

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMÓSFERICA COMO RESULTADO DEL PLAN DE CHATARRIZACIÓN EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, ECUADOR

Herrera, F., Villalba. F., Carrera, L., Carrera. D.
Escuela Politécnica del Ejército, (ESPE), Sangolquí, Ecuador.

I. Resumen

En el presente estudio se analizó la reducción de la emisión de algunos contaminantes: monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no combustionados (HC) para los vehículos a gasolina y Opacidad para los vehículos a Diesel, como resultado del programa de chatarrización desarrollado por el Gobierno Nacional de la República del Ecuador conocido como programa REN-OVA.

El campo de desarrollo es el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en vista de la disponibilidad de datos generados por el programa de Revisión Técnica Vehicular (RTV) que es obligatorio en el DMQ. Para el caso del desarrollo del estudio se analizaron 443 vehículos que fueron chatarrizados subdivididos en los siguientes grupos: taxis, carga liviana, transporte escolar, transporte urbano y carga pesada.

El análisis muestra una reducción de 95% de contaminación en los vehículos a gasolina y de 53% en vehículos a diesel. Estos resultados ratifican que el plan de chatarrización REN-OVA está funcionando.

Palabras Claves

Reciclaje, hidrocarburos no combustionados (HC), monóxido de carbono (CO), Motor a combustión interna.

II. Abstract

This study analyzed the reduction of the emission of some pollutants (CO and HC) for gasoline vehicles and Opacity for Diesel vehicles as a result of the recycled program developed by the National Government of the Republic of Ecuador known as REN-OVA program.

This was presented in the DMQ in view of the availability of data generated by the RTV program that is mandatory in the DMQ. 443 taken recycled vehicles were subdivided into the following groups: taxis, light load, school transport, urban transport and heavy load.

The analysis shows a 95% reduction of contamination in gasoline vehicles and 53% for diesel vehicles. These results recycled the plan is working REN-OVA.

Key Words

Recycled, unburned hydrocarbons (HC), carbon monoxide (CO), internal combustion engine.

III. Introducción

“REN-OVA” es un programa implementado por el Gobierno Nacional del Ecuador desde el 2008, que permite renovar el parque automotor mediante la salida de circulación de vehículos de transporte público y comercial, los cuales son sometidos al proceso de chatarrización, y por los que sus propietarios reciben un incentivo económico que les permite acceder a vehículos nuevos de producción nacional a precio preferencial y a vehículos importados mediante la exoneración de aranceles.

El presente estudio se focalizó en los vehículos chatarrizados en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), en donde por ordenanza municipal opera la Corporación para el mejoramiento del aire para Quito (CORPAIRE), que realiza anualmente la Revisión Técnica Vehicular (RTV), de carácter obligatorio para todos los vehículos que circulan en el DMQ, y por esta razón dispone de una base de datos de los parámetros revisados en los vehículos, entre ellos los de emisiones de contaminantes atmosféricos.

El DMQ está localizado en la provincia de Pichincha, engloba a Quito, capital de la República del Ecuador y algunas áreas circundantes, tiene un área de 4 228 km² y, de acuerdo al censo del 2010, una población de 2 239 191 habitantes (INEC, 2010). El DMQ está situado en la zona central de la Cordillera de los Andes a una altitud de 2 810 msnm. Su temperatura ambiental oscila entre 10 y 25 grados centígrados.

Uno de los objetivos de REN-OVA es la reducción de la contaminación ambiental como producto del cambio de un vehículo usado por uno nuevo. (Decreto No. 636 publicado en el Registro Oficial No. 193, 18 de octubre de 2007). Hasta el momento, no se ha evaluado la contribución de la chatarrización para el cumplimiento de ese objetivo, pese a que hasta el año 2012 se reemplazó en total 10840 vehículos de servicio público, de los cuales 443 corresponden al DMQ (Agencia Nacional de Tránsito, 2012).

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la reducción de la contaminación ambiental respecto a algunos contaminantes, como resultado de la puesta en marcha del plan de chatarrización “REN-OVA”, utilizando datos del periodo 2008 al 2012 disponibles en la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y CORPAIRE.

IV. Materiales y Métodos

En primer término, se estableció una base de datos de los vehículos chatarrizados y de los vehículos nuevos que los reemplazaron, en base a la información proporcionada por la ANT, desagregando al listado de vehículos en subgrupos: taxis, transporte escolar, transporte urbano, carga pesada y carga liviana, identificados cada uno con su respectivo número de placa.

Esta información fue complementada tomando la placa del vehículo como referencia para ingresar a la base de datos disponible en CORPAIRE y obtener de esta manera la información de la Revisión Técnica Vehicular, que incluye, para el caso de los vehículos a gasolina los parámetros monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no combustionados (HC), tanto en Ralenti como a 2500 rpm; para el caso de los vehículos a diesel la Opacidad fue el único parámetro disponible.

La adquisición de datos de emisión de contaminantes de los vehículos en estudio fue realizada para la totalidad de los 443 vehículos procesados en el DMQ, con el objeto de obtener un valor real de los valores de reducción de contaminación como resultado del cambio de los vehículos usados por los vehículos nuevos. La base de datos se depuró en vista de que algunos vehículos chatarrizados no habían pasado por el proceso de RTV en la CORPAIRE por lo que sus datos no constaban en ella.

Una vez completada la base de datos con los parámetros indicados se procedió a determinar las diferencias de emisiones entre cada vehículo chatarrizado y el correspondiente vehículo nuevo que lo reemplazó, estimando de esta manera la reducción de contaminantes emitidos a la atmosfera como resultado del programa (CO e hidrocarburos no combustionados).

Cabe señalar que en el caso del transporte escolar constituido esencialmente por furgonetas, fueron descartadas las furgonetas chatarrizadas con motor a gasolina y que fueron reemplazadas por unidades a diesel.

Con los resultados obtenidos, se procedió a contrastar los porcentajes de reducción de emisión de contaminantes con las normas vigentes para fuentes

móviles con motor a gasolina acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE 2 204:2002) y para fuentes móviles con motor a Diesel (NTE: 2 207: 2002).

Marcha mínima o ralentí. Es la especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para transmisiones manuales) y en parqueo (para transmisiones automáticas). Cuando no se dispone de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establece en un máximo de 1100 r.p.m. (NTE 2 204:2002)

Opacidad. Es el grado de reducción de luminosidad que ocasiona una sustancia al paso por ella de la luz visible. (NTE: 2 207: 2002).

Marcha a 2500 r.p.m. Es la especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo para poder establecer un rendimiento determinado con una carga de 2500 r.p.m. del motor.

Normalmente según los fabricantes las revoluciones recomendadas para un vehículo en movimiento son de 2500 r.p.m.

Aceleración libre. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente a máxima aceleración estable, sin carga y en neutro (transmisiones manuales) y en parqueo (transmisiones automáticas). (RTE INEN 017:2008).

En la Tabla 1 se detallan los vehículos chatarrizados por provincia en la República Ecuador, en la Tabla 2 se detallan los vehículos chatarrizados en el Distrito Metropolitano de Quito.

Tabla 1. Vehículos chatarrizados por provincia en el Ecuador.

Procedencia	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Total
Azuay	2	89	152	116	17	376
Bolívar	0	4	11	4	3	22
Cañar	0	2	5	20	26	53
Carchi	0	9	28	8	0	45
Chimborazo	0	26	72	48	13	159
Cotopaxi	0	32	183	99	8	322
El Oro	0	145	119	100	23	387
Esmeraldas	0	11	22	39	4	76
Galápagos	0	15	16	0	0	31
Guayas	398	1188	2136	2051	461	6234
Imbabura	0	21	35	72	18	146
Loja	0	9	20	12	3	44
Los Ríos	0	25	33	130	42	230
Manabí	0	147	418	487	157	1209
Morona Santiago	0	0	0	2	0	2
Napo	0	2	0	1	0	3
Orellana	0	0	1	1	1	3
Pastaza	0	1	4	3	3	11
Pichincha	5	150	304	140	28	627
Santa Elena	4	188	69	60	19	340
Santo Domingo	0	19	54	46	9	128
Sucumbíos	0	0	1	13	3	17
Tungurahua	1	56	197	105	15	374
Zamora Chinchipe	0	1	0	0	0	1
Total	410	2140	3880	3557	853	10840

Fuente. Agencia Nacional de Tránsito, al 30 de junio de 2012.

Tabla 2. Vehículos chatarrizados por tipo en Distrito Metropolitano de Quito.

Tipo	Vehículos Chatarrizados
Taxi	213
Carga Liviana	24
Transporte Escolar	159
Transporte Urbano	24
Carga Pesada	23
TOTAL	443

Fuente. Agencia Nacional de Tránsito, al 30 de junio de 2012.

V. Discusión

Reducción de contaminantes de vehículos a gasolina en ralenti y a 2500 rpm

Para el caso de los vehículos a gasolina, existe una reducción en ralenti en la emisión de monóxido de carbono (% CO) de 96,49 % y de hidrocarburos no contaminados de 90,88%. Al realizar el mismo análisis a 2500 rpm la reducción en la emisión de monóxido de carbono (% CO) es de 95,54 % y de hidrocarburos no combustionados (HC ppm) es de 83,74%. En la Figura 1 se indica la reducción de la emisión de CO, en la Figura 2 se indica la reducción de hidrocarburos no combustionados.

Para el caso de los vehículos a gasolina se constata que la reducción de contaminación según la norma INEN NTE 2 204:2002, en la que se puede apreciar que la reducción de contaminación requerida por norma para vehículos de una antigüedad mayor a diez años es de 71.43% para el caso de CO y de hidrocarburos no combustionados es de 69.23% al contrastar con los datos obtenidos en el análisis se obtienen valores del orden 96.49% en CO y para el caso de hidrocarburos no combustionados en el orden de 90.88%.

En la Tabla 3 constan los valores de contaminación de los vehículos chatarrizados, vehículos nuevos y la reducción de contaminación producto del cambio de los vehículos a gasolina.

Tabla 3. Reducción de Contaminación por reemplazo de vehículos a gasolina en el DMQ.

TIPO DE VEHÍCULO	PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN	RALENTI		A 2500 RPM	
		CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
TAXI	Promedio Vehículos Chatarrizados	1,46	323,27	1,47	218,67
	Promedio Vehículos Nuevos	0,04	30,12	0,07	34,15
	Reducción de Contaminación	1,41	293,16	1,40	184,53
	%de Reducción de Contaminación	96,94%	90,68%	95,13%	84,39%
CARGA LIVIANA	Promedio Vehículos Chatarrizados	1,46	268,82	2,04	181,00
	Promedio Vehículos Nuevos	0,06	24,00	0,08	30,59
	Reducción de Contaminación	1,40	244,82	1,95	150,41
	%de Reducción de Contaminación	96,04%	91,07%	95,95%	83,10%
%de Reducción de Contaminación vehículos a Gasolina		96,49%	90,88%	95,54%	83,74%

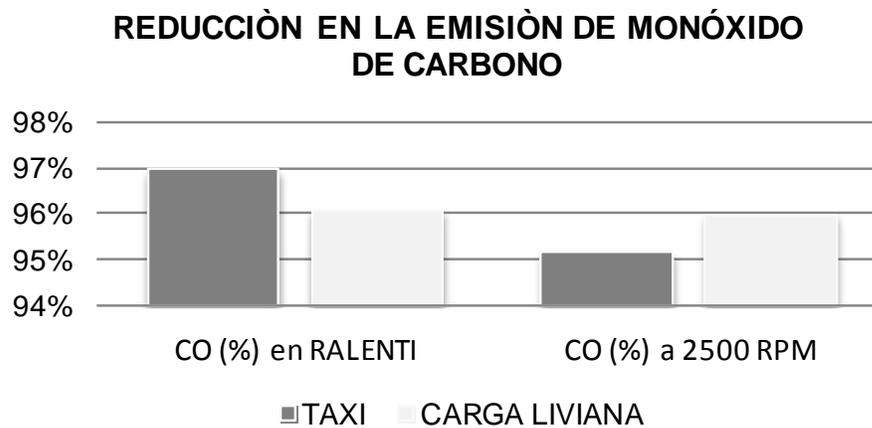


Figura 1. Reducción de la emisión de Monóxido de Carbono

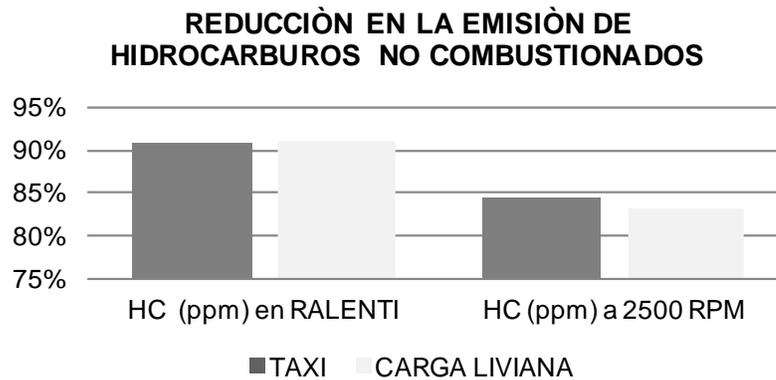


Figura 2. Reducción de la emisión de hidrocarburos no combustionados

La reducción de emisión de contaminantes tanto de CO como en HC al cambiar de la condición de ralenti a 2500 rpm, se debe a que la combustión es más rica en oxígeno y también la eficiencia de la combustión mejora al incrementar las revoluciones de trabajo de motor y por ende las cantidades de oxígeno y combustible para que pueda arder dentro de la cámara de combustión del motor. Armas et al. (2005).

Reducción de contaminantes de vehículos a diesel

Para el caso de los vehículos a diesel se puede constatar que la reducción de contaminación según la norma INEN NTE 2 207:2002, en la misma que se puede apreciar que la reducción requerida en la norma para vehículos de una antigüedad mayor a diez años es de 16.67% al contrastar con los datos obtenidos en el presente análisis se obtienen valores de reducción de emisión de opacidad de 53.72%. En la Figura 3 se indica la reducción de opacidad para los vehículos a diesel.

En la Tabla 4 constan los valores de contaminación de los vehículos chatarrizados, vehículos nuevos y la reducción de contaminación producto del cambio de los vehículos a diesel.

Tabla 4. Reducción de Contaminación por reemplazo de vehículos a diesel

TIPO DE VEHÍCULO	PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN	Opacidad (%)
ESCOLAR	Promedio Vehículos Chatarrazados	24,81
	Promedio Vehículos Nuevos	11,28
	Reducción de Contaminación	13,53
	% de Reducción de Contaminación	54,54%
URBANO	Promedio Vehículos Chatarrazados	24,79
	Promedio Vehículos Nuevos	15,67
	Reducción de Contaminación	9,13
	% de Reducción de Contaminación	36,81%
CARGA PESADA	Promedio Vehículos Chatarrazados	34,56
	Promedio Vehículos Nuevos	10,44
	Reducción de Contaminación	24,13
	% de Reducción de Contaminación	69,80%
% de Reducción de Contaminación vehículos a Diesel		53,72%

Para los vehículos a diesel se puede observar que existe una reducción de (%) de Opacidad de 53,72 %.

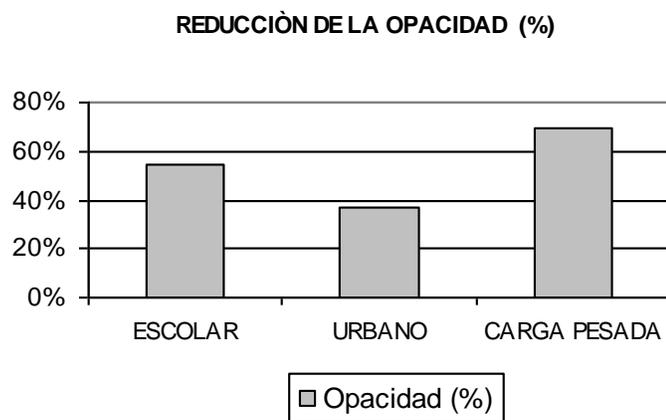


Figura 3. Reducción de la emisión de % de Opacidad.

En base a los resultados obtenidos y al realizar una comparación con la norma INEN existente y vigente en el Ecuador, que también toma como base la Ordenanza Municipal en el DMQ que es aplicada por la CORPAIRE en el proceso de Revisión Técnica Vehicular para todos los vehículos que circulan en el DMQ.

VI. Trabajos Relacionados

Para la realización se tomaron básicamente las Normas INEN que rigen la emisión de CO e hidrocarburos no combustionados tanto en ralenti como para 2500 rpm, para el caso de los vehículos a gasolina la norma INEN NTE 2 204:2002 y para el caso de los vehículos a diesel la norma INEN NTE 2 207:2002 adicionalmente también se puede constar con el Inventario de Emisiones Atmosféricas 2007 en el DMQ (CORPAIRE) además el Informe Anual 2010 de la calidad del aire en el DMQ., Secretaría del Ambiente.

VII. Conclusiones

Desde el año 2008 fecha en la que se puso en marcha el Plan de Chatarrización "REN-OVA", se chatarrizaron 10840 vehículos en todo el Ecuador, de los cuales son: taxis (6702), carga liviana (849), transporte escolar (1445), servicio urbano (587), inter e intraprovincial (785) y carga pesada (472). En la provincia de Pichincha han sido chatarrizados 627 vehículos.

En el Distrito Metropolitano de Quito se chatarrizaron 443 vehículos de los cuales: 213 taxis, 24 camionetas (carga liviana), 159 de modalidad transporte escolar, 24 de servicio urbano y 23 de carga pesada.

En base al análisis realizado para los vehículos a gasolina se concluyó que existe una reducción en ralenti en la emisión de monóxido de carbono (% CO) de 96,49 % y de hidrocarburos no combustionados de 90,88%. Al realizar el mismo análisis a 2500 rpm la reducción en la emisión de monóxido de carbono (% CO) fue de 95,54 % y de hidrocarburos no combustionados (HC ppm) fue de 83,74%.

En base al análisis realizado para los vehículos a Diesel se puede observar que existe una reducción de (%) de Opacidad de 53,72 %.

Después de realizar todo el análisis de reducción de la contaminación producto del plan "REN-OVA", se recomienda mantener y ampliar el programa de chatarrización para los vehículos del sector público así como para los vehículos particulares con una antigüedad superior a los 30 años.

VIII. Referencias

ANT (2012). *Listado de vehículos chatarrizados en el Plan REN-OVA*. Agencia Nacional de Tránsito, Dirección Técnica. Quito. 10 pp.

Armas, O & Lapuerta, M. (2005). *Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna*. 2 ed. Universidad de Castilla-La Mancha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Ciudad Real-España.

CORPAIRE (2012). *Instructivo de Revisión Técnico Vehicular*. Corporación para el mejoramiento del aire de Quito. Quito. 203 pp.

INEC (2010). *Censo 2010, Estadísticas de población por cantón*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito.

DMQ (2007). *Ordenanza Metropolitana 213*. Distrito Metropolitano de Quito. Quito. 64pp.

INEN (2008). RTE 017 Reglamento Técnico Ecuatoriana 017. Control de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN (2000). NTE 2 202:99 Norma Técnica Ecuatoriana 2 202:99. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación De La Opacidad De Emisiones De Escape De Motores De Diesel Mediante La Prueba Estática. Método De Aceleración Libre. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN (2000). NTE 2 203:99 Norma Técnica Ecuatoriana 2 203:99. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o "Ralenti". Prueba Estática. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN (1999). NTE 2 204:98. Norma Técnica Ecuatoriana 2 204:98. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN (1999). NTE 2 207:98. Norma Técnica Ecuatoriana 2 207:99. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diesel. Instituto Ecuatoriano de Normalización.