



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES “CAREN”**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL OCTANAJE DE LA GASOLINA POR LA ADICIÓN DE HIDROGENO Y OXIGENO MEDIANTE ELECTROLISIS DEL AGUA, PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL INCREMENTO DE LA COMBUSTIÓN EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DEL PARQUE AUTOMOTOR DEL CANTÓN LATACUNGA”**

**Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente.**

**Postulante:** Soria Riera Carlos Eduardo

**Director:** Ing. Msc. Vladimir Ortiz

Latacunga – Ecuador

2014

## **RESUMEN EJECUTIVO**

TEMA: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL OCTANAJE DE LA GASOLINA POR LA ADICIÓN DE HIDROGENO Y OXIGENO MEDIANTE ELECTROLISIS DEL AGUA, PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL INCREMENTO DE LA COMBUSTIÓN EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DEL PARQUE AUTOMOTOR DEL CANTÓN LATACUNGA”

**AUTOR: Soria Riera Carlos Eduardo**

El vertiginoso crecimiento de la población determina el aparecimiento de necesidades vitales como la movilización de las personas a sus centros de estudio, trabajo, entretenimiento, y demás actividades; dicha movilización se la realiza en automotores cuyo funcionamiento, poco a poco está causando deterioro a la naturaleza, sobre este aspecto se desarrolla la presente investigación en la que se pretende analizar y posteriormente plantear como propuesta el mejoramiento del octanaje de la gasolina por la adición de hidrogeno y oxigeno mediante electrolisis del agua, para la disminución de los gases de efecto invernadero y el incremento de la combustión en un motor de combustión interna del parque automotor del cantón Latacunga, el trabajo se desarrolla en tres secciones, en el primer Capítulo está determinado por la problematización y conceptos generales, fundamentales para el desenvolvimiento de esta investigación, en el segundo Capítulo consta las aplicaciones metodológicas realizadas para este trabajo y en el Tercer Capítulo trata de los resultados, conclusiones y recomendaciones efectuadas para la consecución del éxito de la investigación.

## **ABSTRACT**

**TOPIC:** "PROPOSAL FOR IMPROVING THE OCTANE RATING OF GASOLINE BY THE ADDITION OF HYDROGEN AND OXYGEN BY ELECTROLYSIS OF WATER, FOR THE REDUCTION OF GREENHOUSE EFFECT GASES INCREASED COMBUSTION IN A PARK THE LATACUNGA CANTON AUTOMOTIVE INTERNAL COMBUSTION ENGINE"

**Author:** Soria Riera Carlos Eduardo

The rapid population growth determines the appearance of vital needs such as mobilization of people to their places of study, work, entertainment and other activities such mobilization is performed in vehicles whose operation is slowly causing damage to the nature, on this aspect is developed in this research to be analyzed and then pose as a proposal to improve the octane of gasoline by adding hydrogen and oxygen by electrolysis of water, for reducing greenhouse gases and increasing combustion in an internal combustion engine of the vehicle fleet in the canton Latacunga, the work is divided in three sections; the first chapter is determined by the problematization and general concepts fundamental to the development of this research, in the second chapter contains methodological applications made for this job and the third chapter deals with the findings, conclusions and recommendations made to achieve the success of the investigation.

## **OBJETIVOS.**

### ***Objetivo General.***

Establecer una propuesta de mejoramiento del octanaje de la gasolina por la adición de hidrogeno y oxigeno mediante electrólisis del agua, para la determinación de los niveles de disminución de los gases de efecto invernadero en el parque automotor del cantón Latacunga y el incremento de la combustión en un motor de combustión interna.

### ***Objetivos Específicos.***

- Determinar los niveles de contaminación producidos en la combustión vehicular del motor de combustión interna.
- Analizar e interpretar de forma cuantitativa porcentual los índices de reducción de gases de efecto invernadero en el parque automotor del cantón Latacunga.
- Implementar y evaluar un sistema de mejoramiento de combustión y octanaje con la adición de hidrógeno y oxígeno en gas a un motor de
- combustión interna.

## CAPITULO III

### 3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO OBTENIDOS CON LA IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA.

#### 3.1. *Interpretación de Datos Obtenidos en la Medición de Emisiones de GEI en la CORPAIRE.*

La metodología para este efecto se determinó promediando los valores de las mediciones en ralentí y acelerado, del protocolo de pruebas efectuadas en la Corpaire con equipo y sin equipo, luego multiplicando los valores promediados registrados con equipo por 100 y dividiéndolos para los valores promediados sin equipo. El Resultado será porcentaje de generación actual es decir con equipo, este valor se restara de 100 y obtendremos el valor de disminución de los gases con respecto a los valores sin equipo.

$$\frac{VPCE \times 100}{VPSE} \Rightarrow PGAGEI - 100 \Rightarrow VDGEI$$

VPCE= Valor promedio Con Equipo.

VPSE= Valor Promedio Sin Equipo.

VDGEI= Valor de Disminución de Gases de Efecto Invernadero.

PGAGEI= Porcentaje de generación Actual de gases de Efecto Invernadero.

*TABLA NO 9 INTERPRETACIÓN DE DATOS Y PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN DE GEI. (Ver anexo 1 y 2).*

**RALENTÍ 900 RPM**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PROMEDIO ESTADISTICO SIN EQUIPO 2004 – 2010 (VPSE)</b>	<b>ANÁLISIS CORPAIRE CON EQUIPO 2011 (VPCE)</b>	<b>PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN (VDGEI)</b>
<b>% CO</b>	2,65	0,84	<b>-68,28</b>
<b>% O2</b>	0,64	2,53	<b>293,56</b>
<b>Ppm HC</b>	275,57	217,00	<b>-21,25</b>
<b>Relación LAMDA</b>	1,00	1,09	<b>9,00</b>
	factor ideal	mezcla pobre	

**ACELERADO A 2500 RPM**

<b>% CO</b>	4,61	2,33	<b>-49,44</b>
<b>% O2</b>	0,85	1,27	<b>49,16</b>
<b>Ppm HC</b>	214,14	197,00	<b>-8,01</b>
<b>Relación LAMDA</b>	1,03	0,98	<b>-4,85</b>
	mezcla pobre	mezcla rica	

*Elaborado por: Soria 2011*

*TABLA NO. 10 VALORES PROMEDIOS DE DIFERENCIAS DE GEI.*

<b>(VDGEI) Ralentí</b>	<b>(VDGEI) (Acelerado)</b>	<b>(VPDGEI) Valor Promedio De Disminución De Gases De Efecto Invernadero</b>
<b>-68,28</b>	<b>-49,44</b>	<b>-58,86</b>
<b>293,56</b>	<b>49,16</b>	<b>171,36</b>
<b>-21,25</b>	<b>-8,01</b>	<b>-14,63</b>
<b>9</b>	<b>-4,85</b>	<b>2,075</b>

*Elaborado por: Soria 2011*

De los análisis con los equipos especializados en la CORPAIRE Quito sector Guamaní, se puede colegir el porcentaje de disminución haciendo la siguiente relación porcentual estadística del vehículo experimental Suzuki Forsa año 1994 de 1000 cc, placas PNH-072 (*Ver anexo 10*), cuyo valor promediado es de 58.86 % del grupo carbónico (VPDGEI), 171,36 para el oxígeno residual, 14,63 de disminución en ppm, para el caso del factor ideal Landa se encuentra en ambos casos debajo del rango, dando como explicación que es una mezcla pobre en presencia de carbono en los gases residuales medidos.

### ***3.1.1. Análisis de Disminución del Consumo de Combustible Fósil en el Motor de Combustión Interna De 1000 cc a Base De Gasolina extra.***

Para la determinación del consumo de combustible realizaremos la medición de cantidad de galones consumidos sobre kilómetros recorridos con el método del tanque lleno que consiste en llenar el tanque totalmente hasta un punto determinado y luego de un determinado recorrido lo volvemos a llenar hasta el mismo punto, en la misma estación de servicio, en el mismo surtidor de gasolina y de preferencia en las mismas condiciones climáticas.

***TABLA NO. 11 MEDICIÓN NORMAL DE CONSUMO DE GASOLINA.***

KILOMETRAJE			TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	GALONES CONSUMIDOS	COSTO DÓLARES	PROMEDIO RENDIMIENTO Km/G	
INICIAL	FINAL	RECORRIDO					
1	13802	13840,3	38,3	55,54	0,837	1,238	45,7586619
2	14073,4	14174,4	101	130	2,24	3,20	45,0892857

*Elaborado por: Soria 2011*

**Análisis e interpretación:** De acuerdo a la tabla, en condiciones normales y sin el equipo, se puede apreciar que con un recorrido de 38,3 y un tiempo de funcionamiento de 55,54 se consumen 0,837 galones, esto representa un costo de 1,238 dólares; mientras que con 101 Km. de recorrido; un tiempo de funcionamiento de 130 y 2,24 galones consumidos el costo de 3,20. Como resulta obvio, a mayor recorrido, mayor uso de combustible; por consiguiente más contaminación, de esto se desprende que se requiere implementar alternativas que disminuyan el efecto contaminante. Adicionalmente se puede establecer que el promedio de rendimiento del combustible es 45Km por galón.

*TABLA NO 12. MEDICIÓN DE CONSUMO CON EQUIPO*

	KILOMETRAJE			TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	GALONES CONSUMIDOS	COSTO DÓLARES	RENDIMIENTO KM/G
	INICIAL	FINAL	RECORRIDO				
1	13614,7	13749,45	134,75		2,680	3,980	50,27985075
2	13749,45	13802,00	52,550		1,351	2,000	38,89711325
3	13865,3	13928,55	63,25	53	0,915	1,36	69,12568306
4	13954,4	14073,35	118,95	140	1,972	2,92	60,31947262
5	15192,45	15632,9	440,45		7,91	11,71	55,68268015
6	15632,9	16086,15	453,25		8,18	12,12	55,40953545
7	16086,15	16511,6	425,45		7,6	11,25	55,98026316
8	20955,3	21486,4	531,1		7,64	11,32	69,51570681
<b>(Suma total del rendimiento) TOTAL</b>					RENDIMIENTO		<b>455,2103052</b>
<b>(Suma total / Numero de rendimientos) RENDIMIENTO PROMEDIO</b>							<b>56,90128816</b>
<b>{(Rendimiento con Equipo X 100)/Rendimiento sin equipo} / - 100</b>					PORCENTAJE		<b>25,26708562</b>
<b>AHORRO</b>							<b>25,26708562</b>

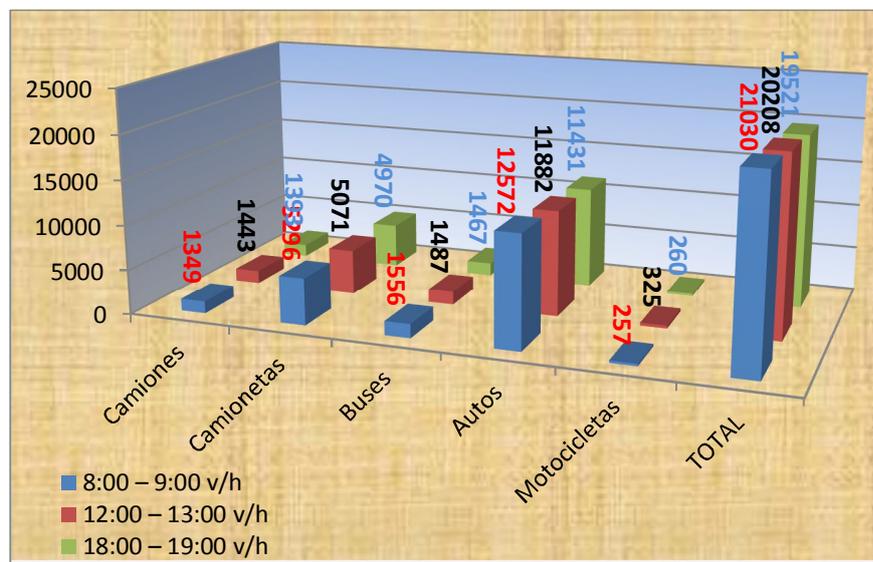
*Elaborado por: Soria 2011*

**Análisis e interpretación:** De acuerdo a los datos anteriores, con el equipo, se puede apreciar que hay un 25,26 de porcentaje de ahorro; esto demuestra la utilidad del sistema que se propone aun cuando se lo ha utilizado en distancias de 63,25 y 118,25 Km con un tiempo de funcionamiento de 53 y 140 minutos; hay un consumo de 0,91 y 1,97. La información recolectada y procesada da a comprender que el equipo que se propone es eficiente en cuanto a reducción de contaminación, costos y uso de combustible, con el uso del hidrógeno como energía alternativa, puesto que el rendimiento en Kilómetros promedio es de 56,90 Km/galón, muy superior a los 45 Km/ Galón que rinde sin el equipo electrolizador.

**3.1.2. Interpretación De Los Niveles De Reducción De GEI En Relación Al Parque Automotor Del Cantón Latacunga.**

**3.1.2.1. Cálculo de los Valores Promedios Vehiculares y de Recorrido del Cantón Latacunga.**

*GRÁFICO NO. 16 ANÁLISIS PROMEDIO DE AUTOMOTORES POR HORA EN LATACUNGA*

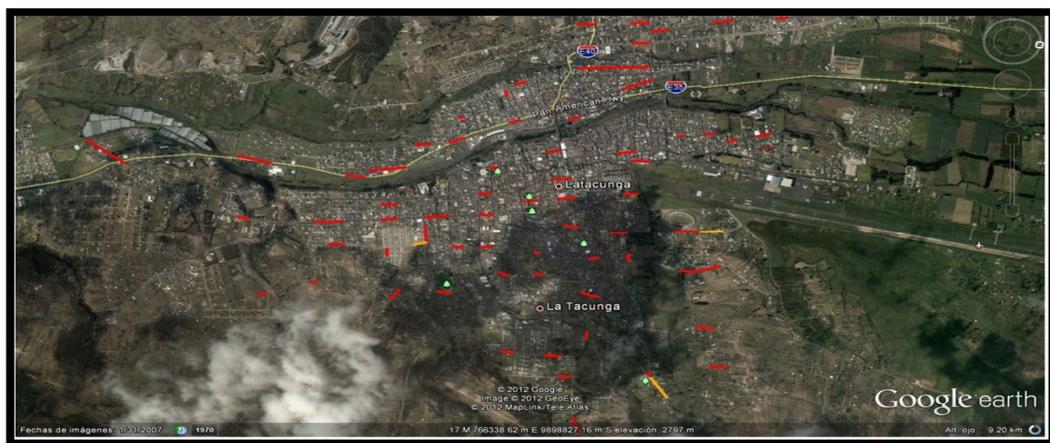


Fuente: ULLOA, M. et.al (2007. pág. 39)  
 Elaborado por: Soria 2011.

Utilizando el estudio científico de ULLOA, M. et.al (2007) se determina mediante una medición satelital el valor promedio de vehículos que circulan en la parroquia matriz del Cantón Latacunga, determinándose en 20253 vehículos por hora que circulan en Latacunga. (Ver anexo 12).

Para poder utilizar los factores de emisión de gases de efecto invernadero se debe establecer el recorrido del vehículo, para lo cual basados en los lugares de monitoreo que se basaron en el estudio de la “Determinación de La Contaminación Acústica y Levantamiento De Curvas Isosónicas En Centros Poblados de Latacunga y Quito, Proyecto de Investigación PIC-CEREPS-10” se promediaron las distancias recorridas por los vehículos, esta medición se la realizó utilizando la herramienta virtual de Información Geográfica Google Earth 6.0.

*GRAFICO No. 17 VISTA SATELITAL DE LATACUNGA CON LAS DISTANCIAS MEDIDAS.*



*Elaborado por: Soria 2011  
Fuente Google Earth 6.0*

Los resultados de este tipo de medición se la establecieron en metros y transformado luego a Kilómetros, lo cual se ha promediado en base a lo determinado en la página No. 39 del cuadro de puntos del estudio Determinación de La Contaminación Acústica y Levantamiento de Curvas Isosónicas En Centros Poblados de Latacunga y Quito, Proyecto de Investigación PIC-CEREPS-10.

TABLA NO. 13 VALOR PROMEDIO DE LA DISTANCIA RECORRIDA EN LATACUNGA.

VALOR PROMEDIO DE LAS DISTANCIAS RECORRIDAS POR LOS AUTOMOTORES		
No.	SECTORES DE EDICIÓN	Distancia en Km.
1	Av. Simón Rodríguez entre Salvador y México	0,094
2	Av. Simón Rodríguez entre Costa Rica y Paraguay	0,140
3	Velasco Ibarra entre Juan de Dios Martínez y Luis Cordero	0,120
4	Gonzalo Córdova entre José Flores y Clemente	0,084
5	Velasco Ibarra entre Arosemena y Ponce	0,058
6	Antonio Borrero entre Rocafuerte y Gral. Gallo	0,738
7	Antonio Borrero entre Francisco Robles y Galo Plaza	0,043
8	Luis de Anda entre Panzaleos y Puruhaes	0,178
9	Luis de Anda entre Tiopullo y Panzaleos	0,164
10	Tahuantinsuyo entre panzaleos y Huancavilcas	0,302
11	Malacatos entre Cirones y Cañarís	0,136
12	Ayabaca entre Cibadas y Cumb	0,122
13	Plaza San Martín	0,044
14	Tomebaba entre General Proaño y Palenques	0,224
15	Av. Simón Rodríguez entre Brasil y Argentina	0,129
16	10 de agosto entre argentina y c	0,137
17	10 de agosto entre 5 de junio y Vázquez	0,137
18	Av. Iberoamericana y 5 de junio	0,050
19	Av. Iberoamericana y parque del ganado	0,125
20	Av. Cotopaxi entre gatazo y Ta	0,244
21	Av. Cotopaxi entre Tanicuchi y las palmas	0,276
22	Marco Aurelio Subía entre Gatazo y General Montero	0,236
23	Marco Aurelio Subía entre 5 de junio y guayas	0,109
24	Av. Eloy Alfaro entre Gral. Andrade y Vargas Torres	0,084
25	Av. Amazonas entre E. Reyes y Antonio José de Sucre	0,136
26	Antonio Clavijo entre la Ciénega y Cristóbal Cepeda	0,133
27	Sánchez de Orellana entre Cristóbal Cepeda y Gral. Proaño	0,101
28	Av. Napo entre Gral. Proaño y Calixto Pino	0,118
29	Antonia Vela entre Av. 5 de junio y Guayaquil	0,107
30	Belisario Quevedo entre Juan Abel Echeverría y Guayaquil	0,141
31	Sánchez de Orellana entre Juan Abel Echeverría y Guayaquil	0,125
32	Av. Napo entre Juan Abel Echeverría y Guayaquil	0,107
33	Sánchez de Orellana entre Padre Salcedo y Maldonado	0,099
34	Isla San Salvador entre Isla Española y Rábida	0,042
35	Oriente entre Juan Abel Echeverría y Bartolomé	0,077
36	General Proaño y Oriente	0,072

37	Isla Isabela entre Juan Abel Echeverría y Marchena	0,143	
38	Tomas de Berlanga entre Española y Rábida	0,077	
39	Tomas de Berlanga y las Iguan	0,084	
40	Juan Abel Echeverría y La pint	0,066	
41	Isla Marchena entre caraquis y Rey Fernando	0,062	
42	Laguna Cuyabeno entre laguna Atilia y Laguna Colta	0,121	
43	Laguna Cuyabeno entre laguna Garsucocha y Trajano Naranjo	0,092	
44	Laguna Cuicocha entre Laguna Atilia y Manchena	0,097	
45	Isla Manchena y Sengundo Her	0,149	
46	Rio Cutuchi entre Río Guayas y Rio Bombona	0,090	
47	Rio Tigre y Pumacunchi	0,050	
48	Manabí entre Loja y Azuay	0,049	
49	Av. Marco Aurelio Subía entre Loja y Cañar	0,126	
50	Av. Marco Aurelio Subía entre San Pablo y Pumacunchi	0,085	
51	Zamora Chinchipe	0,114	
52	Alberto Varela entre Demetrio Aguilera y M. Ángel Silva	0,273	
53	Av. Amazonas entre Tarqui y Hnas. Páez	0,066	
54	Quito entre Hnas. Páez y Marques de Maenza	0,096	
55	Quijano y Ordoñez entre Hnas. Páez y Marqués de Maenza	0,107	
56	Av. Unidad Nacional entre Av. Rumiñahui y Av. Atahualpa	0,178	
57	Sixto Lanas entre Leopoldo Pino y Quevedo	0,114	
58	Av. Unidad Nacional entre Leopoldo Pino y Silva	0,119	
59	Av. Atahualpa entre Roosevelt y Ayacucho	0,159	
60	Av. Roosevelt entre Atahualpa y Rosa Darquea	0,099	
61	Av. Roosevelt y Euclides Salaz	0,072	
62	Av. Roosevelt entre Carabobo y Rumiñahui	0,086	
63	Av. Roosevelt entre José Villamil y Marques de Maenza	0,090	
64	Cariguayrazo entre Chimborazo y Antizana	0,110	
65	Putzalahua entre Quilindaña y Atacaso	0,116	
66	Av. Eloy Alfaro entre Demetrio Aguilera y Juan León Mera	0,147	
67	Av. Eloy Alfaro entre Eugenio Espejo y Julio Andrade	0,252	
68	Av. Unidad Nacional entre Manuela Sáenz y Gabriela Mistral	0,208	
69	Av. Unidad Nacional y Primero de Abril	0,094	
70	Roosevelt entre Manuela Sáenz y Cañizares	0,122	
71	Antonio de Ulloa y Pedro Boug	0,050	
72	Padres de la Providencia y Agu.	0,798	
73	Rafael Cajiao entre Eloy Alfaro y Los Fresnos	0,358	
		<b>TOTAL</b>	<b>10,350</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>0,1418</b>

Fuente: ULLOA, M. et.al (2007. pág. 39)  
 Elaborado Por: Soria 2011

De las medidas establecidas de forma satelital, se referencia que el valor promedio de los puntos de medición del número de vehículos por hora en el Cantón Latacunga es de 141,8 metros lo que expresado en kilómetros da un valor de 0,1418 Km.

### ***3.1.3. Cálculo de Emisiones por Tipo de Vehículo en el Cantón Latacunga.***

Para determinar la cantidad estimativa de GEI que produce la cabecera cantonal del cantón Latacunga nos basamos en la Guía práctica de emisiones de gases de efecto invernadero versión 2011, con la metodología del cálculo y factor de emisión con respecto a la distancia recorrida y su especificación en el anexo 3 literal A referente a los desagregados por conducción presentes en esta guía.

Para determinar los datos de cálculo para este método se debe establecer las distancias recorridas en cada una de las secciones de vía, a esto se lo debe multiplicar por el número de tipo de carros que pasan por esta vía y multiplicarlos por el factor de emisión por tipos de vehículos. De esta manera se determinará la cantidad en gramos de CO<sub>2</sub> emiten los vehículos según la investigación realizada por la publicación de la UTC - SENACYT “Determinación de la contaminación acústica”.

<b><i>No de Kilómetros Recorridos por cada Vehículo</i></b>	<b><i>X</i></b>	<b><i>No de vehículos recorridos por cada hora</i></b>	<b><i>X</i></b>	<b><i>Factor de emisión por tipo de vehículo.</i></b>
---	-----------------	--	-----------------	---

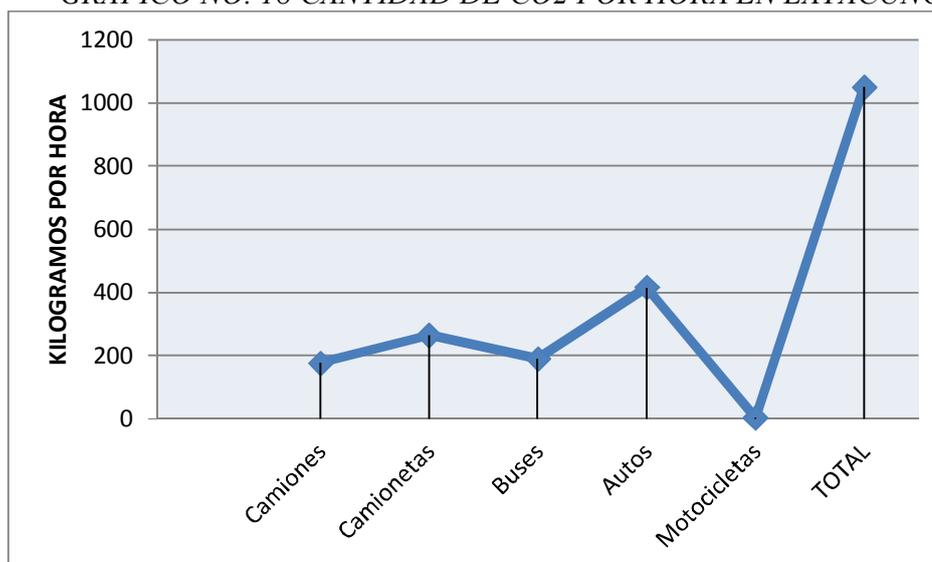
Para determinar el recorrido promedio de los automotores tomados en cuenta en el estudio de la determinación de la contaminación acústica del cantón Latacunga, hemos utilizado una herramienta del sistema de información geográfica establecido por Google Earth, con lo cual se ha podido medir los recorridos establecidos en dicho estudio específicamente la tabla del numeral 4.2 Coordenadas de muestreo del ruido de la zona urbana del cantón Latacunga, expresado de la siguiente manera:

*TABLA No. 14 CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE GEI EMITIDOS A LA ATMOSFERA (Ver anexo 10).*

Vehículos por hora	8:00 – 9:00 v/h	12:00 – 13:00 v/h	18:00 – 19:00 v/h	Promedio vehículo	No. Kilómetros recorridos Promedio	No. Vehículos/hora Promedio	Factor Emisión Media para cada tipo	Resultado g CO <sub>2</sub> /Km/Hora	Resultado en Kilos CO <sub>2</sub> /Km/Hora
<b>Camiones</b>	1349	1443	1393	1395	0,142	1395	892	176444,2	<b>176,44</b>
<b>Camionetas</b>	5296	5071	4970	5112	0,142	5112	366	264925,9	<b>264,93</b>
<b>Buses</b>	1556	1487	1467	1503	0,142	1503	892	190104,4	<b>190,10</b>
<b>Autos</b>	12572	11882	11431	11962	0,142	11962	245	415345,1	<b>415,35</b>
<b>Motocicletas</b>	257	325	260	281	0,142	281	83	3308,077	<b>3,31</b>
<b>TOTAL</b>	<b>21030</b>	<b>20208</b>	<b>19521</b>	<b>20253</b>		<b>20253</b>		<b>1050128</b>	<b>1050,13</b>

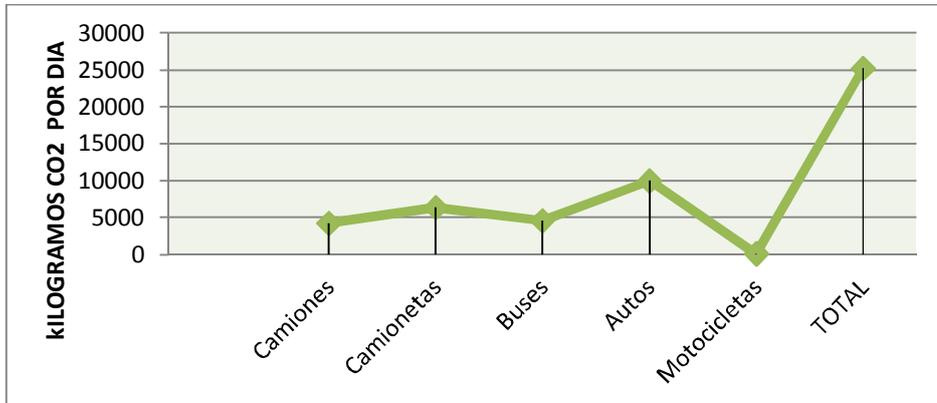
*Elaborado por: Soria 2011.*

*GRAFICO NO. 18 CANTIDAD DE CO2 POR HORA EN LATACUNGA 2007*



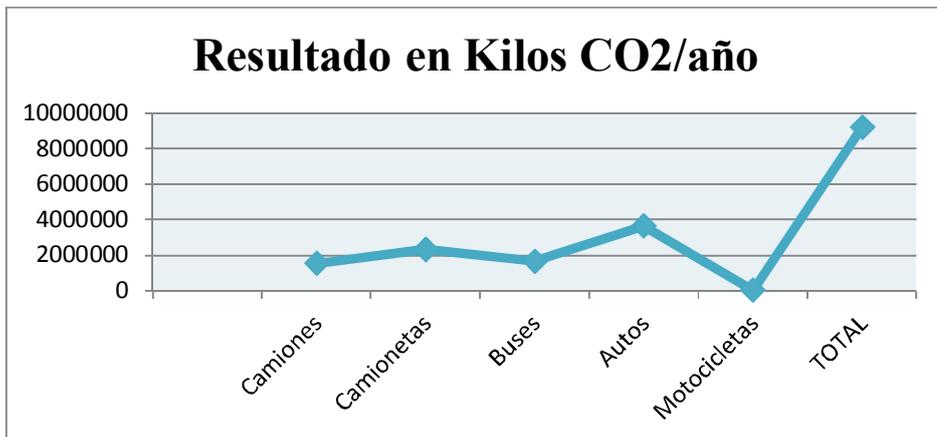
*Elaborado por: Soria 2011*

GRÁFICO NO. 19 CANTIDAD DE CO2 POR DÍA EN LATACUNGA 2007



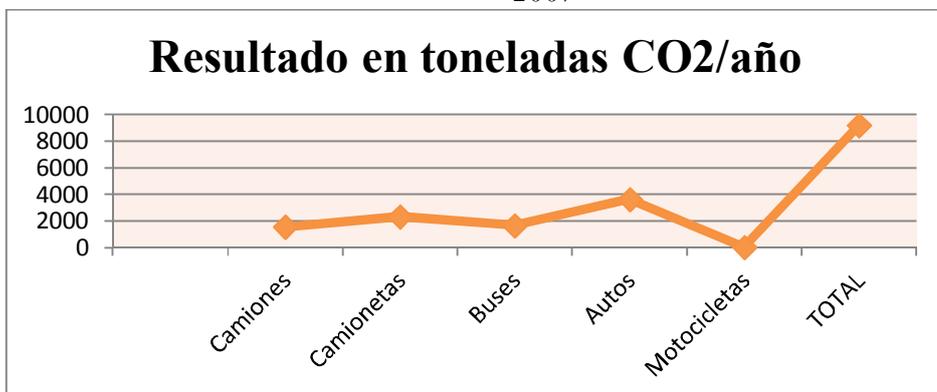
Elaborado por: Soria 2011

GRÁFICO NO. 20 CANTIDAD DE CO2 POR AÑO EN LATACUNGA 2007



Elaborado por: Soria 2011

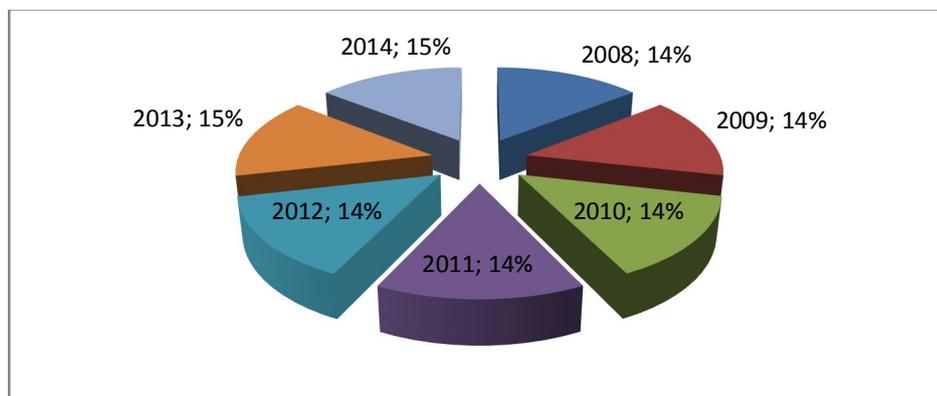
GRAFICO NO. 21 CANTIDAD DE CO2 POR AÑO EN TONELADAS LATACUNGA 2007



Elaborado por: Soria 2011

Del resultado de este cálculo expresado en la tabla anterior se puede determinar que en la parroquia matriz del cantón Latacunga por cada hora en promedio se produce 1050,13 Kg CO<sub>2</sub> provenientes de las emisiones de los diferentes tipos de vehículos, lo que estadísticamente se puede avizorar que si esto se produce en una hora en las 24 horas del día se estimaría en 25203,12 Kg de CO<sub>2</sub> por día y convertido a toneladas son 25,203 T de CO<sub>2</sub> /día. Este cálculo se lo puede estimar anualmente en 9199,095 Toneladas de CO<sub>2</sub>/año.

*GRAFICO NO. 22. PROYECCIÓN CANTIDAD CO2 HASTA 2014*



*Elaborado por: Soria 2011*

El gráfico muestra un aumento de aproximadamente entre 14 15% entre los años 2008 y el año 2014, de CO<sub>2</sub> como gases de efecto invernadero.

### ***3.2. Cálculo de la Disminución de la Contaminación por la Adición de Hidrogeno y Oxígeno en un Motor de Combustión Interna.***

Para determinar la reducción de la contaminación se aplica el porcentaje de reducción de CO<sub>2</sub> a la cantidad total encontrada con la metodología anterior descrita y de esta

manera determinaremos cuanta cantidad de CO<sub>2</sub> genera estos puntos de concentración vehicular en Latacunga, luego establecemos la cantidad de reducción aplicando el porcentaje de reducción determinado en los análisis de gases efectuados en el vehículo de prueba y aplicada este valor para cada 1000cc de tamaño de motor.

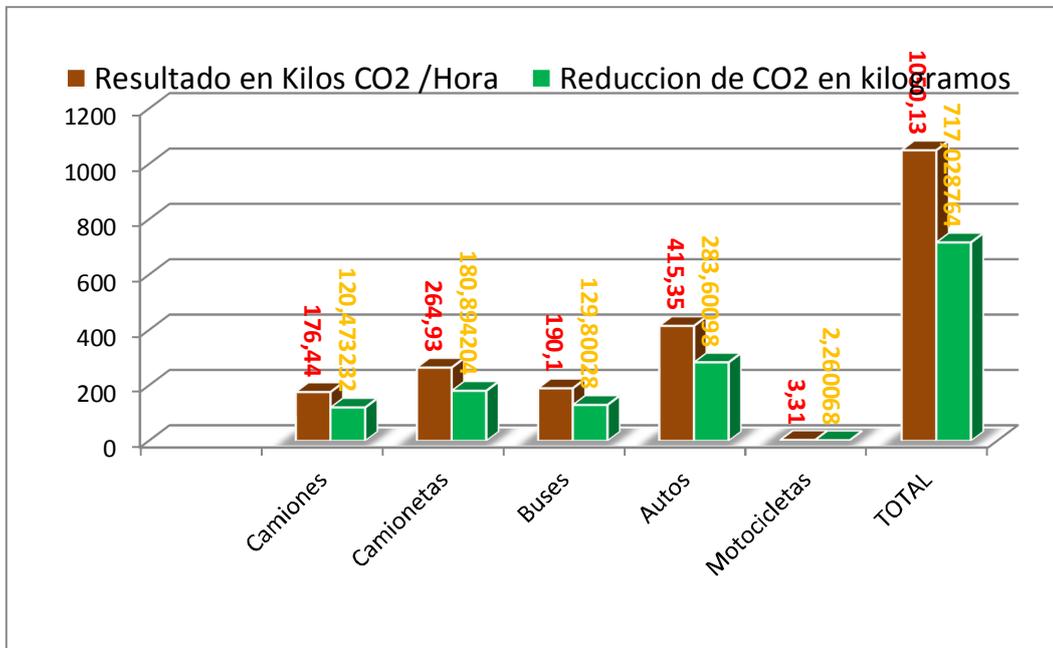
$$\text{Cantidad Total de emisiones Calculadas} = \frac{(\text{Cantidad Total de emisiones Calculadas}) \times (\% \text{ de disminución de gases})}{100\%}$$

*TABLA NO. 15 DETERMINACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.*

<b>Vehículos por hora</b>	<b>Resultado en Kilos CO<sub>2</sub>/Km /Hora</b>	<b>60 % de reducción de Contaminación</b>
<b>Camiones</b>	<b>176,44</b>	<b>120,473232</b>
<b>Camionetas</b>	<b>264,93</b>	<b>180,894204</b>
<b>Buses</b>	<b>190,1</b>	<b>129,80028</b>
<b>Autos</b>	<b>415,35</b>	<b>283,60098</b>
<b>Motocicletas</b>	<b>3,31</b>	<b>2,260068</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1050,13</b>	<b>717,028764</b>
	Sin Equipo	Con Equipo

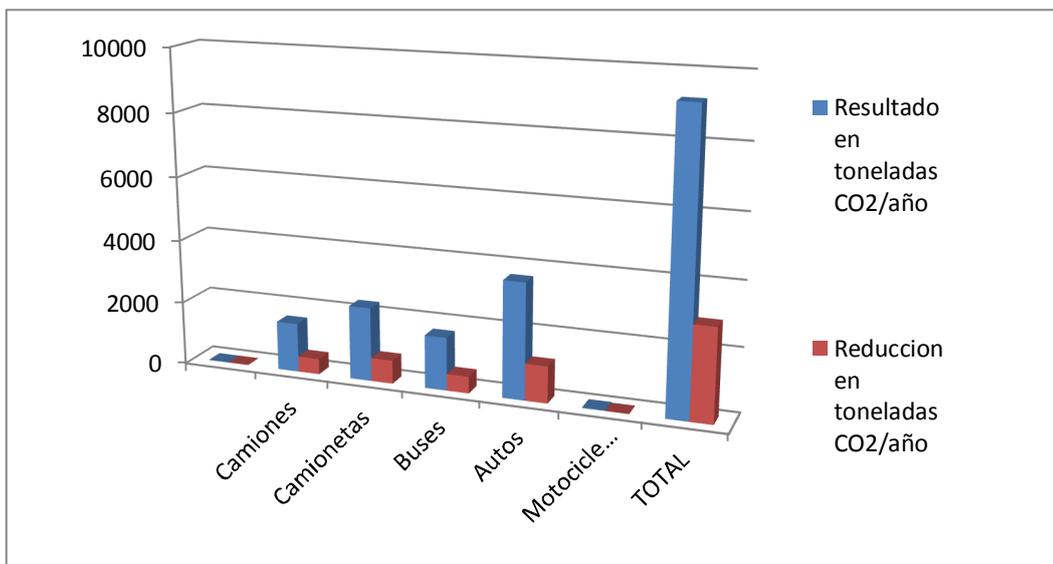
*Elaborado por: Soria 2011*

GRÁFICO No. 23 REDUCCIÓN DE CO2 EN LATACUNGA EN KILOGRAMOS  
HORA



Elaborado por: Soria 2011

GRAFICO No. 24 DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN TONELADAS  
/AÑO



Elaborado por: Soria 2011

Del análisis gráfico se puede determinar que la reducción es drástica en cuanto a emisiones de carbono, lo que significa que la adición de hidrógeno y oxígeno en la combustión es efectiva, pero aún está presente el resto de emisiones en el porcentaje faltante por lo que se debe investigar más para eliminar totalmente estas emisiones o a su vez poder captarlas a través de la forestación, reforestación, y revegetación de espacios que se puedan destinar para estos fines, con especies forestales nativas y adaptadas a la zona.

Los sectores con mayor tráfico vehicular de la zona urbana de Latacunga son:

En la mañana de 08H00 a 09H00 la Av. Unidad Nacional entre Manuela Sanz y Gabriela Mistral correspondiente al sector Sur de la ciudad, en donde transitan 1198 automotores/hora, la circulación vehicular se debe principalmente a la gran cantidad de automóviles y camionetas que circulan. El ruido es moderado ya que no representa una zona comercial, sus calles son amplias y solo transitan ciertas líneas de buses.

A mediodía, de 12H00 a 13H00 la Av. Unidad Nacional entre Leopoldo Pino y Silva correspondiente al sector Sur de la ciudad en donde se trasladan 1189 automotores/hora. La circulación en este sector se debe a la concentración de automóviles y camionetas, la avenida es muy amplia.

Se puede afirmar que en la ciudad de Latacunga, de 18H00 a 19H00 es donde existe mayor tránsito vehicular.

## CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de esta investigación se pudo establecer una propuesta de mejoramiento del octanaje de la gasolina por la adición de hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis del agua, para la determinación de los niveles de disminución de los gases de efecto invernadero en el parque automotor del cantón Latacunga y el incremento de la combustión en un motor de combustión interna, escogiendo el mejor dispositivo en base a la generación, estabilidad de temperatura y voltaje, dando como resultado el dispositivo de placas de la tercera configuración, con un voltaje total de 13.8 voltios, voltaje individual entre placas en el primer grupo de celdas 3.45 voltios; y, voltaje individual entre placas del segundo grupo de celdas 4.6 voltios, amperaje 5 amp. con una producción de gas HOH, el mismo cc. Marca Suzuki Forsa del año 1994.
- Se pudo comprobar la disminución de los gases de Efecto Invernadero al someter el vehículo a las pruebas estandarizadas de la CORPAIRE, evidenciando que el CO<sub>2</sub> está en el 68% de reducción, aumenta el oxígeno presente en la combustión residual en 208%, los ppm se reduce en el rango de 21% y la relación Lambda, que es la relación de combustible no combustionado en los gases residuales es ligeramente superior a 1, dando una mezcla pobre, es decir baja presencia de CO<sub>2</sub> en los gases expulsados al ambiente. Todo esto en Ralentí.
- Se ha comprobado con el motor acelerado a 2500 RPM y realizando el mismo protocolo de pruebas en la CORPAIRE, la disminución del grupo carbónico está en 49%, aumenta el oxígeno residual presente en la combustión en 49%, los ppm se reduce en el rango de 8% y la relación lambda que es la relación de del combustible no combustionado en los gases residuales es menor a 1, dando mezcla pobre, es decir baja presencia de C en los gases expulsados al ambiente, a pesar que para alcanzar estas revoluciones hay que acelerar el motor

incrementando la inyección de combustible en el sistema de combustión, sin embargo hay una significativa reducción de los gases de Efecto Invernadero, lo que quiere decir que tanto en ralentí como el motor en marcha el dispositivo implementado cumple con el objetivo de bajar los gases de Efecto invernadero (GEI).

- Al Implementar este dispositivo en el vehículo experimental se pudo comprobar de las mediciones de consumo contrastadas con el equipo y sin el equipo, que el ahorro se manifiesta en el rango del 25%,este es un efecto colateral no buscado dentro de los objetivos, pero que vale la pena destacarlo para derivación de análisis económico.
- De las proyecciones estadísticas de Generación de GEI en Latacunga aplicándola Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI), Versión de marzo del 2011, Norma UNE-ISO 14064-1 y comparando con el nivel de reducción experimentado se pudo determinar que en la parroquia matriz del cantón Latacunga por cada hora en promedio se produce 1050,13 Kg CO<sub>2</sub> provenientes de las emisiones de los diferentes tipos de vehículos, lo que estadísticamente nos refleja que si esto se produce en una hora, e las 24 horas del día se estimaría en 25203,12 Kg CO<sub>2</sub> por día y esto convertido a toneladas nos da 25.203,00 T de CO<sub>2</sub> /día. Este Cálculo se lo puede estimar anualmente en 9199,095 Toneladas de CO<sub>2</sub> /año. Aplicando el 60% de disminución de gases generados por la adición de hidrógeno y oxígeno en la combustión automotriz se establece que se dejaría de producir 5519.457 TCO<sub>2</sub>/año; generándose únicamente 3679.638 T CO<sub>2</sub>/año, en relación a las 9199.095 T CO<sub>2</sub> /año generados sin la implementación de ningún sistema de mejoramiento de la combustión.
- De los experimentos realizados a través de esta etapa de investigación se determina que el único material conocido hasta la actualidad para realizar los electrodos en forma de placa para este tipo de electrolizadores es el que en su

composición química tiene el grado de acero Inoxidable 316L, que es el equivalente a acero inoxidable del grado quirúrgico.

- Se pudo determinar que los efectos en el motor son nulos, pues al momento de destapar el motor para una revisión rutinaria con el Ing. Diego Toro, en busca de posibles defectos por detonación de hidrógeno en la cámara de combustión, no se encontró daño o defecto alguno, con respecto a los efectos negativos que produce el GLP en motores de combustión interna, los mismos que conllevan al deterioro de las paredes del cilindro con la presencia de picados en la estructura metálica que recorre el pistón, al contrario, mantienen libre de hollín la cámara de combustión, las bujías e incluso el aceite tiene una vida útil más larga.
- Se concluye que la proporción de adición de hidrógeno y oxígeno provenientes de la electrólisis del agua es de 2 litros por minuto por cada 1.000 cc., lo que quiere decir como ejemplo que para motores de cilindrada superior habrá que multiplicar 2 LPM x los centímetros cúbicos del motor a utilizarse, obteniendo que para un motor de 2000 c.c. será necesario 4 LPM, lo que significa el aumento de placas en el diseño del electrolizador.
- Para análisis de resultados de la implementación del sistema propuesto, se lo sometió a la Revisión Técnica Vehicular en la Corpaire Guamaní en la ciudad de Quito, la misma que dio como resultado que los niveles de disminución de gases de Efecto Invernadero están muy por debajo de la norma, que a pesar de ser un automóvil con sistema a base de carburador, los niveles de generación de gases se encontraban similares a los de un vehículo del mismo tipo pero con un sistema más eficiente a base de inyección electrónica.
- Hemos determinado que tanto el Hidrógeno y el Oxígeno por sus propiedades químicas se han convertido y potencialmente son un agente ecológico de

mejoramiento del octanaje de la gasolina, pues comúnmente para mejorarlo se agregan aditivos químicos complejos con la consecuente contaminación del medio, para este caso el hidrógeno y oxígeno se convierten en un mejorador de la combustión de la gasolina sin contaminación alguna del medio.

## RECOMENDACIONES

- NO es aconsejable el uso y desarrollo de biocombustibles, ya que para su producción se destinan grandes cantidades de tierras de cultivo, además esa producción no se destina para el consumo humano, contrariando lo que se estipula como soberanía alimentaria, el buen vivir o SumakKawsay. Tomando en cuenta que el biocombustible genera la misma cantidad de CO<sub>2</sub> por litro que la gasolina, por lo que no es una solución específica en la lucha contra el Calentamiento Global.
- Debe plantearse, diseñarse y posteriormente implementarse una estrategia tendiente a disminuir la contaminación, las cuales pueden efectuarse a través del GAD de Latacunga conjuntamente con un sistema de monitoreo de la Calidad del Aire de Latacunga, que propositivamente se podría llamar CORPAIRE LATACUNGA (Corporación para el Aire de Latacunga).
- Cuando se realicen las pruebas de generación de gas, se las debe efectuar en un lugar abierto, para que el gas que se genere en exceso se disipe rápidamente en la atmosfera con fin de evitar explosiones inesperadas, como las que fueron parte de esta investigación.
- Para evitar esfuerzos electromecánicos a los vehículos por el amperaje utilizado en el electrolizador, se los debe equipar con un capacitor en el rango de 1 – 3 faradios, el mismo que servirá como almacenamiento de energía durante los periodos de inercia del vehículo, para utilizarla cuando el equipo demande de la misma, minimizando el esfuerzo de la batería y alternador.
- Debe plantearse, diseñarse y posteriormente implementarse una estrategia tendiente a disminuir la contaminación en forma general para todo el parque automotor.

- Hay alternativas que deben ser analizadas a profundidad a fin de plantearlas como agentes que disminuyan la contaminación.
- Las pruebas realizadas en el presente trabajo deben someterse a la respectiva validación a fin de ampliar el espectro de uso y disminuir los efectos contaminantes.
- En las pruebas de la CORPAIRE, los valores obtenidos según manifestaciones de los mismos empleados se establece que los valores corresponden a un vehículo del mismo modelo pero de año y cilindraje superior, refiriéndose que los valores están en el rango de un Chevrolet Forsa 2003 de 1300 cc que posee convertidor catalítico y de sistemas de inyección electrónica, comprobándose que en el vehículo experimental que aun de no poseer estos sistemas modernos de reducción de consumo y de contaminación con la adición de hidrógeno y oxígeno es muy eficiente igualando y superando los rangos establecidos en esos sistemas.

## BIBLIOGRAFÍA

- BALD, J. *Adelantos ergonómicos de la cabina del camión*. Volumen 75. Número 1. Cuba: Revista "Auto y Camión Internacional en Español, 1998.
- CASADO E, NAVARRO J, JIMENEZ J, GRACIA J, MORALES T, *Técnicas Básicas de mecánica y electricidad*. Madrid-España: Ediciones Paraninfo S.A.}2009, pág. 22, 94, 98.
- CMNUCC. *Cambio Climático*. México. 2012. 05/julio/2014. Disponible en: 2001
- COURSE WILLIAM, H. *Sistemas de alimentación de combustible, lubricación y refrigeración del automóvil*. 1era Edición. Barcelona: Editorial Marcombo, 2009, pág. 28
- DE JUANA J, SANTOS F, CRESPO A, *Energías Renovables para el desarrollo*. Primera Edición. España: Thomson Editores. Paraninfo S.A. 2009, pág. 311
- DI PELINO, V. *La Energía*. Argentina-Buenos Aires: 2009
- DICKSON T, *Química con enfoque ecológico*. Décimo tercera edición. México: Limusa Noriega Editores. 2000, pág. 84.
- El Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de emisiones Vehiculares (CCICEV). Fiscalización Centros de Revisión Vehicular. Quito-Ecuador: MDMQ – FN – EPN, 2001
- FERNÁNDEZ, X., GÓMEZ, F. *Indicadores de eficiencia energética en México: 5 sectores, 5 retos*. México: SENER. 2011, pág.16.
- GONZÁLEZ, J. Control de la corrosión. Estudio y medida por técnicas electroquímicas. Madrid: CSIC. 2000.
- Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI). Cambio climático. España: Norma UNE-ISO 14064-1, 2011.
- IPCC, *Cambio Climático. Bases Físicas*. Suiza: OMM. PNUMA. 2014. Pág. 14.
- Ministerio del ambiente. Cambio climático. Ecuador: Proyecto ECU/99/G31 Cambios Climáticos, 2001.

- OROVIO, M. *Tecnología del automóvil*. Primera Edición. Ediciones Paraninfo S.A. Madrid (España) 2009.
- QUEVEDO, C. Análisis de mitigación de gases de efecto invernadero en la utilización de energía en Ecuador Sector transporte. Quito – Ecuador: 1998
- RIBIERO, A., ÁLVAREZ, B. *Física General con experimentos sencillos*. Cuarta Edición. 2000, pág.537
- RUÍZ, J. RODRÍGUEZ, J. , MARTOS, F. DEL CASTILLO, L. *Agente de Emergencias Bombero/a*. España: Editorial MAD, 2004, pág. 201
- SOTELO NAVALPOTRO, J., SOTELO PÉREZ, M. TOLÓN BECERRA, A. *Las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte por carretera*. Madrid-España: Editorial Investigaciones Geográficas, 2011 pág. 133-169.
- ULLOA, M., HERRERA, L., PORRAS, A., PUCO, J., MARTINEZ, F. y ZURITA, C. *Determinación de la contaminación acústica*. Universidad Técnica de Cotopaxi – SENACYT. Resultados del Proyecto de Investigación PIC – CEREPS – 101, Latacunga – Ecuador. 2007.
- ZUMDAHL, S. *Fundamentos de Química. Quinta Edición*. México: McGraw-Hill Interamericana. 2007, pág. 542

## LINKOGRAFIA

- Gutiérrez, F., Confente, D., Guerra, I., Amador, J., Ceña, A. *Gestión Eólica con Hidrógeno*. desarrollointeligente.org / Flickr / Universidad Politécnica de Madrid, Asociación Empresarial Eólica. 2012. (Consultado 5/julio 2014).} Disponible en: Twenergy / desarrollointeligente.org / Flickr /
- Honty, G., A. Mimbacas y J.J. Oña. *La energía es increíble*, Montevideo, Uruguay, Monteverde y cía., 2008, (consultado el 12 de mayo 2014) , disponible en:  
[http://www.ute.com.uy/pags/JNE/Libros/libro\\_energia%20alumnos6to%20a%C3%B1o.pdf](http://www.ute.com.uy/pags/JNE/Libros/libro_energia%20alumnos6to%20a%C3%B1o.pdf).

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Declaración De Rio Sobre El Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil, 1992, (consultado el 12 de mayo 2014), disponible en: <http://www.pnuma.org/docamb/dr1992.php>
- BuenasTareas.com. *Producción de Hidrógeno como Combustible*. 2011, pág. 10. (consultado 02 de junio del 2014). disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Produccion-De-Hidrogeno-Combustible/.html>
- Monografias. Com. Impacto Ambiental. 2009. (Consultado 6 de junio del 2014) Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/impacto-ambiental/impacto-ambiental.shtml>.
- INEC. *Cambio climático*. 2014 (Consultado 12 de marzo del 2014). Disponible en: [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/imagenes/concentraciones.png](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/imagenes/concentraciones.png),
- HOY. Combustible mejora su calidad y mantiene su precio. Ecuador: 2012.05/julio/2014. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/combustible-mejora-su-calidad-y-mantiene-su-precio-541134.html>
- hosstuffwork.com. 2009. Todo motores. (Consultado 6 de junio del 2014). Disponible en: [http://www.todomotores.cl/mecanica/el\\_motor.htm](http://www.todomotores.cl/mecanica/el_motor.htm).
- Qaulavirtual - Changes. 2009. (Consultado 12 de marzo del 2014). Disponible en: <http://usuarios.lycos.es/ptro2/hpbimg/~lwf0006.bmp>.
- Scribd. 2009. Triángulo. (Consultado 17 de abril del 2014). Disponible en: <http://www.conaf-rms.cl/images/Triangulo.gif>, 2009
- La ciencia y el hombre. Inteligencia artificial. 2009. (Consultado 17 de abril del 2014). Disponible en: [http://www.inteligenciaartificial.l/ciencia/quimica/produccion\\_hidrogeno.htm](http://www.inteligenciaartificial.l/ciencia/quimica/produccion_hidrogeno.htm), 2009
- mx.kalipedia.com. Ciencias naturales. 2009. (Consultado el 23 de junio del 2014). Disponible en: <http://mx.kalipedia.com/kalipediamedia/cienciasnaturales/media/.png>