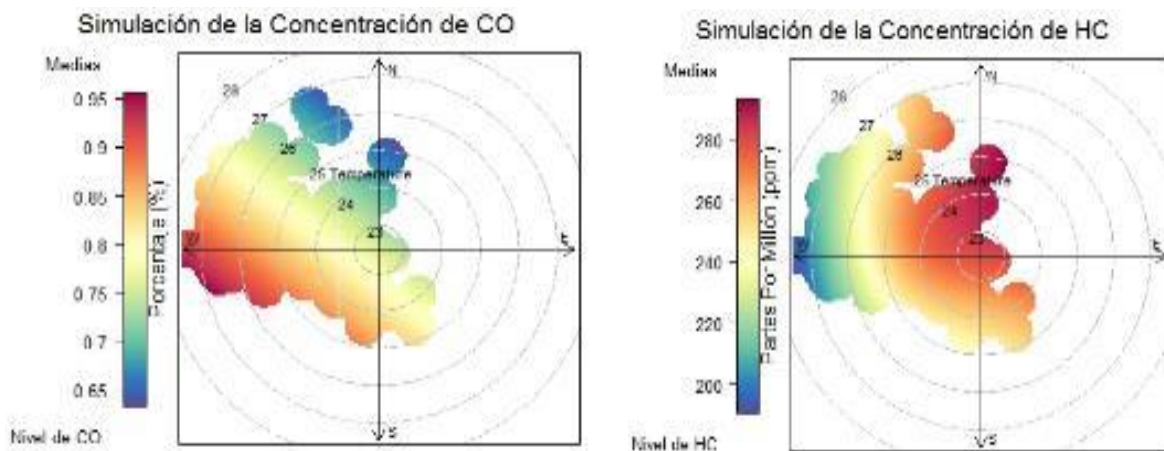
Figura 14: Distribución geográfica del contaminante HC en base a la Temperatura y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: El contaminante hidrocarburos no quemados tiene una concentración predominante a temperaturas que van desde los 23°C hasta los 26°C distribuyéndose en los puntos cardinales Sur-Este (S-E) y Nor-Este (NE) de igual manera se puede apreciar en los puntos cardinales Sur-Oeste (SO) y Nor-Oeste (NO). Por lo tanto, se observa que los HC generados por las emisiones vehiculares por el tubo de escape a gasolina son dominados por los valores máximos de concentración iniciando de los 260 ppm hasta los 280 ppm.

Figura 15: Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) en base a la temperatura y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Análisis: De la muestra total de 196 vehículos a los cuales se realizó la medición de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) relacionados con el uso de gasolina como combustible en vehículos se determina los niveles máximos de concentraciones y el parámetro que está asociado a una alta concentración; se comprueba que el CO tiene un grado de concentración ínfimo ya que su punto de mayor concentración es a una temperatura de 26°C y 27°C exponiendo un foco de aglomeración de porcentajes del 0.85% a 0,95% , mientras que el parámetro HC tiene una concentración inmensa a temperaturas bajas de los 23°C hasta los 25 °C ocasionado una aglomeración difusa en los puntos cardinales S-W, N-W,N-E y S-E.

Discusión.

Tabla 4: Clasificación de vehículos por año de fabricación.

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS POR AÑO DE FABRICACIÓN	
AÑO MODELO	NÚMERO DE VEHÍCULOS
2000 y posteriores	158 Vehículos
1990 – 1999	23 Vehículos
1989 y anteriores	15 Vehículos
TOTAL	196 Vehículos

Autor: Grupo de Investigación.

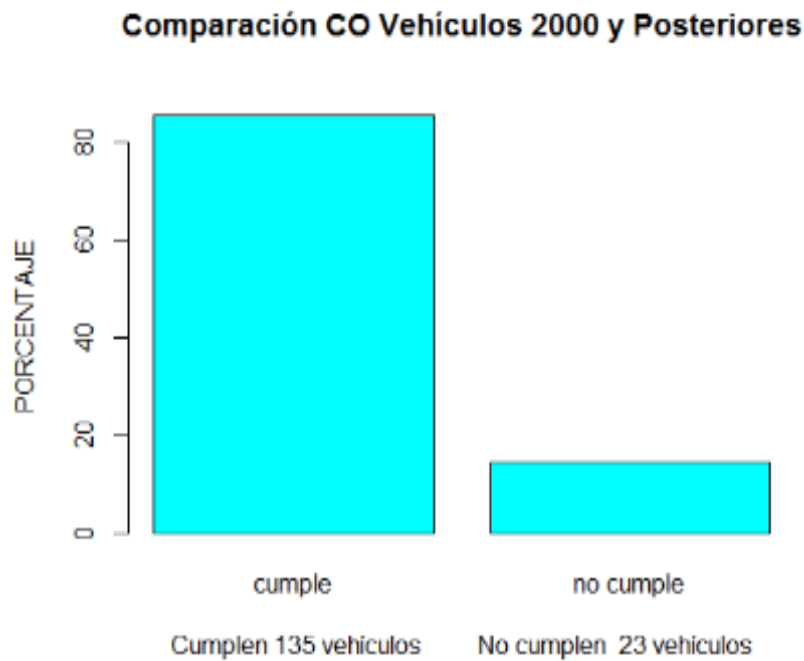
Discusión: El número de vehículos con año de fabricación posteriores al año 2000 supera al resto, determinando que el parque automotor del cantón La Maná está siendo renovando constantemente, existiendo un beneficio para el medio ambiente y a la sociedad, mismos que generan una mínima contaminación que no afecta de manera agravante la calidad del aire.

Tabla 5: Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 2000 y posteriores

VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			
NTE 2204	Media Mediciones CO	Cumplen	No Cumplen
1,0 % CO	0,31 % CO	135 vehículos	-----
	3.61 % CO	-----	23 vehículos
TOTAL	158 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 2: Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204.



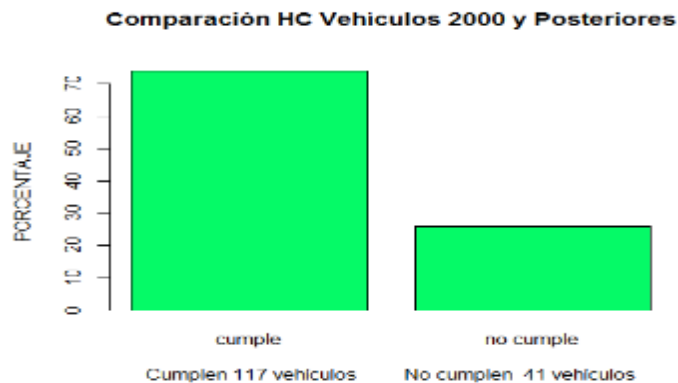
Autor: Grupo de Investigación.

Tabla 6: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 2000 y posteriores.

VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)			
NTE 2204	Media Mediciones HC	Cumplen	No cumplen
200 ppm HC	90,11 ppm HC	117 vehículos	-----
	674,17 ppm HC	-----	41 vehículos
TOTAL	158 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 3: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204.



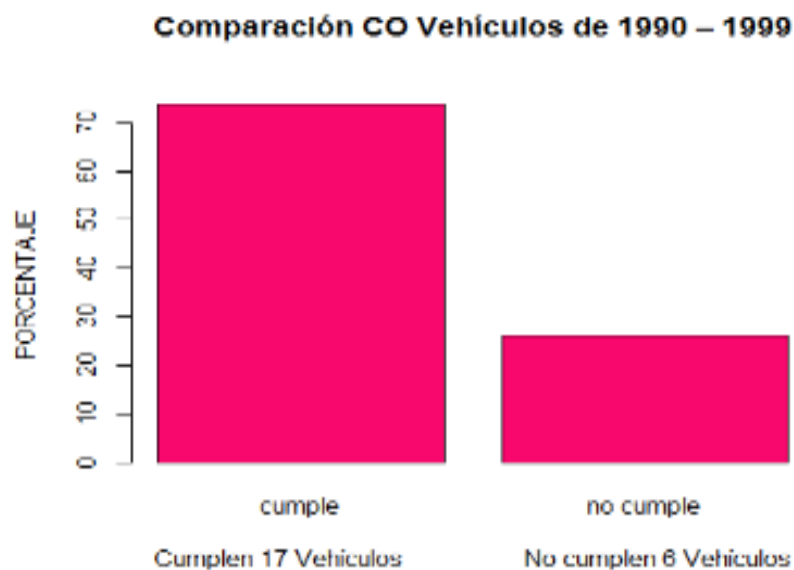
Autor: Grupo de Investigación.

Tabla 7: Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 1990 – 1999

VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 – 1999 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			
NTE 2204	Media Mediciones CO	Cumplen	No cumplen
3,5 % CO	1,21 % CO	17 vehículos	-----
	5,26 % CO	-----	6 vehículos
TOTAL	23 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 4: Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204.



Autor: Grupo de Investigación.

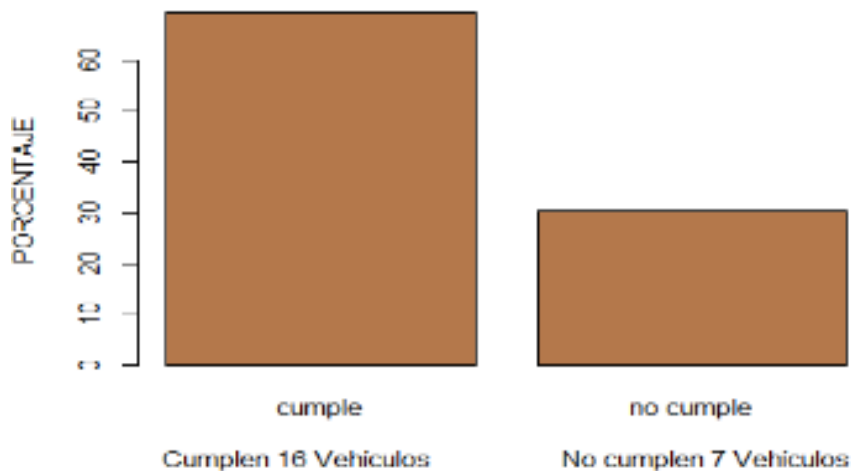
Tabla 8: Comparación de las emisiones vehiculares de HC vehículos por año de fabricación 1990 – 1999.

VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 – 1999 HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)			
NTE 2204	Media mediciones HC	Cumplen	No cumplen
650 ppm HC	268,81 ppm HC	16 vehículos	-----
	2106 ppm HC	-----	7 vehículos
TOTAL	23 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 5: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204.

Comparación HC Vehículos de 1990 – 1999



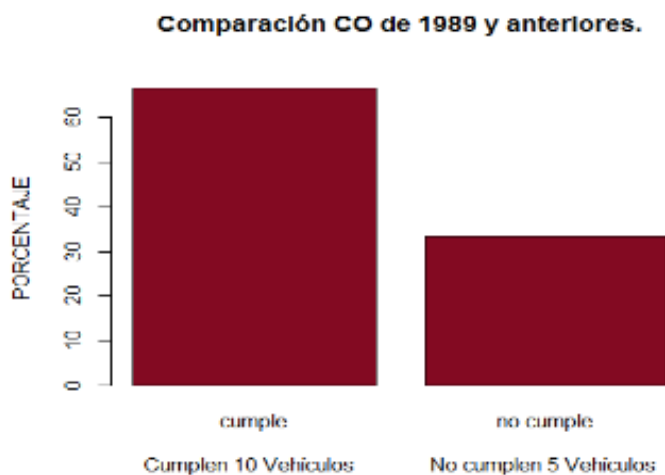
Autor: Grupo de Investigación.

Tabla 9: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores

VEHÍCULOS DEL 1989 Y ANTERIORES COMPARACIÓN MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			
NTE 2204	Media mediciones CO	Cumplen	No cumplen
5,5 % CO	2,52 % CO	10 vehículos	-----
	6,61 % CO	-----	5 vehículos
TOTAL	15 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 6: Comparación de las emisiones vehicules de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204.



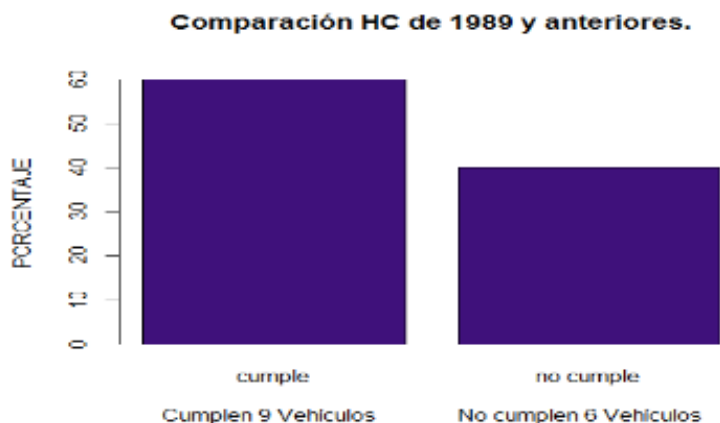
Autor: Grupo de Investigación.

Tabla 10: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores

VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)			
NTE 2204	Media Mediciones HC	Cumplen	No cumplen
1000 ppm HC	524, 22 ppm HC	9	-----
	2367,83 ppm HC	-----	6 vehículos
TOTAL	15 vehículos		

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 7: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204.



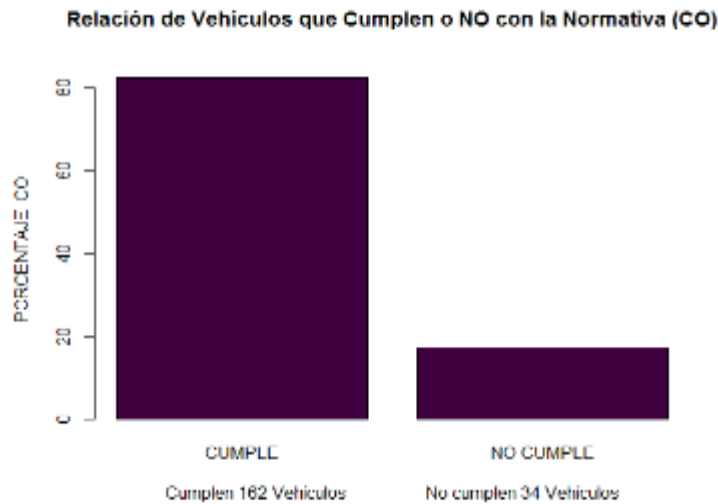
Autor: Grupo de Investigación.

Tabla 11: Análisis general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro CO.

	CUMPLEN	NO CUMPLEN
VEHÍCULOS	162	34
TOTAL	196 Vehículos	

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 8: Relación general de vehículos que Cumplen con la Normativa – No Cumplen con la Normativa parámetro CO.



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: La evaluación del porcentaje de monóxido de carbono de la muestra total de 196 vehículos que circulan a una altitud de 212 (msnm) se obtuvo como resultado un gran porcentaje de vehículos que se encuentran dentro de la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204, determinando que para vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores se encuentran en una evolución automotriz, buscando una relación amigable con el medio ambiente y la sociedad, relacionado de mejor manera sus partes mecánicas y electrónicas, motivo por el cual generan una buena combustión interna de aire-combustible evitando el exceso de emisión de monóxido de carbono; los vehículos que no cumplen con la normativa son por fallas mecánicas como: sensor de oxígeno en malas condiciones, filtros de aire en mal estado, sistema de inyección de combustible mal calibrados. Mientras que para los vehículos por año de fabricación de 1990 a 1999 dan a conocer que tienen un buen mantenimiento correctivo y preventivo del motor por parte de los propietarios; los vehículos que incumplen con la normativa son por causas como: sus partes mecánicas se encuentran desgastadas por el transcurso de los años e impiden una correcta combustión, falta de mantenimiento del motor por parte de los propietarios. Los vehículos por año de fabricación de 1989 y anteriores que cumplen con la normativa en estudio se encuentran en perfectas condiciones, evidenciando que llevan un mantenimiento preventivo y correctivo y de esta manera permitiendo que el motor tenga una buena combustión. Por ende, los vehículos que no cumplen con la normativa por que han llegado a su vida útil, presentan fallas mecánicas por el transcurso de los años de funcionamiento.

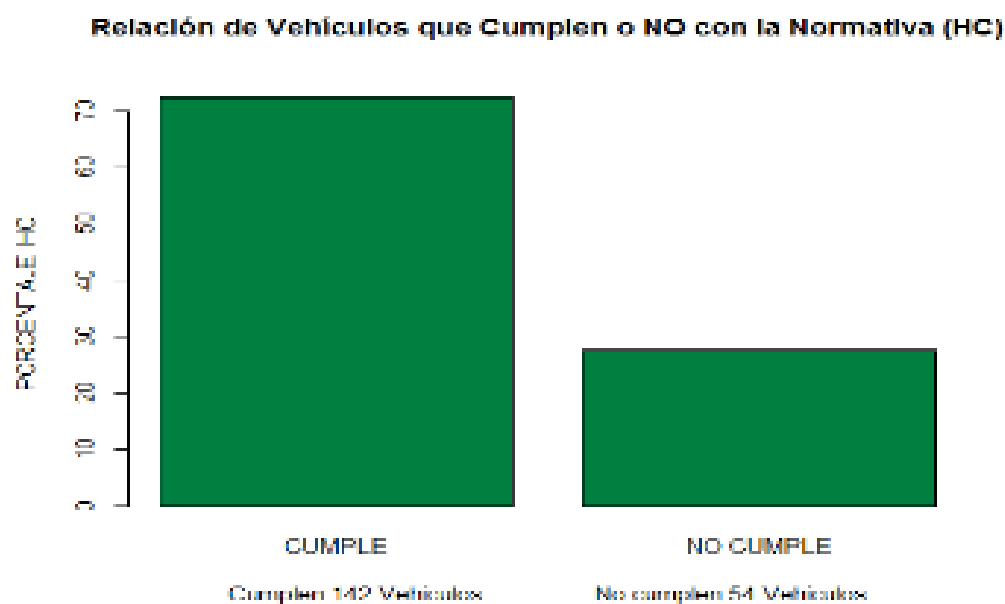
Cabe recalcar que la altura en la que circulan los vehículos permite una correcta combustión aire- gasolina lo que provoca una excelente eficiencia en los motores a gasolina, reduciendo la emisión del parámetro en estudio por el tubo de escape; ya que se establece que a menor altura (msnm) existe menor contaminación por monóxido de carbono. De la misma manera corroboran los autores Cantos Rojas & Toledo Garzón. (2015): A mayor altura sobre el nivel del mar la concentración de contaminantes en los gases de escape aumenta debido a que el volumen de oxígeno es menor y por lo tanto habrá un aumento en el consumo de combustible en comparación con la altitud del nivel del mar.

Tabla 12: Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC.

	CUMPLE	NO CUMPLE
VEHÍCULOS	142	54
TOTAL	196 Vehículos	

Autor: Grupo de Investigación.

Figura 9: Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC.



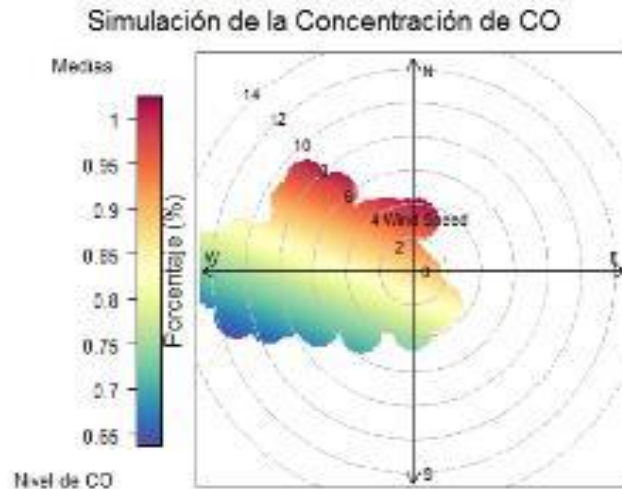
Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: La evaluación del porcentaje de hidrocarburos no quemados (HC) se realizó a vehículos que circulan a una altitud de 212 (msnm) obteniendo como resultado un gran porcentaje de vehículos que se encuentran dentro de la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204, determinando que para vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores se encuentran en una evolución automotriz, buscando una relación amigable con el medio ambiente y la sociedad, renovando día a día sus sistemas integrales de funcionamiento y relacionado de mejor manera sus partes mecánicas y electrónicas, motivo por el cual generan una buena combustión interna de aire-combustible evitando el exceso de emisión de hidrocarburos no quemados; los vehículos que no cumplen con la normativa por sobrepasar el kilometraje del cambio de aceite. Mientras que para los vehículos por año de fabricación de 1990 a 1999 dan a conocer que tienen un buen mantenimiento preventivo y correctivo del automotor por parte de los propietarios; los vehículos que no cumplen con la normativa al no tener un mantenimiento adecuado ocasionado sus partes mecánicas se encuentren desgastadas e impiden una correcta combustión. Para los vehículos por año de fabricación de 1989 y anteriores se determina que los automotores conllevan una buena combustión por los mantenimientos adecuados que estos reciben por sus propietarios, al contrario de los vehículos que no cumplen con la normativa por fallas mecánicas que vienen presentando en el transcurso del tiempo siendo esto un factor negativo permitiendo que los vehículos emitan el contaminante HC por el tubo de escape en grandes proporciones.

Minería de datos (data mining), para la simulación estadística en Rstudio y openair.

Para el análisis y simulación en el software Rstudio y el paquete openair se realizó una base de datos conocida como (data minig) ver anexo 15.7, relacionando los resultados de las mediciones de los contaminantes con los factores meteorológicos: dirección del viento, velocidad del viento y temperatura. El porcentaje de monóxido de carbono y las partes por millón de los hidrocarburos no quemados se obtuvieron de las mediciones realizadas a los automotores, mientras que los datos de los factores meteorológicos fueron tomados del archivo meteorológico en línea (Meteoblue) para el Cantón la Maná a 212 msnm, estableciendo: 0° = Norte, 90° = Este, 180° = Sur Y 270° = Oeste.

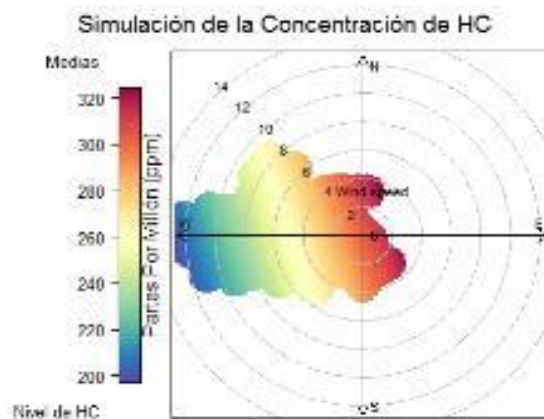
Figura 10: Distribución geográfica del contaminante CO en base a la velocidad y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: En la Figura 10 se puede determinar que las escasas corrientes de viento producen una dispersión del monóxido de carbono de manera muy ineficaz provocando un foco de concentración, por esta razón se manifiesta que las bajas velocidad del viento es un factor meteorológico agravante permitiendo que el parámetro en estudio se aglomere en altas cantidades. Por ende, cabe recalcar que a altas velocidades del viento el contaminante tiende a dispersarse con mayor facilidad siendo esto un factor beneficioso.

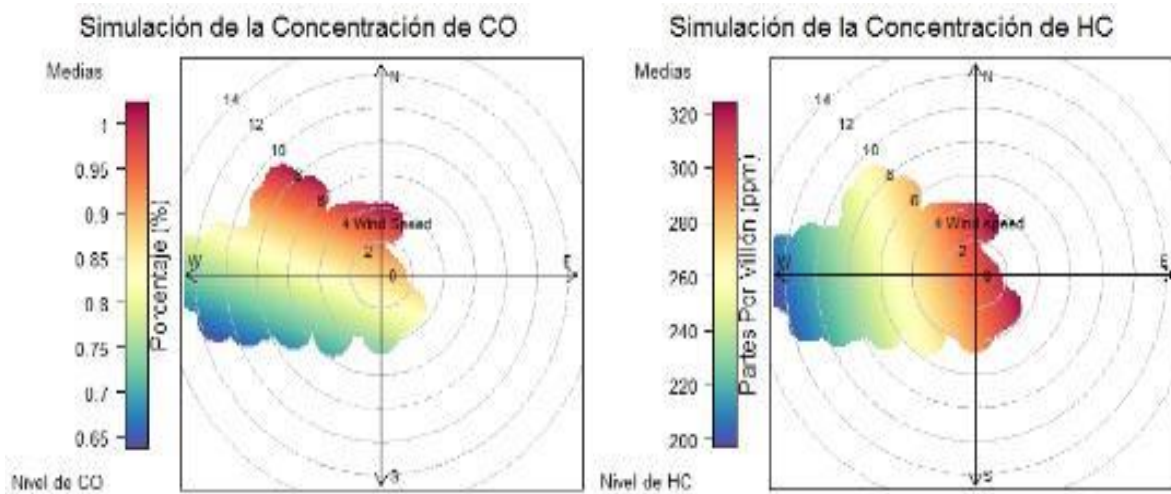
Figura 11: Distribución geográfica del contaminante en base a la velocidad y dirección del viento



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: De la Figura analizada se determina que las escasas corrientes de viento generan concentraciones de hidrocarburos no quemados, por esta razón se muestra que las bajas velocidades del viento es un factor meteorológico agravante que permite que el parámetro en estudio se aglomere en altas cantidades. Es decir que a bajas velocidades del viento el contaminante tiende a concentrarse con mayor facilidad siendo esto un factor negativo, mientras que a altas velocidades el HC tiende a dispersarse.

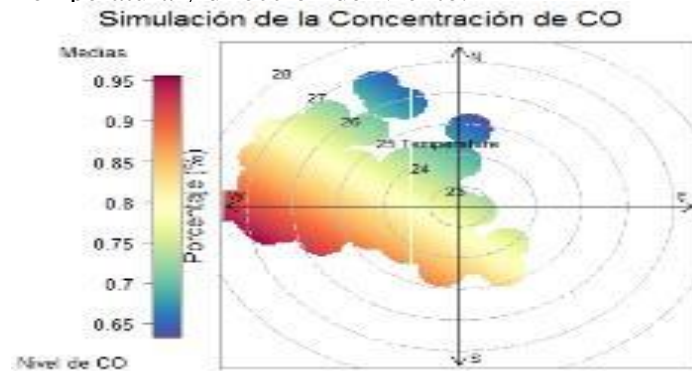
Figura 12: Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono e Hidrocarburos no quemados en base a la velocidad del viento y **dirección del viento**.



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: Mediante las gráficas del polar plot de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados se puede evidenciar que se dispersan y distribuyen de una manera ineficaz a bajas velocidades del viento, de esta manera determinado que el desarrollo de este tipo de gráficos permite diferenciar que parámetro en estudio tiene un mayor nivel de concentración, siendo así que los HC se aglomeran drásticamente a comparación del CO. Por ende, se dice que el CO y HC se concentran a distintas velocidades de viento y en puntos geográficos diferentes.

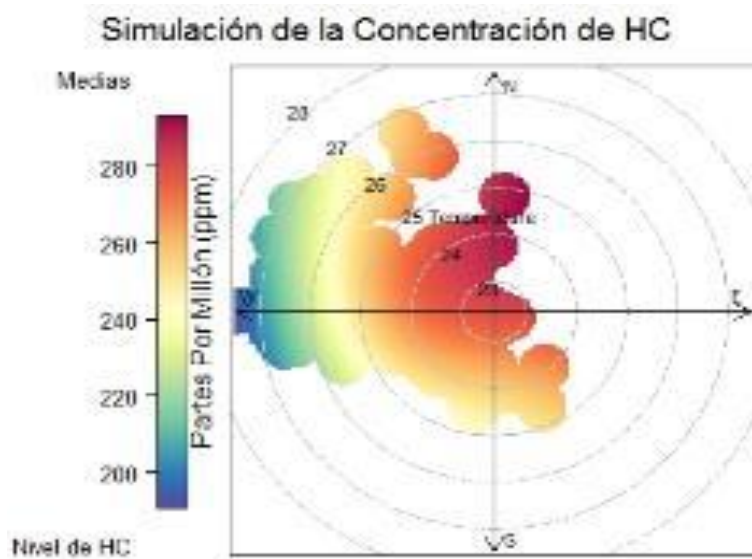
Figura 13: Distribución geográfica del contaminante en base a la Temperatura y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: En la Figura 13 se puede apreciar las concentraciones de monóxido de carbono incrementándose mientras sube la temperatura, determinado que a mayores temperaturas el CO desciende impidiendo su dispersión y disipación, por ende, cabe recalcar que el contaminante tiene dificultad de esparcirse a temperaturas altas afectando al medio ambiente, razón por la cual se estima que a mayores temperaturas menor facilidad de dispersarse y disiparse.

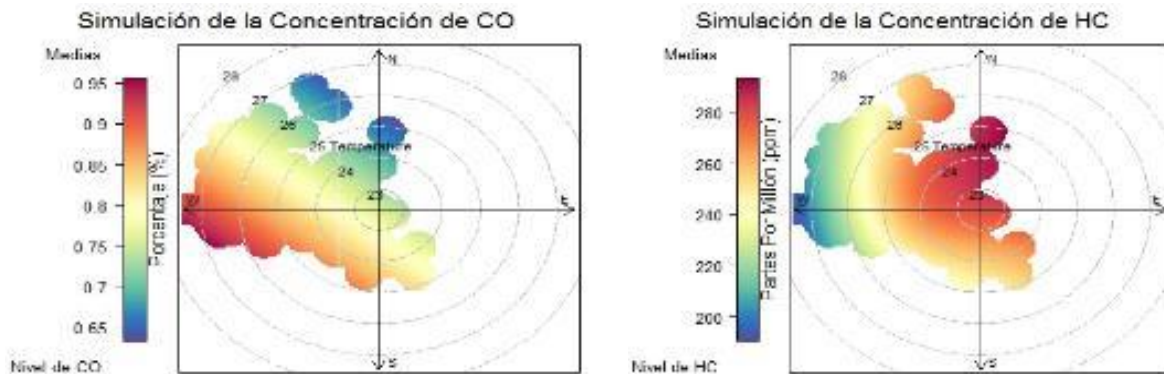
Figura 14: Distribución geográfica del contaminante HC en base a la Temperatura y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: En la Figura 14 del polar plot se determina que las concentraciones de hidrocarburos no quemados se generan a bajas temperaturas, ocasionando un problema agravante al momento de dispersarse y de esta manera produciendo un foco de inmisión, razón por la cual se estima que a menor temperatura mayor concentración. Por ende, cabe recalcar que el contaminante tiene facilidad de esparcirse a temperaturas altas siendo esto un factor beneficioso para la dispersión del HC.

Figura 15: Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) en base a la temperatura y dirección del viento.



Autor: Grupo de Investigación.

Discusión: Las concentraciones de los gases contaminantes de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC) son generadas por la combustión incompleta de los vehículos a gasolina del Cantón La Maná, los dos parámetros tienden a concentrarse al contacto con la temperatura, destacándose el HC por sus elevadas aglomeraciones a temperaturas bajas a comparación del CO que tiende a concentrarse a temperaturas altas. Por ende, se dice que cada contaminante se concentra a distintas temperaturas y en puntos cardinales diferentes.

Conclusiones.

- Del total de la muestra de 196 vehículos, se identificó que 142 vehículos cumplen con los parámetros sujetos en la normativa para hidrocarburos no quemados (HC), valor que representa el 72,44 %; los 54 vehículos restantes representan el 27,56 % incumplieron con los valores establecidos en la normativa vigente. Mientras que para el parámetro monóxido de carbono (CO) se identificó que 162 vehículos equivalen al 82,65% cumpliendo con la normativa, y 34 vehículos equivalentes al 17,35% incumplieron con los valores establecidos en la normativa vigente INEN 2 204.
- En la simulación realizada en software R con la consola Rstudio mediante el uso del paquete Openair se generó graficas polares en base a la velocidad del viento y dirección del viento proporcionó valores máximos de concentración en partes por millón (ppm) para hidrocarburos no quemados (HC) dando a conocer que el contaminante se concentra a velocidades del viento de 2 m/s hasta los 6 m/s; en

la simulación realizada con la temperatura se determina que el contaminante tiene dificultades de disiparse a temperaturas de 23°C hasta los 26°C. Mientras que la dispersión del monóxido de carbono (CO) en base a la velocidad del viento y dirección del viento proporciona valores máximos de concentraciones en porcentajes del 1%; por otra parte la gráfica Polar Plot generada con la temperatura refleja la dificultad de dispersarse en el aire a temperaturas de 23°C hasta los 25 °C.

Agradecimiento.

A Dios y al universo por haber conspirado para mantenerme firme y no decaer a pesar las adversidades presentadas durante este gran esfuerzo y dedicación a la investigación.

A los profesores Ing. Oscar Daza, MsC. Patricio Clavijo, Dr. Carlos Mantilla, por estar involucradas en la guía durante el desarrollo de este proceso de investigación.

A los compañeros y co-trabajadores de la Investigación en las áreas adyacentes del estudio, por la ayuda prestada durante el desenvolvimiento de este trabajo en la etapa de campo: Ing. María Viteri, Ing. José Andrade, Dr. Polivio Moreno.

A mis amigos que colaboraron conmigo en diferentes oportunidades: Ing. Mercy Ilbay, Ing. Kalina Fonseca, Lic. Jaime Lema, Ing. Vinicio Mogro.

Al Proyecto de Calidad del Aire, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por el apoyo financiero de la Investigación.

.

Referencias bibliográficas.

Blancarte, J. (2011). Autocosmos.com. Obtenido de: <http://noticias.ve.autocosmos.com/2011/01/03/cuales-son-los-gases-contaminantes-mas-comunes-que-emiten-los-autos>.

Cantos, J., & Toledo, J. (2015). Análisis del impacto económico generado por los niveles de servicio de las vialidades en el centro histórico de la ciudad de Cuenca. Cuenca.

Carlaw, D., (2015), the openair manual-open-source tools for analysing air pollution data. Manual for versión 1.1-4. King's Collage London.

Contreras, M., García, G., Icaza, B., & Montiel, G. (2013). Calidad del Aire: Una práctica de vida. México: Semarnat.

Crouse, William. (2013). Mecánica del automóvil. 3ª. Edición, Editorial: España. 162 p.

Herrera, J. (2012). Análisis de la reducción en la emisión de contaminantes del aire como resultado del plan de chatarrización "renova" en el distrito metropolitano de Quito. (Tesis de maestría) Escuela Politécnica Del Ejército. Sangolquí.

- INEC. (2010). Ecuadir en cifras. Obtenido de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda>.
- Ihaka, R., & Gentleman, R. (2018). R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computation and Graphical Statistics* (5), 299-314.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204. (2017). Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralenti”. Prueba estática.
- Rivero, E. (2016). Unocero estos son los efectos de la contaminación del aire sobre la salud. Obtenido de <https://www.unocero.com/noticias/ciencia/estos-son-los-efectos-de-la-contaminacion-del-aire-sobre-la-salud/>
- RStudio. (2015). RStudio: Integrated development environment for R. Boston. Obtenido de <http://www.rstudio.com/>
- Sánchez, A. (2014). Bioestadística Aplicada con R y RKTeaching. CEU San Pablo.
- Schifter, I., & López, E. (2003). Usos y abusos de las gasolinas. 2ª edición, editorial: México. 31 p.

Para citar el artículo indexado.

Clavijo M., Daza O., Lozano C., Mantilla C. . (2018). Determinación de los gases contaminantes CO y HC, en fuentes móviles a gasolina en el cantón la mana, provincia de Cotopaxi. *Revista electrónica Ciencia Digital* 2(4.2), 115-151. Recuperado desde: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/204/181>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

