



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Mecánica

*Determinación del porcentaje de etanol adecuado a emulsionarse
con la nafta para el parque automotor de la ciudad de Cuenca.*

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autor:

Valdivieso León René Alejandro

Director:

Ing. Pablo Segarra

Cuenca, Ecuador

2010

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado con especial cariño a mis padres y abuelitos maternos, quienes han sido el pilar fundamental en toda mi vida, con sus sabios consejos, fraterno amor y comprensión en los momentos difíciles de mi existencia, para llegar hacer una persona útil a la sociedad, con pensamientos de éxito y no de fracaso.

René Alejandro

AGRADECIMIENTO

Ofrezco un especial agradecimiento a la Universidad del Azuay, que a través de sus catedráticos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz, me han brindado sus múltiples conocimientos académicos y morales para mi desarrollo profesional y humano; además, expreso mi singular gratitud a los Ingenieros Pablo Segarra, Fernando Guerrero, Oscar Tinoco, Oswaldo Medina y a los Doctores Juan Calderón y María Augusta Astudillo, por el generoso apoyo ofrecido en el desarrollo del presente trabajo.

RESUMEN

Los biocarburantes se presentan en el Mundo y en Ecuador como una alternativa ecologista; es por esta razón, que el presente trabajo está orientado a analizar el porcentaje de bioetanol adecuado para los vehículos de acuerdo a su especificaciones técnicas; tales como: fallas en sus componentes, año de fabricación, sistemas de alimentación, consumo de combustible y mejoras en el desempeño del motor.

Elegida la mezcla adecuada (bioetanol y nafta) se analizarán los parámetros vinculados con: poder calorífico, impactos ambientales (análisis de gases contaminantes), la cantidad de etanol necesario a producir y su impacto sobre el ambiente y la industria alimentaria relacionada en Cuenca, comparados con los impactos registrados a nivel mundial.

ABSTRACT

Biofuel presents as an ecological alternative in Ecuador and the whole World. This research work is a study orientated to evaluate the adequate mix of bioethanol and standard fuel in function of vehicles technical specifications such as: components, year of manufacturing, fuel consume and observed engine performance improvements.

Once selected the adequate mix (bioethanol and standard fuel) are analyzed several parameters related with it: specific heat power, environmental impact (polluted gases analysis), ethanol volume production, to guarantee mix needs taking care environmental and food production impacts in Cuenca compared with registered word impacts.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Gráficos.....	xii
Índice de Anexos.....	xiv
 INTRODUCCIÓN.....	 1
 CAPÍTULO 1: ETANOL.	
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Combustibles fósiles.....	4
1.1.1.1 Carbón y sus derivados.....	5
1.1.1.2 Gas natural y sus derivados.....	6
1.1.1.3 El petróleo y sus derivados.....	7
1.1.1.3.1 Gasolina.....	8
1.1.2 Bioetanol.....	13
1.1.2.1 Obtención.....	14
1.1.2.2 Polémicas.....	16
1.1.2.3 Perspectivas.....	16
1.2 Propiedades y características.....	18
1.3 Aplicaciones.....	21
1.4 Repercusión a nivel mundial.....	23
1.5 Conclusiones.....	26

CAPÍTULO 2: VALORACIÓN DE LA MEZCLA.

2.1	Vehículos motorizados a gasolina que operan en el cantón Cuenca.....	28
2.2	Composición del parque automotor, en función del año de fabricación y uso.....	31
2.2.1	Distribución porcentual en años de fabricación de los vehículos según su uso.....	32
	2.2.1.1 Automóviles de uso Particular, del Estado y Municipales.....	33
	2.2.1.2 Taxis.....	33
	2.2.1.3 Automóviles de uso para carga liviana, escolar, furgonetas y turismo.....	34
2.3	Mezclas de etanol y sus rendimientos en pruebas de carretera.....	35
2.3.1	Mezcla de etanol al tres por ciento.....	40
2.3.2	Mezcla de etanol al cinco por ciento.....	41
2.3.3	Mezcla de etanol al siete por ciento.....	43
2.4	Determinación de la mezcla adecuada.....	44
2.4.1	Obtención del poder calorífico de la mezcla idónea.....	45
2.5	Conclusiones.....	47

CAPÍTULO 3: IMPACTO AMBIENTAL.

3.1	Grado de contaminación en la producción de etanol, obtenido de la caña azúcar.....	49
3.1.1	Aspectos medioambientales.....	53
3.1.2	Balance de masas de la caña de azúcar.....	54
	3.1.2.1 La melaza.....	55
	3.1.2.2 El jugo de la caña.....	56
	3.1.2.3 El jugo de los filtros.....	56
	3.1.2.4 Los residuos fibrosos (bagazo, paja, etc.).....	56
	3.1.2.5 Vinazas.....	57
3.1.3	Contenido energético de la caña de azúcar.....	58
3.2	Repercusiones ambientales.....	59

3.2.1	Seguridad alimentaria.....	60
3.2.2	Problemas ambientales.....	62
3.2.3	Demanda de etanol, requerido en la ciudad de Cuenca.....	63
3.3	Pruebas de emisiones.....	65
3.3.1	Gases emitidos por vehículos a gasolina.....	71
3.4	Análisis de resultados.....	72
3.5	Conclusiones.....	79
 CONCLUSIONES.....		83
RECOMENDACIONES.....		87
GLOSARIO.....		88
BIBLIOGRAFÍA.....		92
ANEXOS.....		97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Aplicaciones del petróleo como combustible.....	8
Tabla 2: Requisitos de la gasolina de 80 octanos con y sin tetra etilo de plomo	11
Tabla 3: Requisitos de la gasolina de 85 octanos sin tetra etilo de plomo.....	12
Tabla 4: Requisitos de la gasolina de 89 octanos sin tetra etilo de plomo.....	13
Tabla5: Principales materias primas para etanol.....	15
Tabla 6: Propiedades de la gasolina y el etanol.....	20
Tabla 7: Evaluación de las materias primas para la producción de biocombustibles.....	24
Tabla8: Cantidad total de vehículos motorizados a gasolina, según el año de fabricación y sistema de alimentación.....	28
Tabla9: Modificaciones necesarias.....	30
Tabla10: Modificaciones.....	30
Tabla11: Cantidad de vehículos motorizados a gasolina, que se los considera de uso exclusivo, en el cantón Cuenca.....	31
Tabla12: Cantidad de vehículos motorizados a gasolina que operan en el cantón Cuenca.....	32
Tabla13: Rendimientos de la mezcla de Etanol al 3 %, en vehículos de prueba frente a la gasolina Extra.....	40
Tabla14: Rendimientos de la mezcla de Etanol al 5 %, en vehículos de prueba frente a la gasolina Extra.....	42
Tabla15: Rendimientos de la mezcla de Etanol al 7 %, en vehículos de prueba frente a la gasolina Extra.....	43

Tabla 16: Cultivos de caña en el Ecuador.....	50
Tabla17: Producción de caña en los Ingenios Ecuatorianos.....	51
Tabla 18: Resumen de superficie sembrada de caña y su utilización en el Ecuador.....	52
Tabla 19: Caracterización química de la vinaza producida por varias materias primas durante la fermentación alcohólica.....	57
Tabla 20: Despachos de gasolina extra en la ciudad de Cuenca.....	64
Tabla 21: Cálculo de las hectáreas de caña de azúcar, requeridas para la ciudad de Cuenca.....	65
Tabla 22 : Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina en marcha mínima o ralentí.....	66
Tabla 23: Medición de gases de escape, con gasolina extra.....	67
Tabla 24: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.....	68
Tabla 25: Medición de gases de escape, con gasolina extra.....	68
Tabla 26: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.....	69
Tabla 27: Medición de gases de escape, con gasolina extra.....	69
Tabla 28: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.....	70
Tabla 29: Medición de gases de escape, con gasolina extra.....	70
Tabla 30: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.....	71
Tabla 31: Resumen de valores promedios.....	73

Tabla 32: Resumen de valores promedios.....	74
--	----

Tabla 33: Resumen de valores promedios.....	76
--	----

Tabla 34: Resumen de valores promedios.....	77
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Obtención del etanol.....	14
Gráfico 2: Reservorio de etanol en PETROECUADOR.....	17
Gráfico 3: Separación de fases del etanol.....	19
Gráfico 4: Tolerancia de gasolina- agua etanol.....	20
Gráfico5: Ford Explorer XLT, 2004, Flex Fuel, motor 4.0 6cc.....	22
Gráfico6: Porcentaje de vehículos según su año de fabricación.....	29
Gráfico7: Automóviles de uso Particular, del Estado y Municipales.....	33
Gráfico8: Taxis.....	34
Gráfico9: Automóviles de uso para carga liviana, escolar, furgonetas y turismo	35
Gráfico10: Elaboración de las mezclas al 3%, 5% y 7% de etanol.....	36
Gráfico11: Mezcla del 50% de etanol y 50% de nafta.....	37
Gráfico12: Vehículo de prueba Toyota Land Cruiser del año 1987.....	38
Gráfico13: Vehículo de prueba Toyota Corona del año 1995.....	38
Gráfico14: Vehículo de prueba Chevrolet Esteem del 2003.....	38
Gráfico15: Vehículo de prueba Ford F-150 del 2007.....	39
Gráfico16: Secuencia de medición de combustible.....	39
Gráfico17: Comparación del consumo entre la gasolina Extra y la mezcla de Etanol al 3%.....	41
Gráfico18: Comparación del consumo entre la gasolina Extra y la mezcla de Etanol al 5%	42

Gráfico19: Comparación del consumo entre la gasolina Extra y la mezcla de Etanol al 7%.....	44
Gráfico20: Mezcla al 5% de etanol.....	45
Gráfico 21: Elementos para la prueba.....	46
Gráfico22: Diagrama de flujos para la producción de etanol, a partir de la caña de azúcar.....	51
Gráfico 23: Proyección de siembra de biomasa en el Ecuador para fines energéticos.....	53
Gráfico24: Balance de masas de la caña de azúcar.....	55
Gráfico25: Contenido energético de la caña de azúcar.....	59
Gráfico 26: Curva característica de la sonda Lambda.....	67
Gráfico 27: Pruebas de emisiones del vehículo Ford F-150.....	73
Gráfico 28: Pruebas de emisiones del Vehículos Chevrolet Esteem.....	75
Gráfico 29: Pruebas de emisiones del Vehículos Toyota Corona.....	77
Gráfico 30: Pruebas de emisiones del Vehículos Toyota Land Cruiser.....	78

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Información de PETROECUADOR, el consumo de combustible en la ciudad de Cuenca.....	100
Anexo2: NORMA INEN 2203 : 99, referente a “ <u>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o Ralentí. Pruebas Estáticas</u> ” primera edición.....	102
Anexo 3: NORMA INEN 2204:2002, referente a “ <u>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Terrestres de Gasolina.</u> ”, primera edición.....	108
Anexo 4: NORMA INEN 935:98, referente a “ <u>Gasolina Requisitos.</u> ”, primera edición.	116
Anexo 5: Tabla de pruebas de campo	124
Anexo 6: Formato de entrevista a las empresas.....	127

Valdivieso León, René Alejandro

Trabajo de graduación

Ing. Pablo Segarra

Julio del 2010

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ETANOL ADECUADO A EMULSIONARSE CON LA NAFTA PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE CUENCA.

INTRODUCCIÓN

La utilización del etanol como carburante para automoción, se inicia en los mismos orígenes del automóvil. Los excedentes de etanol que había a finales del siglo XIX en Europa y el escaso desarrollo de la industria petroquímica, impulsaban a su utilización en los motores que se empiezan a desarrollar en esos años. Durante la segunda guerra mundial, países escasos en petróleo como Alemania, desarrollaron fuertemente la tecnología de producción de etanol y metanol.

Después de la segunda guerra mundial, el gran desarrollo experimentado por la industria petroquímica hace que el litro de etanol se ponga a precios seis veces más altos que el de la gasolina, con un poder calorífico (por litro) del 65%. El carácter cíclico de la producción agrícola, que lo hace estar muy subvencionado, junto a la relativa estabilidad del mercado del petróleo (hasta 1973), permitiendo que en el año 1950 el etanol mezclado en la gasolina tienda a disminuir desapareciendo en toda Europa prácticamente hacia 1958.

Debido a la relativa estabilización del mercado del petróleo, disminuyó el interés por los carburantes alternativos, por cuestiones exclusivamente de seguridad de suministro. Sin embargo, la preocupación a nivel mundial por el calentamiento del planeta, las emisiones de gases con efecto invernadero y las emisiones de contaminantes, en zonas urbanas principalmente, ha despertado nuevamente ese interés. La utilización de etanol en mezclas con gasolina hasta en un 5% en volumen no exige modificaciones de los motores ciclo Otto, y sólo en algunos casos requiere ajustes en carburación y grados de encendido, debido a su efecto de empobrecimiento de la mezcla, menor poder calorífico y mayor números de octanos.

Para mezclas con mayor proporción de etanol, o para su utilización puro, se requieren realizar ciertas modificaciones.

En la actualidad el utilizar bioetanol ha tenido un enfoque ambiental, para su inclusión como carburante, señalándose como sus principales beneficios la disminución del efecto invernadero, causada por el aumento de contaminantes, en la atmósfera. La utilización de oxigenados como el etanol reduce las emisiones de CO, CxHy partículas; al mismo tiempo, que eleva el octanaje del combustible lo cual permite reemplazar compuestos aromáticos y otras sustancias tóxicas, causante de alteraciones que tienen efectos perjudiciales sobre la naturaleza.

Se debe tener en cuenta, que existe una creciente preocupación y protesta acerca de la sostenibilidad social y ambiental de los biocombustibles, los ambientalistas han señalado que en algunos países se está tumbando selva y bosque nativo para sembrar biomasa que produzca biocombustibles y que además están compitiendo con los cultivos de alimentos; la seguridad agroalimentaria y la equidad aparecen como gran preocupación puesto que a medida que algunos productos de la canasta familiar entrar a ser parte de las plantas para biocombustibles tales como el azúcar y el maíz sus precios suben significativamente, según Carlos Fonseca Actual Gerente del Parque Tecnológico de Antioquia. Es por esta razón que los biocombustible como el etanol, se deben manejar desde un punto de vista sostenible.

CAPÍTULO 1

ETANOL

1.1 Antecedentes.

Una mirada retrospectiva a la historia del invento y desarrollo del motor de combustión interna, nos muestra como sus primeras versiones operaban con alcohol; Nicolaus Otto, inventor del motor Otto, en 1876, utilizó etanol en uno de sus motores; por otro lado, el primer vehículo que construyó Henry Ford funcionaba con etanol durante la Segunda Guerra mundial. El exuberante desarrollo de la industria petrolera y los muy bajos precios de los combustibles derivados de los hidrocarburos, permitieron a este recurso mantener una aplastante hegemonía como fuente energética¹.

En la actualidad la sustitución de los combustibles fósiles por otras opciones renovables va cobrando gran importancia, por el hecho de disminuir la dependencia del petróleo, es por esta razón que los combustibles alternativos están en vías de desarrollo; sin embargo, dado que este avance debe ser paralelo al de los motores térmicos, hay poco estudio de combustibles que cumplen con los requerimientos de una máquina de encendido por chispas en cuanto a prestaciones y a emisión de agentes contaminantes con el propósito de disminuir emisiones de CO, NO_x, HC y PM, así como también del CO₂. Estas alternativas se las pueden diferenciar en tres grupos: biocombustibles, gas natural e hidrógeno².

¹ DANIELS, Alfonso, Etanol Brasileño, la Solución que Nadie Quiere Ver, España, (2007), Internet: www.revistasculturales.com. Acceso: 17 de Febrero de 2010 14:12:36 (CET).

² VÉLEZ, Santiago, El Vehículo Automotor y su Impacto en el Medio Ambiente, Ecuador, Tesis de la Universidad Politécnica de Madrid, (2009).

La contaminación atmosférica hace referencia a la alteración que sufre la atmósfera terrestre por la emisión de gases, partículas sólidas o líquidas en suspensión en proporciones distintas a las naturales.

El nombre de contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perjudiciales sobre la salud de los seres vivos y el planeta. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias también emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos mal combustionados.

1.1.1 Combustibles fósiles.

Para cualquier trabajo que desarrollamos necesitamos energía, para el desarrollo de la industria y la agricultura, calefacciones residenciales e incluso en nuestro cuerpo existe un flujo constante de energía. Todos los procesos que nos proporcionan lujos y comodidades en nuestra vida diaria requieren de un gasto energético. Esto es un proceso industrial que puede desarrollarse mediante el uso de diferentes fuentes. Estas fuentes pueden ser renovables y no renovables. Las fuentes de energía renovable se reemplazan con el tiempo y por lo tanto no desaparecen fácilmente. Sin embargo, las fuentes de energía no renovables están amenazadas y pueden desaparecer si el uso es alto.

Hoy en día, se usan muchas fuentes de energía renovables, por ejemplo energía solar, eólica e hidráulica. Irónicamente, todavía utilizamos como mayores recursos energéticos aquellos provenientes de fuentes de energía no renovable, o combustibles fósiles. Al no ser renovable estas fuentes tendrán una tendencia a subir de precio hasta niveles en los que no será económicamente satisfactorio su utilización.

Se llaman combustibles fósiles a aquellas materias primas que se emplean en la combustión, que se han formado a partir de las plantas y otros organismos vivos que existieron en tiempos remotos en la Tierra; La materia orgánica se forma durante siglos. Los combustibles fósiles consisten principalmente en uniones de carbón e

hidrógeno. Existen tres tipos de combustibles fósiles que pueden usarse para la provisión energética: carbón, petróleo y gas natural.

1.1.1.1 Carbón y sus derivados.

Posiblemente el primer combustible fósil utilizado por el hombre fue la turba, la fase inicial en la formación del carbón. Los yacimientos de turba se hallan en los pantanos, en zonas con unas determinadas condiciones climáticas y topográficas, ya que el suelo debe ser capaz de retener el agua en la superficie o cerca de ella, y la temperatura debe ser tal que no se produzca una evaporación y una putrefacción rápida (entre 5 y 9 °C). Por eso existen yacimientos de turba en zonas templadas del norte de Europa³.

Como consecuencia de la propia temperatura del interior de la Tierra y de la presión ejercida por las capas de arena y lodo acumuladas sobre la turba, primero se formó el lignito, sustancia blanda de color marrón, que es considerada como carbón a medio formar. Posteriormente, éste se fue transformando en hulla o carbón bituminoso, que es el más abundante y utilizado en la actualidad, y finalmente la hulla se transformó en antracita, el carbón de formación más reciente. En función de las características de cada zona, evidentemente, existen yacimientos de los cuatro tipos de carbón.

Las distintas clases de carbón están formadas por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, además de otros elementos, como por ejemplo el azufre. En las sucesivas etapas de formación de los distintos tipos de carbón, el contenido en carbono fue aumentando en detrimento de los otros componentes, desde el 50% inicial de la turba (el más antiguo) hasta casi el 95% que pueden tener algunos tipos de hulla. Cualquier compuesto que contenga más de un 95% de carbón puede considerarse carbono puro o grafito, y sólo arde a temperaturas muy elevadas, por lo que no tienen aplicación como combustible doméstico⁴.

³ MILLER, G.T, Combustibles Fósiles su Características, Origen, Aplicaciones y Efectos de los Combustibles Fósiles, USA, (1999), Interne: www.lenntech.es/efecto-invernadero/combustibles-fosiles. Acceso: 20 de Febrero de 2010.

⁴ MCKINNEY, M.L. y SCHOCH, R.M., Environmental Science, Systems and Solutions. Tercera edición, USA, University of Tennessee, (2003).

Como resultado de la destilación seca, o calentamiento en ausencia de aire; del carbón, surge un residuo, el coque que también tiene gran utilidad como combustible y como agente reductor. Además, se obtienen otros combustibles como el gas dudado, el gas de alumbrado y el alquitrán de hulla, este último contiene grandes cantidades de compuestos aromáticos, como: el tolueno, xileno, naftaleno y otros; que se pueden separar por destilación fraccionada y se emplean como materias primas en la fabricación de explosivos o en la industria farmacéutica.

También es posible generar derivados del carbón mediante la hidrogenación; es decir, el tratamiento de la hulla en polvo con gas hidrógeno a altas temperaturas y presiones, hasta obtener un tipo de aceite que es de nuevo sometido a un proceso con hidrógeno, como consecuencia del cual se transforma en gasolina y gasoil, y produce, además, amoníaco y una gran cantidad de hidrocarburos ligeros.

1.1.1.2 Gas natural y sus derivados.

El gas natural se halla en yacimientos aislados y, en ocasiones, junto al petróleo. Contiene volátiles de bajo peso molecular (hasta ocho átomos de carbono), no tiene color ni olor y es insípido. Está compuesto generalmente por: metano: 80%; etano: 13%; propano: 3%; butano: 1 %; alcanos C5 a C8: 0,5%; nitrógeno: 2,5%; CO₂, H₂, He: el resto. De esa mezcla de gases se suelen separar, por licuación, los hidrocarburos de tres carbonos en adelante, que son envasados a presión y empleados como combustible, como el propano o el butano⁵.

Se puede almacenar en un vehículo como gas comprimido la presiones de 25 MPa o bien como gas líquido a presiones de entre 70 KPa y 210 KPa a una temperatura de -160 °C; el tamaño y peso de los tanques de almacenaje del gas natural es un inconveniente para su uso como combustible en los turismos, ya que ocupa más volumen que la misma cantidad de gasolina para la misma capacidad energética y a diferencia de aquella, el dosado estequiométrico permite la máxima potencia. La conversión de un motor de gasolina a gas natural conduce a una reducción de su

⁵ MILLER, G.T, Combustibles Fósiles su Características, Origen, Aplicaciones y Efectos de los Combustibles Fósiles, USA, (1999), Interne: www.lenntech.es/efecto-invernadero/combustibles-fosiles. Acceso: 20 de Febrero de 2010.

presión media efectiva máxima y una pérdida de potencia de aproximadamente el 10%, razón por la cual el diseño de un motor a gas natural requiere de una alta relación de compresión para incrementar la cantidad de energía que se obtiene de tal combustible; es factible que los motores de gas natural trabajen bajo dos situaciones de dosado, se tiene una mezcla pobre y se incluye un catalizador de oxidación porque el motor trabaja con exceso de aire o bien el dosado es el estequiométrico y se emplea un catalizador de tres vías, en el caso de mezclas pobres es común emplear la sobrealimentación para que la presión media efectiva alcance 1.4 MPa⁶.

El incremento en el empleo del gas natural como combustible (sobre todo en el transporte público) se debe a que emite menos gases de efecto invernadero y otros agentes contaminantes de carácter local, a diferencia de los sistemas a gasolina o diesel tenemos lo siguiente:

- Bajas Emisiones de CO₂ (reducción aproximada del 10% respecto a la gasolina).
- Muy bajas concentraciones de azufre.
- Alto número de octano (112 RON aproximadamente).
- Poco material particulado.
- Nivel de ruido inferior.
- Repostaje relativamente sencillo.

1.1.1.3 El petróleo y sus derivados.

El petróleo se encuentra en yacimientos dispersos por numerosos puntos de la corteza terrestre, se trata de un líquido espeso; compuesto por una gran cantidad de hidrocarburos, la mayor parte de ellos alifáticos de cadena abierta, aunque en algunas son básicamente hidrocarburos cíclicos y aromáticos. En muchas ocasiones aparecen a grandes bolsas de gas natural que aún no se ha disuelto en el petróleo. Recién traído del yacimiento, el petróleo crudo no tiene aplicación comercial, por lo que es necesario someterlo a un proceso de destilación fraccionada en refinerías, para separar en distintas partes en función de su punto de ebullición. De las diversas

⁶ VÉLEZ, Santiago, El Vehículo Automotor y su Impacto en el Medio Ambiente, Ecuador, Tesis de la Universidad Politécnica de Madrid, (2009).

fracciones de petróleo, las que tienen aplicación como combustible son las siguientes:

Tabla 1: Aplicaciones del petróleo como combustible.

Fracción	Nº. de Carbonos	Aplicación
Gases	<30	Combustible, Gasolina de Polimerización, Negro de Humo
Gasolina	40-200	Combustible para motores, disolventes
Queroseno	175-300	Combustible, alumbrado
Gasoil	250-400	Combustible motores Diesel, gasolina por craqueo
Coque de Petróleo	----	Combustible, reductor, fabricación de electrodos
Reserva de Petróleo en Sudamerica		

Fuente: Energy Información Administración, Los Combustibles Fósiles, América, 2009.

Para el 2025, según la IEA (International Energy Agency), el 82% de la población del planeta consumirá el 45% de la energía, mientras que en los países industrializados, el 14% de la población consumirá el 43%.

El 80% del petróleo que se consume a nivel mundial proviene de pozos descubiertos en la década de 1970, a demanda de combustibles fósiles ha venido creciendo de 2,753 millones de barriles en 1973 a 3,767 millones en el 2004.

1.1.1.3.1 Gasolina.

La gran demanda a nivel mundial de gasolina para automoción es relevante, además por fracción directa de la destilación del petróleo, por craqueo de otras fracciones más ligeras de éste, como el gasoil. El craqueo consiste básicamente en el rompimiento de las cadenas más largas de hidrocarburos; en este proceso se generan también grandes cantidades de hidrocarburos no saturados, que contribuyen a la mejora de la calidad de las gasolinas y, además, son materias primas en distintos procesos químicos.

El craqueo se puede producir por métodos térmicos, sometiendo las fracciones superiores del petróleo a una temperatura de 400-450 °C y una presión elevada de 20 a 70 atmósferas durante un tiempo breve, o bien por métodos catalíticos, empleando catalizadores específicos, como arcillas, para favorecer el rompimiento; se obtiene así gasolina de mejor calidad que por el método térmico⁷.

No todas las gasolinas provocan el mismo efecto de combustión en el motor de un vehículo, ya que depende del Índice de octano. Así, Comparando la detonación que experimenta una gasolina con la de una mezcla patrón formada por heptano normal (que es el alcano que más detona y al que se le asigna un índice de octano cero) y por trimetilpentano o isooctano (que es el que menos detona y se le asigna un índice de octano 100), se puede establecer el grado de detonación de una gasolina. Se ha demostrado que los hidrocarburos de cadena lineal poseen un índice de octano más bajo que los no saturados y los de cadena ramificada, por lo que, para mejorar el rendimiento de una gasolina, se trata de elevar el índice de octano, sometiéndola a un nuevo proceso de craqueo, llamado reformado, que consigue transformar las cadenas lineales en ramificadas. Además, se agregan aditivos como ciertos compuestos de plomo, que hacen que la gasolina adquiera un índice de octano próximo a 100, e incluso superiores para el combustible empleado en los aviones.

El índice de octanos (IAD), es el poder antidetonante de la nafta, se lo obtiene con la semisuma del número de octanos obtenido por el método de Research (Ron), y el número de octanos obtenido por el método motor (Mon).

La fórmula es:

$$IAD = \frac{Mon + Ron}{2}$$

El número octanos Ron, se determina por el método Research, el cual mide el comportamiento antidetonante de una gasolina bajo condiciones poco severas de operación; o sea, baja temperatura en la mezcla de entrada y relativamente baja revoluciones en el motor.

⁷ Miller, G.T., Living in the Environment: Principles, connections and solutions, cuarta edición, USA, Brooks/ Cole Publishing Company, Pacific Grove, (1999)

El número octanos Mon, se determina por el método Motor, bajo condiciones más severas de operación; o sea, a alta temperatura en la mezcla de entrada y relativamente altas revoluciones en el motor.

En el Ecuador el Instituto Ecuatoriano de Normalización, a través de la norma INEN 935, especifica los siguientes requerimientos:

La tabla 2, se indica los requisitos que debe cumplir la gasolina de 80 octanos (Ron) con y sin tetra etilo de plomo.

La tabla 3, se indica los requisitos que debe cumplir la gasolina de 85 octanos (Ron) sin tetra etilo de plomo.

La tabla 4, se indica los requisitos que debe cumplir la gasolina de 89 octanos (Ron) sin tetra etilo de plomo.

Además de los requerimientos expuestos en las tablas 2, 3 y 4 la Norma estipula que será limpio, exento de agua y de materiales en suspensión.

Tabla 2: Requisitos de la gasolina de 80 octanos con y sin tetra etilo de plomo.

REQUISITOS	UNIDAD	Con tetraetilo de plomo (TEL)		Sin tetraetilo de plomo (TEL)		MÉTODO DE ENSAYO
		Mín	Máx.	Mín.	Máx.	
Número de octano Research	RON	80	-	80	-	*
Ensayo de destilación:						
10%	°C	-	70	-	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	77	121	NTE INEN 926
90%	°C	-	180	-	190	NTE INEN 926
Punto final	°C	-	210	-	215	NTE INEN 926
Residuo	% en V	-	2	-	2	NTE INEN 926
Relación de vapor líquido a 60°C		-	20	-	20	NTE INEN 932
Presión de vapor Reid	kPa****	-	67	-	56	NTE INEN 928
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No. 1	-	No.1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	-	3	-	4	NTE INEN 933
Contenido de azufre	% en peso	-	0,20	-	0,20	NTE INEN 929
Contenido de plomo (orgánico)	g/l	-	0,84	-	+ 0,045	NTE INEN 931
Contenido de aromáticos	% en V	-	10,00	-	20,00	**
Contenido de benceno	% en V	-	1,0	-	1,0	***
Contenido de olefinas	% en V	-	1,50	-	20,00	**
Estabilidad a la oxidación	min	240	-	240	-	NTE INEN 934
- * Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 2699 - ** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 1319. - *** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la norma ASTM D 3606. - ****1 kPa $\simeq$ 0,01 kgf/cm² $\simeq$ 0,10 N/cm² $\simeq$ 0,145 kgf/pul² - + Sin adición Intencional						

Fuente: INEN 935:98.

Tabla 3: Requisitos de la gasolina de 85 octanos sin tetra etilo de plomo.

REQUISITOS	UNIDAD	Mín	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Número de octano Research	RON	85	-	*
Ensayo de destilación:				
10%	°C	-	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	NTE INEN 926
90%	°C	-	190	NTE INEN 926
Punto final	°C	-	220	NTE INEN 926
Residuo	% en V	-	2	NTE INEN 926
Relación de vapor líquido a 60°C	-	-	20	NTE INEN 932
Presión de vapor Reid	kPa****	-	56	NTE INEN 928
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No. 1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	-	5	NTE INEN 933
Contenido de azufre	% en peso	-	0,20	NTE INEN 929
Contenido de plomo	g/l	-	+ 0,045	NTE INEN 931
Contenido de aromáticos	% en V	-	28,00	**
Contenido de benceno	% en V	-	2,0	***
Contenido de olefinas	% en V	-	20,00	**
Estabilidad a la oxidación	min	240	-	NTE INEN 934
- * Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 2699. - ** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 1319. - *** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 3606. - **** $1 \text{ kPa} \simeq 0,01 \text{ kgf/cm}^2 \simeq 0,10 \text{ N/cm}^2 \simeq 0,145 \text{ kgf/pulg}^2$ - + Sin adición intencional.				

Fuente: INEN 935:98.

Tabla 4: Requisitos de la gasolina de 89 octanos sin tetra etilo de plomo.

REQUISITOS	UNIDAD	Mín	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Número de octano RON	RON	89	-	*
Ensayo de destilación:				
10%	°C	-	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	NTE INEN 926
90%	°C	-	190	NTE INEN 926
Punto final	°C	-	220	NTE INEN 926
Residuo	% en V	-	2	NTE INEN 926
Relación de vapor líquido a 60°C	-	-	20	NTE INEN 932
Presión de vapor Reid	kPa****	-	56	NTE INEN 928
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No. 1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	-	5	NTE INEN 933
Contenido de azufre	% en peso	-	0,20	NTE INEN 929
Contenido de plomo	g/l	-	+ 0,045	NTE INEN 931
Contenido de aromáticos	% en V	-	30,00	**
Contenido de benceno	% en V	-	2,0	***
Contenido de olefinas	% en V	-	25,00	**
Estabilidad a la oxidación	min	240	-	NTE INEN 934
-				
* Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 2699 .				
-				
** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 1319 .				
-				
*** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 3606 .				
-				
**** 1 kPa $\simeq$ 0,01 kgf/cm ² $\simeq$ 0,10 N/cm ² $\simeq$ 0,145 kgf/pulg ²				
-				
+ Sin adición intencional.				

Fuente: INEN 935:98.

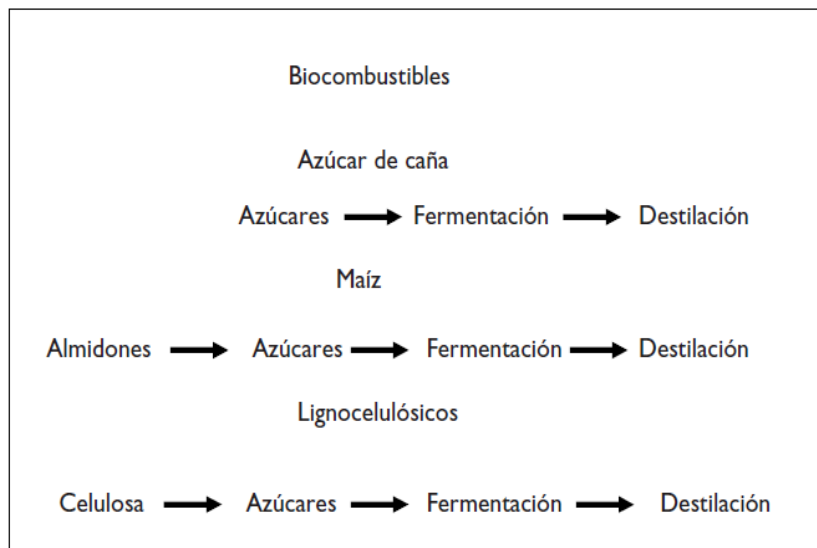
1.1.2 Bioetanol.

Los biocombustibles fueron la primera fuente de energía que conoció la humanidad. Recíproco al desarrollo de vehículos los carburantes alternativos, en este caso el bioetanol busca mejorar el nivel de prestaciones y emisiones dentro de las normativas mundiales.

El bioetanol se lo define como “etanol”, se origina a partir de compuestos químicos provenientes de una fuente que no es de origen mineral o fósil sino biológica, conocida como biomasa. Se los obtiene por molturación de productos de origen

agrícola y destilación de líquidos, el etanol y el metanol son los únicos alcoholes que se pueden obtener a partir de la biomasa.

Gráfico 1: Obtención del etanol.



Fuente: CHAUVET, Michelle y GONZÁLEZ, Rosa, Biocombustibles y Cultivos Biofarmaceuticos: ¿Oportunidad o Amenazas?, Mexico, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco Distrito Federal, (2008).

La producción de etanol en el mundo, en su mayoría se utiliza como fuente a la biomasa.

1.1.2.1 Obtención.

El etanol se obtiene fácilmente del azúcar o del almidón, en cosechas de maíz y caña de azúcar. También se extrae de la remolacha azucarera, de otras fuentes vegetales ricas en celulosa y sacarosa, además puede producirse a partir de la celulosa contenida, principalmente, en los desechos agrícolas, urbanos o forestales.

Tabla5: Principales materias primas para etanol.

Fuente de carbono	Cultivo	Rendimiento (lts/ton de cultivo)	Rendimiento (lts/ha)	Costo de producción (USD / Litro)	País	Fuentes
Sacarosa	Remolacha (jugo)	100	7000	0.48	Unión Europea	< http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html > < http://www.bioplanet.cl/images/talcapdf/BP-Talca03-Guillermo%20Schafield.pdf > < http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html >
	Caña (jugo)	70-85	6000	0.21	Brasil	< http://municipios.unq.edu.ar/sites/municipios.unq.edu.ar/uploads/news/Destileria_%20Etanol_Garruchos.ppt#263,9,ETANOL COMO COMBUSTIBLE > < http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html >
		10	590	0.32	India	< http://www.bioplanet.cl/images/talcapdf/BP-Talca03-Guillermo%20Schafield.pdf > < http://www.unctad.org/en/docs/ditcted20066_en.pdf >
	Caña (melaza)	10	730	0.23-0.37	México	< http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3714/2/artmanuelenriquez.pdf >
Almidón	Sorgo	56-90	2500-4000		Suecia	< http://www.tnau.ac.in/tech/swc/sweetsorghum.pdf >
	Maíz	400	3000	0.29-0.37	Estados Unidos	< http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html >
	Trigo	340	2700	0.62	Unión Europea	< http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html > < http://www.bioplanet.cl/images/talcapdf/BP-Talca03-Guillermo%20Schafield.pdf >
Celulosa	Maíz/trigo paja	285 lts/ton paja		0.59	Estados Unidos	< http://www.harvestcleanenergy.org/documents/Idaho_Cellulosic.pdf >
	Bagazo (caña)	55	3850	0.8	Chile	< http://municipios.unq.edu.ar/sites/municipios.unq.edu.ar/uploads/news/Destileria_%20Etanol_Garruchos.ppt#263,9,ETANOL COMO COMBUSTIBLE > < http://www.bioplanet.cl/images/talcapdf/BP-Talca03-Guillermo%20Schafield.pdf >

Fuente: VILLAMAR, Alejandro, Elementos de la Estrategia Política y Económica de los Promotores de Etanol, México, Ponencia presentada en: “Jornada de Reflexión.

Biocombustibles: Peligro o Esperanza?”, 26 y 27 de julio, flacso, (2007).

Aunque es factible lograr obtener bioetanol a partir de cereales, tubérculos o incluso de la celulosa, los procesos son más complicados y aun no presentan ventaja competitiva en cuanto al costo de producción industrial.

La producción a gran escala, de etanol, genera tres riesgos considerables:

1. La cuestión del costo ecológico de producir etanol de esa manera.
2. El riesgo de una mayor degradación ambiental por el desplazamiento de las áreas de producción de biocombustibles a zonas donde pueden afectar la biodiversidad.
3. Su competencia con la producción de alimentos.

1.1.2.2 Polémicas.

Para unos investigadores se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible que puede ofrecer ventajas ambientales y económicas a largo plazo, siendo un instrumento de lucha contra el deterioro medioambiental y promoviendo el desarrollo de la agricultura e industrias derivadas, Por tanto, desde el punto de vista ecológico es un sistema que respeta el medio ambiente, pues no hay un aumento neto de gases de efecto invernadero.

Para otros, es el responsable de grandes deforestaciones y del aumento del precio de los alimentos, al suplantarse selvas y terrenos agrícolas para su producción, dudando además de su rentabilidad energética.

Por otro lado, se perfila como una alternativa de ampliación del mercado de las naftas o de transición al petróleo hacia otras fuentes de energía, no solo por sus precios altos, sino, también, por su cada vez menor abastecimiento.

1.1.2.3 Perspectivas.

Las proyecciones de este año al 2013, se estiman que el consumo mundial de etanol como combustible alcanzará más de 54 mil millones de litros. Esto corresponde a alrededor de un 1% del consumo mundial de petróleo. A nivel mundial el etanol es usado principalmente como: combustible en un 65,4%, Insumo en la industria procesadora en un 21% e insumo en la elaboración de bebidas en un 13%, según las estimaciones del Consejo Mundial de la Energía (CME).

La producción mundial de alcohol destinada al uso de combustibles se encuentra en su mayoría subsidiada por los gobiernos, por otra parte el origen biomásico del etanol garantiza una elevada capacidad de producción, ya que las estimaciones existentes indican que a partir de biomasa se producirán entre el 50 y el 60% del total de energía renovable.

Desde enero de este año en Ecuador se comenzó en Guayaquil a utilizar etanol anhidro mezclado con gasolina extra, al mismo costo que esta última. Este bioetanol proviene de un proceso de fermentación natural del jugo de la caña de azúcar o de la melaza, que es posteriormente destilado en una planta de procesamiento, deshidratado y desnaturalizado. Ecuador invierte alrededor de \$ 700 millones anuales

en la importación de naftas para aditiva las gasolinas que se producen en las plantas de refinación del país; con el proyecto, se prevé que cada año podría ahorrarse hasta 32 millones de dólares, esto según PETROECUADOR.

Gráfico 2: Reservorio de etanol en PETROECUADOR.



Fuente: Autor.

El proyecto piloto denominado ECOPAÍS, está diseñado para mezclar 5% de alcohol carburante (etanol) con 95% de naftas (NAO + Nafta Base), para elaborar gasolina extra de mínimo 80 octanos.

1. Formulación de gasolina extra con el 5% de etanol anhidro (ECOPAÍS)

Nafta de alto Octano	+	Nafta Base	+	Etanol	=	gasolina extra con etanol
45%		50%		5%		100%

2. Formulación actual de gasolina extra (sin etanol anhidro)

Nafta de alto Octano	+	Nafta Base	=	gasolina extra
60%		40%		100%

Se ha considerado para el plan piloto ECOPAÍS una demanda de gasolina extra de 5.830 barriles por día en Guayaquil, y un requerimiento de alcohol carburante de 46.345 litros por día, lo que equivale al 5% en la formulación de la gasolina extra.

Los beneficios que prevé PETROECUADOR, para el Ecuador con el plan piloto son los siguientes:

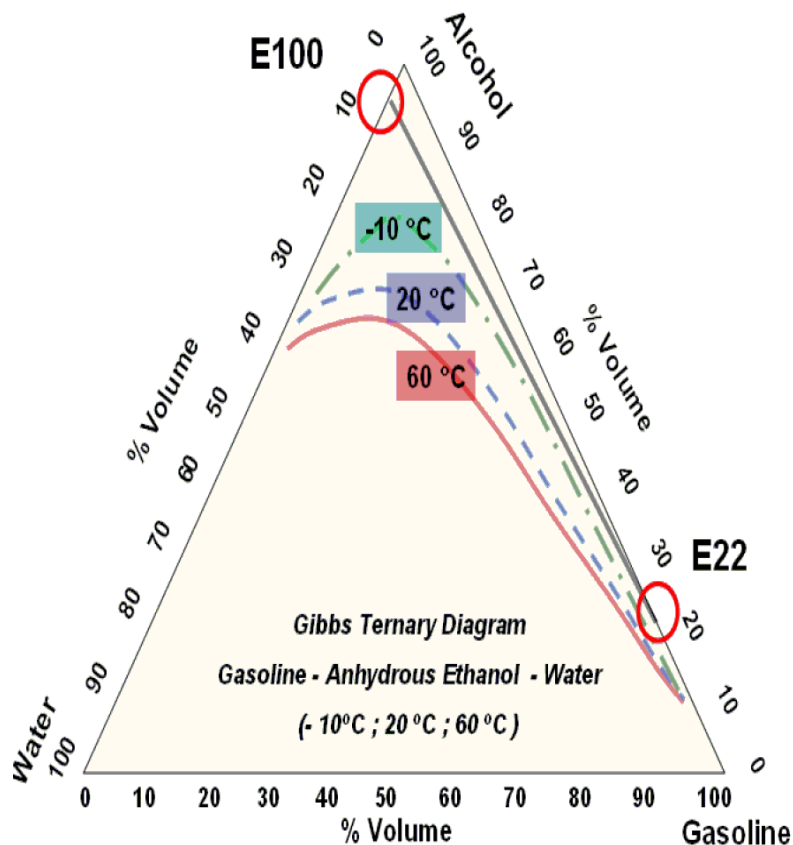
- El uso de esta gasolina considerada ecológica, generaría un ahorro de cerca de \$ 32 millones al año, ya que se dejaría de importar aproximadamente 320 mil barriles de Nafta de Alto Octano (15%).
- Mejora la calidad de la gasolina extra al disminuir por dilución los contenidos de azufre y los compuestos de aromáticos, benceno y olefinas, considerados por la Organización Mundial de la Salud altamente cancerígenos y nocivos para la salud humana.
- Reduce las emisiones contaminantes para el ambiente como monóxido de carbono CO, dióxido de carbono CO₂ y óxidos de azufre SO₂, etc.
- Existe un mejor aprovechamiento de la producción de caña. Provoca un impulso a la agroindustria relacionada con la producción y procesamiento de estos cultivos. Agrega valor a la actividad agrícola primaria y es una oportunidad para la creación de negocios inclusivos.
- El uso del alcohol carburante como oxigenante de las gasolinas nacionales diversificará la matriz energética del país, que busca disminuir el uso de combustibles derivados del petróleo y comenzar a preparar al país para la era Post-Petrolera.

1.2 Propiedades y características.

El alcohol etílico o etanol es un compuesto químico incoloro, inflamable, de olor agradable y soluble en agua, su fórmula química es C₂H₅OH. El bioetanol tiene condiciones para ser mezclado con gasolina para su uso en motores de combustión por chispa. Las mezclas de etanol con gasolina aumenta el octanaje de la nafta, ya que el número de Octano es de 102 a 130 RON, esté mejora las características del combustible, reduciendo los gases contaminantes y mejorando el funcionamiento de los motores.

El etanol es un alcohol líquido compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno. Para poder utilizar el etanol como combustible puro o mezclándolo con gasolina, hay que eliminar el agua hasta alcanzar una pureza del 99,5 al 99,9%, el valor exacto depende de la temperatura, que determina cuándo ocurre la separación entre las fases agua e hidrocarburos⁸.

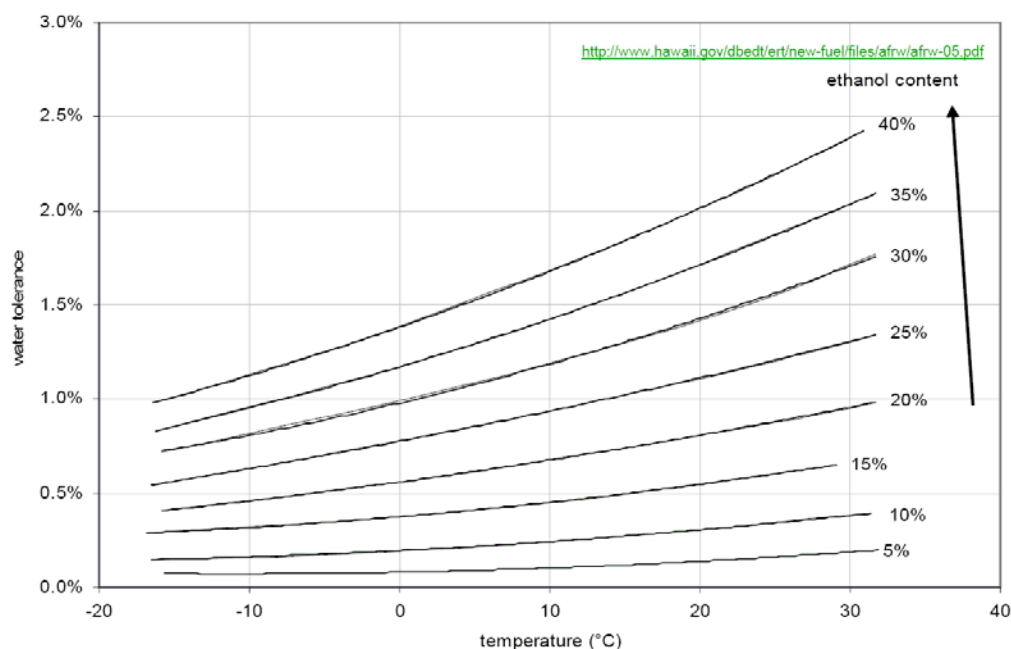
Gráfico 3: Separación de fases del etanol.



Fuente: HAWAII, Nuevos Combustibles, USA, (2009), Internet: www.hawaii.gov/dbedt/new-fuel/files/afrw/afrw-05.pdf, Acceso: 26-12-2009.

⁸ HAWAII, Nuevos Combustibles, USA, (2009), Internet: www.hawaii.gov/dbedt/new-fuel/files/afrw/afrw-05.pdf, Acceso: 26-12-2009.

Gráfico 4: Tolerancia de gasolina- agua etanol.



Fuente: HAWAII, Nuevos Combustibles, USA, (2009), Internet:
www.hawaii.gov/dbedt/new-fuel/files/afrw/afrw-05.pdf, Acceso: 26-12-2009.

La tabla 6 muestra algunas propiedades del etanol y de la gasolina en América.

Tabla 6: Propiedades de la gasolina y el etanol

Parámetro	Gasolina	Etanol
Poder calorífico (kJ/kg)	43,000	26,700
RON (Research Octane Number)	90 – 100	102 – 130
MON (Motor Octane Number)	80 – 92	89 – 96
Calor latente de vaporización (kJ/kg)	330 – 400	842 – 930
Relación estequiométrica aire/combustible	14.5	9.0
Presión de vapor (kPa) <psi>	(40 – 69) , <5.8 – 10>	(15 – 17) , <2.2 – 2.5>
Temperatura de ignición (°C)	220	420
Solubilidad en agua (% en volumen)	0	100

Fuente: HORTA, Luís, Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América, América, CEPAL, (2004).

Bioetanol (o bioalcohol, etanol), es alcohol producido por fermentación de azúcar o de almidón convertido en azúcar, extraídos ambos de la biomasa.

1.3 Aplicaciones.

El bioetanol se utiliza en diversos fines como: bebidas alcohólicas, perfumes, disolventes, anticongelantes, y combustibles, su utilidad radica en el tipo de etanol que se produzca. Como combustible existen dos tipos de etanol, siendo estos el etanol carburante hidratado, que tiene un contenido de agua de hasta el 9% en volumen, y el etanol carburante anhidro, con un contenido de agua de hasta un 0.5%. Para su uso comercial e industrial de etanol en la nafta, siempre es desnaturalizado (es decir, se le adicionan pequeñas cantidades de sustancias nocivas) para evitar su mal uso como bebida alcohólica.

El objetivo de mezclar etanol con nafta es el oxigenar la gasolina estándar, reemplazando al éter metil tert-butilico (MTBE) que es el responsable de contaminación del suelo y agua subterránea.

Con dicha mezcla, se obtiene una disminución del poder calorífico e incrementos en el octanaje, calor de vaporización y de presión de vapor (RVP), aunque el etanol tiene relativamente baja presión de vapor, cuando se utiliza como aditivo de la gasolina, este se eleva a valores muy altos (18 psi, 124 KPa).

El etanol hidratado, se utiliza como combustible de forma pura y no debe mezclarse con gasolina porque puede presentarse una separación de fases, debido a que el etanol hidratado tiene un alto contenido de agua, la mezcla se separaría en una fase de gasolina pobre en etanol y una fase de agua rica en etanol y siendo el agua más pesada que la gasolina, aquella se iría al fondo del tanque y entraría primero al motor causando fallas en su operación. Los motores que utilizan etanol hidratado deben ser diseñados especialmente para utilizar ese tipo de combustible.

Para el uso de etanol puro en motores a gasolina es necesaria su adaptación, especialmente para elevar la relación de compresión y utilizar adecuadamente el octanaje más alto, así como ajustes en el sistema de alimentación e ignición para compensar la diferencia en la relación aire-combustible y otras propiedades.

Otras modificaciones requeridas son el tratamiento anticorrosivo de las superficies metálicas en algunas partes de los motores. Actualmente, con el avance de la tecnología en motores especialmente fabricados para etanol; la rama automotriz está

suficientemente desarrollada para permitir que vehículos que utilizan etanol puro hidratado tengan un buen desempeño, maniobrabilidad, condiciones de partida en frío y durabilidad similares a los motores a gasolina. Además, con la intensa utilización de la electrónica en sistemas avanzados de control de mezcla e ignición, ya están disponibles comercialmente los motores biocombustible o “flex-fuel”, capaces de utilizar etanol puro o mezclas gasolina/etanol en cualquier proporción, cumpliendo con todos los requisitos de eficiencia, maniobrabilidad y atención a los límites de emisiones de gases.

Gráfico5: Ford Explorer XLT, 2004, Flex Fuel, motor 4.0 6cc.



Fuente: Autor.

La manera más sencilla, frecuente e inmediata para emplear el etanol en los motores existentes del parque automotor, sin necesidad de realizar ninguna modificación, es hacerlo mediante mezclas con gasolina, con lo cual se produce el gasohol. Cuando el etanol se mezcla con gasolina se produce un nuevo combustible, resultando algunas características distintas del calculado por directa ponderación de las propiedades de cada componente, debido a la no-linealidad de las mezclas. Cabe recordar que mientras el etanol es una sustancia química sencilla, la gasolina es una mezcla de casi 200 diferentes componentes derivadas del petróleo.

1.4 Repercusión a nivel mundial.

El etanol es una fuente de combustible que arde formando dióxido de carbono y agua, como la gasolina sin plomo convencional. El aditivo metil tert-butil éter actualmente se está eliminando debido a la contaminación del agua subterránea, por lo tanto el etanol se convierte en un atractivo aditivo alternativo. Como aditivo de la gasolina, la emulsión es más volátil, lanzando así más compuestos orgánicos volátiles.

El uso de etanol puro en lugar de gasolina en un vehículo aumenta las emisiones totales del dióxido de carbono, por cada kilómetro, en un 6%. Si de algún modo se reduce la emisión total, pudiera deberse al proceso agrícola que se necesita para crear el biofuel que produce ciertas emisiones del CO⁹.

Por otro lado las implicaciones hacia la seguridad y la soberanía alimentaria son severas. Se está dando una competencia por el uso de recursos naturales: tierra y agua, y por recursos financieros entre las superficies destinadas a la producción de alimentos y aquellas para biocombustibles. Las consecuencias sociales y ambientales de los países productores de biomasa para combustibles, ya se están presentando con el alza de los precios de algunos cultivos agrícolas, con la deforestación que va en aumento al ampliar las superficies dedicadas a biocombustibles, y con la práctica del monocultivos, que va asociada y que atenta contra la pérdida de biodiversidad¹⁰.

⁹ UNIVERSIDAD DE HUELVA, La Controversia de los Agrocombustibles, una Propuesta Didáctica para las Ciencias para el Mundo contemporáneo, España, (2008), Internet:[http://www.apac-eureka.org/revista/ Volumen6/ Numero_6_1/ Escudero_et_al_2009.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_1/Escudero_et_al_2009.pdf), Acceso: 26-12-2009.

¹⁰ CHAUVET, Michelle y GONZÁLEZ, Rosa, Biocombustibles y Cultivos Biofarmaceuticos: ¿Oportunidad o Amenazas?, Mexico, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco Distrito Federal, (2008).

Tabla 7: Evaluación de las materias primas para la producción de biocombustibles.

<i>Tipo de cultivo</i>	<i>Suelo</i>	<i>Agua</i>	<i>Nutrientes</i>	<i>Clima</i>
Aceite de palma	Buen drenaje; pH de 4 a 7; suelo plano, rico y profundo.	Niveles de precipitación entre 1800 a 5000 mm.	Bajo.	Tropical y sub-tropical con temperaturas requeridas de entre 25 a 32°C.
Álamo	Suelo profundo, húmedo, textura media y alta tolerancia a inundaciones.	Alto requerimiento, puede ser requerido sistema de riego.	Alto.	Ártico hasta templado.
Arroz	Capa permeable y buen drenaje.	Muy alta; crece en terrenos inundados.	Uso relativamente alto de fertilizantes y sistemas intensivos de cultivo.	Constante temperatura en áreas tropicales, óptimo alrededor de 30° C.
Canola o colza	Suave, arcilloso profundo, textura media y bien drenado.	600 mm mínimo de precipitación anual.	Alto.	Sensible a altas temperaturas, mejor crecimiento entre 15 y 20° C.
Caña de azúcar	No requiere ningún tipo de suelo especial, pero preferiblemente bien aireado con un total de un 15% de disponibilidad de agua o más.	Alta y homogéneamente distribuida durante la etapa de crecimiento.	Se requieren altos niveles de potasio y nitrógeno; sin embargo, en la madurez el nivel de nitrógeno debe ser el más bajo posible para recuperar altos niveles de azúcar.	Tropical y sub-tropical.
Cáñamo	Profundo con buena irrigación; el balance del pH entre 6 y 7.	Cierta humedad durante toda la estación.	Adaptable a sitios de baja fertilidad y suelos alcalinos, pero se puede tener mejor rendimiento con fertilizantes.	Condiciones variadas, preferiblemente climas cálidos.
Cereal	Poca disrupción del suelo; el balance de humus es negativo influenciado por la remoción de la paja.	—	Medio.	Moderado.
Girasol	Crece bajo condiciones de buen temporal en un amplio rango de suelos.	Varía de 600 a 1000 mm dependiendo del clima y de la longitud del periodo de crecimiento.	Moderado.	Áridos si es con irrigación/ templados cuando sea de buen temporal.
Jatropha	Pobres, fertilidad media a escasa. No requiere labranza.	En condiciones de riego y estacional.	Adaptado a suelos de baja fertilidad y alcalinos. Se obtiene un mejor rendimiento con el uso de fertilizantes.	Tropical y sub-tropical, pero incluso árido y semiárido.
Maíz	Bien aireados y drenados.	Eficiente uso de agua.	Requiere alta y constante fertilidad.	Templado a tropical.
Mijo	En rangos desde praderas a áridos o pantanos.	Resistente a sequías y muy eficiente en el uso de agua.	Bajo.	Planta de clima cálido.
Miscanto	Abundante suministro de agua; oscuros con alto porcentaje de humus; pH óptimo entre 5.5 y 7.5.	Crucial durante las temporadas de principal crecimiento.	Bajo.	Adaptado a climas cálidos, parcialmente tolerante a clima frío.
Papa	Profundo, bien drenado, aireado, poroso, pH entre 5 y 6.	Alto, se requiere sistema de riego.	Alta demanda de fertilizantes.	La temperatura óptima es de 18 a 29° C.
Remolacha	Textura de ligera a media, bien drenado, tolerante a salinidad.	Moderado en un rango de 500 a 750 mm durante el periodo de crecimiento.	Niveles adecuados de nitrógeno son necesarios para asegurar el crecimiento vegetativo máximo precoz, y alta demanda de fertilizante.	Templados.

Sauce	Arenoso, arcilloso y lodosos.	Sustanciosas cantidades de agua.	Significativa.	Puede tolerar muy bajas temperaturas en invierno; sin embargo, heladas en la primavera tardía y otoño temprano van a dañar las ramas superiores.
Sorgo	Textura entre ligera y media; bien aireados, bien drenados y relativamente tolerante a periodos cortos de encharcamiento.	Muestra un alto grado de flexibilidad con respecto a la profundidad y frecuencia del suministro de agua debido a sus características de resistencia a sequías.	Cultivo de muy alto requerimiento de nitrógeno.	Temperaturas óptimas para variedades de alta productividad arriba de los 20° C.
Soya	Suelos húmedos y aluviosos con gran contenido orgánico; alta capacidad de agua, buena estructura, blandos.	Alto.	PH óptimo de 6 a 6.5.	Tropical y sub-tropical y clima templado.
Trigo	Texturas medias	Alto.	Alto.	Templado, en los subtrópicos y trópicos cercanos al Ecuador, en altiplanos con altitudes de más de 1500 m. y en trópicos fuera del Ecuador con temporadas de lluvia largas y como un cultivo de invierno.

Fuentes: CHRYSLER, Daimler, WWF, UN-Energy, Sustainable Bioenergy: A Framework For Decisión Decisión Markers, Alemania, Ministerio de Agricultura de Baden Wuerttemberg y UNEP, (2007).

La soberanía alimentaria entendida como la determinación autónoma de decidir qué, cómo y cuándo producir, una vez más se ha trastocado. La soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos, de sus países o uniones de estados para definir su política agraria y alimentaria, sin dumping frente a países terceros.

La producción de biocombustibles en el mundo es rentable gracias a los subsidios e incentivos que tienen las energías renovables. Incluso Brasil atraviesa por problemas coyunturales ante las fluctuaciones de los precios para sostener en niveles de rentabilidad su producción de etanol con caña de azúcar: éste es rentable cuando el barril de petróleo oscila entre los 45 ó 50 dólares¹¹.

La política gubernamental de subsidios al campo se explica si apunta a lograr el abasto alimentario para los sectores más desprotegidos, pero no tiene justificación que se subsidie un negocio de particulares con fondos públicos.

¹¹ CHAUVET, Michelle y GONZÁLEZ, Rosa, Biocombustibles y Cultivos Biofarmaceuticos: ¿Oportunidad o Amenazas?, Mexico, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco Distrito Federal, (2008).

1.5 Conclusiones.

- El etanol como combustible no es resiente, estuvo presente en las primeras versiones de los motores de combustión interna; sin embargo, hay poco estudio de combustibles alternativos que cumplen con los requerimientos de una máquina de combustión interna en cuanto a prestaciones y a emisión de agentes contaminantes con el propósito de disminuirlos.
- Al utilizar mezclas de etanol con nafta, mejora las condiciones ambientales por reducción de gases contaminantes (según PETROECUADOR), por otro lado el uso de etanol puro en lugar de gasolina en un vehículo aumenta las emisiones totales del dióxido de carbono.
- Los combustibles fósiles, al no ser renovables tienen una tendencia a subir de precio hasta niveles en los que no será económicamente satisfactorio su utilización, dando paso a los combustibles alternativos.
- El etanol se obtiene fácilmente del azúcar o del almidón y también se extrae de la celulosa y sacarosa con procesos más complicados y aun no presentan ventaja competitiva en cuanto al costo de producción industrial.
- El etanol como combustible para autos se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible que puede ofrecer ventajas ambientales y económicas a largo plazo; para otros, es el responsable de grandes deforestaciones y del aumento del precio de los alimentos, al suplantarse selvas y terrenos agrícolas para su producción.
- El bioetanol tiene una baja presión de vapor, pero cuando se lo utiliza como aditivo de la gasolina su presión de vapor efectiva es muy alta, llegando a un valor de 18 psi (124 KPa), lo cual representa una desventaja para su uso por lo que aumenta las emisiones debidas a la evaporación.
- La producción de etanol como combustible corresponde alrededor de un 1% del consumo mundial de petróleo; es decir, que el etanol no va a ser un sustituto de la nafta, sino que permitirá ampliar el mercado de las naftas.

- El bioetanol como combustible, provoca un impulso a la agroindustria relacionada con la producción y procesamiento de estos cultivos. Agrega valor a la actividad agrícola primaria y es una oportunidad para la creación de negocios productivos.
- Existen el etanol anhidro y el etanol hidratado, que se diferencian en el contenido de agua que poseen, que es de aproximadamente 0,5% en el etanol anhidro y cercano al 5% en el etanol hidratado, además la producción de etanol en el mundo, en su mayoría se utiliza como fuente a la biomasa.
- El etanol anhidro se utiliza mezclado con gasolinas de origen fósil, mientras que el etanol hidratado se utiliza puro en los vehículos que han sido debidamente adaptados para este combustible. El etanol hidratado proviene directamente de la torre de destilación; para obtener etanol anhidro, se requiere un proceso adicional, mediante el cual se remueve la mayoría del agua del combustible.

CAPÍTULO 2

VALORACIÓN DE LA MEZCLA

2.1 Vehículos motorizados a gasolina que operan en el cantón Cuenca.

Los automotores a gasolina que circulan en el cantón Cuenca, según la base de datos del SRI regional del sur, nos presenta el año de fabricación y número de vehículos existentes; por otro lado, el sistema de inyección se ha tomado como referencia los datos brindados por los concesionarios Mirasol y Lojacar, que manejan las siguientes marcas: el primero con la marca Chevrolet y el segundo las marcas Mazda, Nissan, Ford y Renault.

Tabla8: Cantidad total de vehículos motorizados a gasolina, según el año de fabricación y sistema de alimentación.

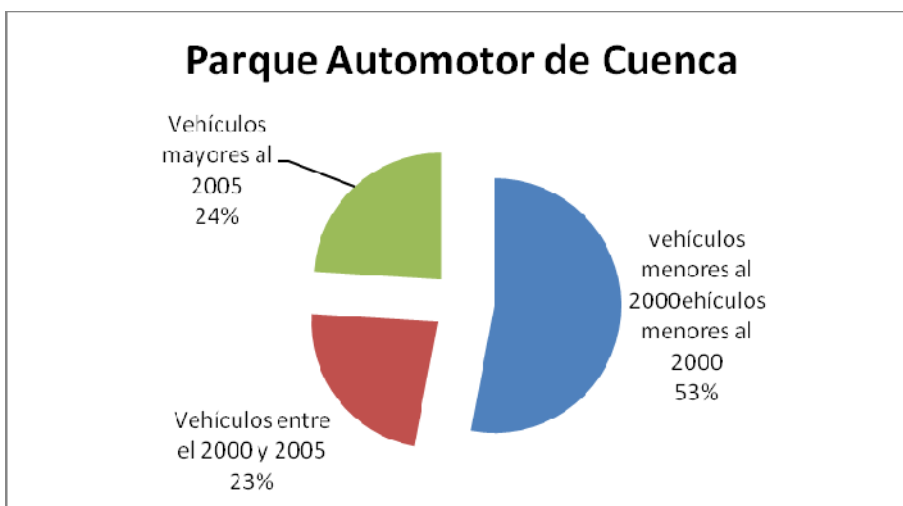
Año de fabricación.	Número de vehículos.		Sistemas de inyección.
Menor o igual al 1990	15478		Carburador
1991	1784		Carburador
1992	2494		Carburador o inyección.
1993	2666		Carburador o inyección.
1994	4217		Carburador o inyección.
1995	3021		Carburador o inyección.
1996	2579		Carburador o inyección.
1997	2255		Carburador o inyección.
1998	3660		Inyección.
1999	2722		Inyección.
Total de vehículos menores al 2000		41431	
2000	555		Inyección
2001	4077		Inyección
2002	5550		Inyección
2003	4293		Inyección
2004	3917		Inyección
2005	4395		Inyección
Total de vehículos entre el 2000 y 2005		17837	

2006	4551	Inyección
2007	4424	Inyección
2008	3297	Inyección
2009	1998	Inyección
2010	346	Inyección
2011	1	Inyección
Total de vehículos mayores al 2005		19012
Total de vehículos en el cantón Cuenca		78280

Fuente: SRI regional del sur, Mirasol, Loja y elaborado por el Autor.

Es importante tener en cuenta el año de fabricación y sistema de inyección, del parque automotor en donde se va aplicar mezclas de etanol, debido a que, se deben considerar cierto parámetro en cuanto al funcionamiento y compatibilidad con algunos materiales.

Gráfico6: Porcentaje de vehículos según su año de fabricación.



Fuente: Autor.

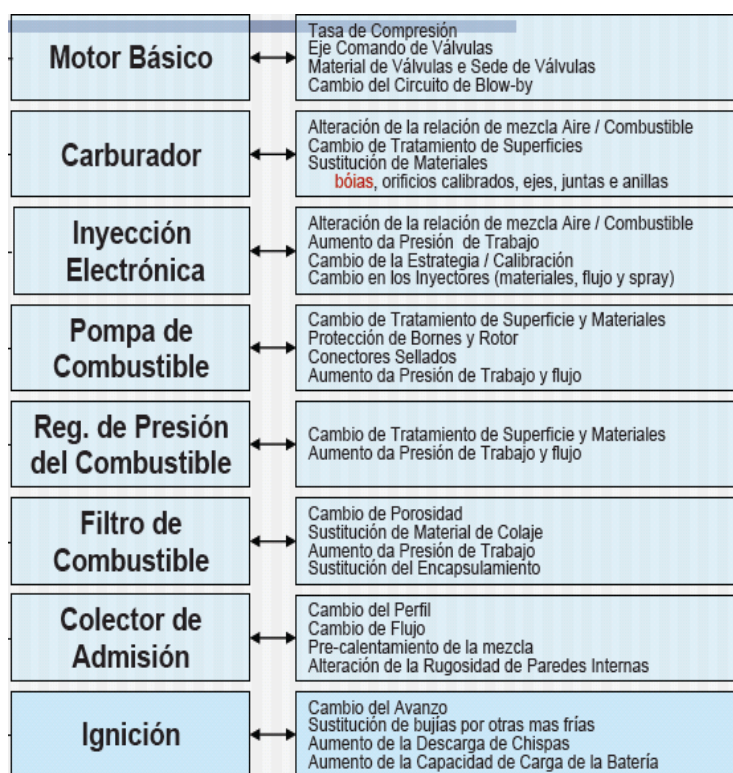
En las siguientes tablas están conexionadas entre sí, nos exponen ciertas modificaciones básicas en cuanto al funcionamiento y compatibilidad, según la mezcla de etanol con combustible que se utilice.

Tabla9: Modificaciones necesarias.

Etanol en la gasolina	≤ 5%	≤10%	≤25%	≤85%	≥85%
Carburador					
inyección de combustible					
pompa de combustible					
filtro combustible					
sistema ignición					
tanque combustible					
catalizador					
motor básico					
aceite del motor					
colector admisión aire					
sistema de escape					
partencia en frio					

Fuente: HORTA, Luís, Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América, América, CEPAL, (2004).

Tabla10: Modificaciones.



Fuente: HORTA, Luís, Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América, América, CEPAL, (2004).

Se debe tener en cuenta, que porcentajes mayores al 5% por ciento de etanol, ciertos materiales de goma y plásticos se deterioran. El etanol puro reacciona o disuelve a ciertos componentes del sistema de inyección como: caucho y ligas de aluminio; no debe utilizarse en motores sin modificar.

2.2 Composición del parque automotor, en función del año de fabricación y uso.

Para conseguir cuantificar la cantidad de vehículos que circulan en la ciudad de Cuenca según su uso, es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla11: Cantidad de vehículos motorizados a gasolina, que se los considera de uso exclusivo, en el cantón Cuenca.

USO DEL AUTOMOTOR	CANTIDAD
Transporte a gasolina de carga liviana, escolar, furgonetas y turismo	1293
Taxis	3471

Fuente: Autor.

Los datos expuestos en la tabla 11 fueron tomados de la Unidad Municipal de Transito (UMT)¹² (lo que respecta a los taxis), y del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)¹³; éste último, nos brindó datos porcentuales de las unidades que funcionan a gasolina en la provincia del Azuay, utilizando para el efecto: furgonetas de carga y de pasajeros, sean estas de alquiler o de particulares; además, de las

¹² UNIDAD MUNICIPAL DE CUENCA, Transporte, Ecuador, (2010) Internet: <http://www.municipalidadcuenca.gov.ec/contenido.php?id=372>, Acceso: 26-12-2009.

¹³ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, (INEC), Anuario de Transporte de Vehículos Matriculados en el Azuay, Ecuador, (2008), Internet: www.inec.gov.ec/web/guest/ecu_est/est_eco/enc_eco/enc_tra, Acceso: 18-12-2009.

camionetas que funcionan de alquiler. Este porcentaje fue aplicado al total de los datos proporcionados por el SRI regional del sur (Tabla 8).

En la siguiente tabla se resume las cantidades de vehículos a gasolina que circulan en el cantón Cuenca, según la clasificación que se manejará en el proyecto.

Tabla12: Cantidad de vehículos motorizados a gasolina que operan en el cantón Cuenca.

USO DEL AUTOMOTOR	CANTIDAD
Vehículos Particulares, del Estado y Municipales	73516
Transporte a gasolina de carga liviana, escolar, furgonetas y turismo	1293
Taxis	3471
TOTAL DE VEHÍCULOS EN EL CANTÓN CUENCA	78280

Fuente: Autor

2.2.1 Distribución porcentual en años de fabricación de los vehículos según su uso.

Valiéndonos por segunda ocasión del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Se tomó datos porcentuales según el año de fabricación, por cada clase de los vehículos que funcionan a gasolina en la provincia del Azuay; para ser aplicados a los datos obtenidos en la tabla 12.

2.2.1.1 Automóviles de uso Particular, del Estado y Municipales.

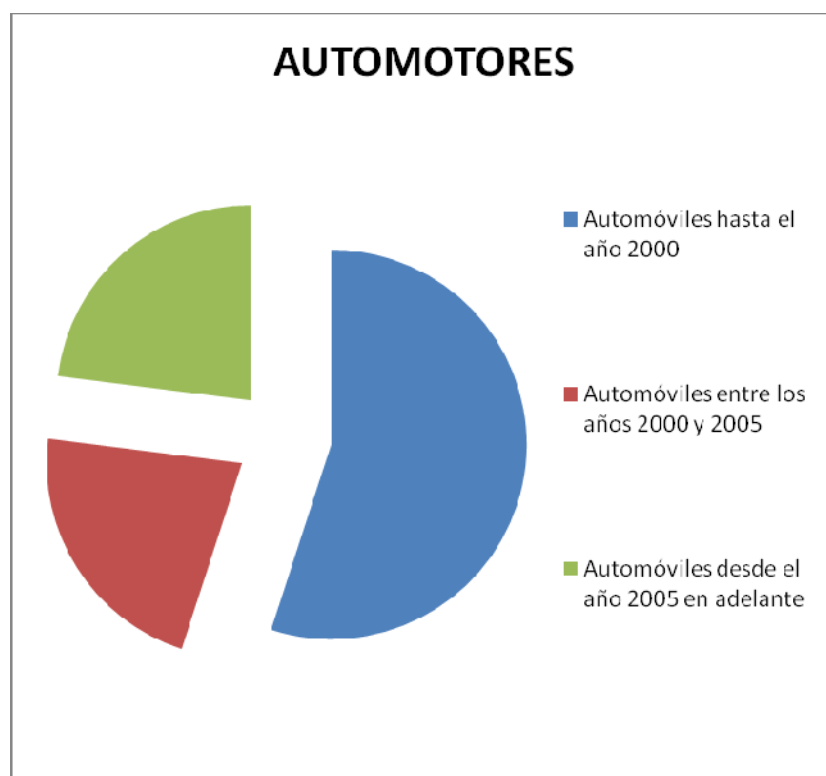
En este rubro se agrupó las clases de vehículos que generalmente circulan en el casco urbano de la Ciudad de Cuenca como son: automóviles, jeep, motocicletas y camionetas; obteniendo los siguientes resultados:

Automóviles hasta el año 2000:..... 55%.....40087 unidades.

Automóviles entre los años 2000 y 2005:.....22%.....16360 unidades.

Automóviles desde el año 2005 en adelante:.....23%.....17043 unidades.

Gráfico7: Automóviles de uso Particular, del Estado y Municipales.



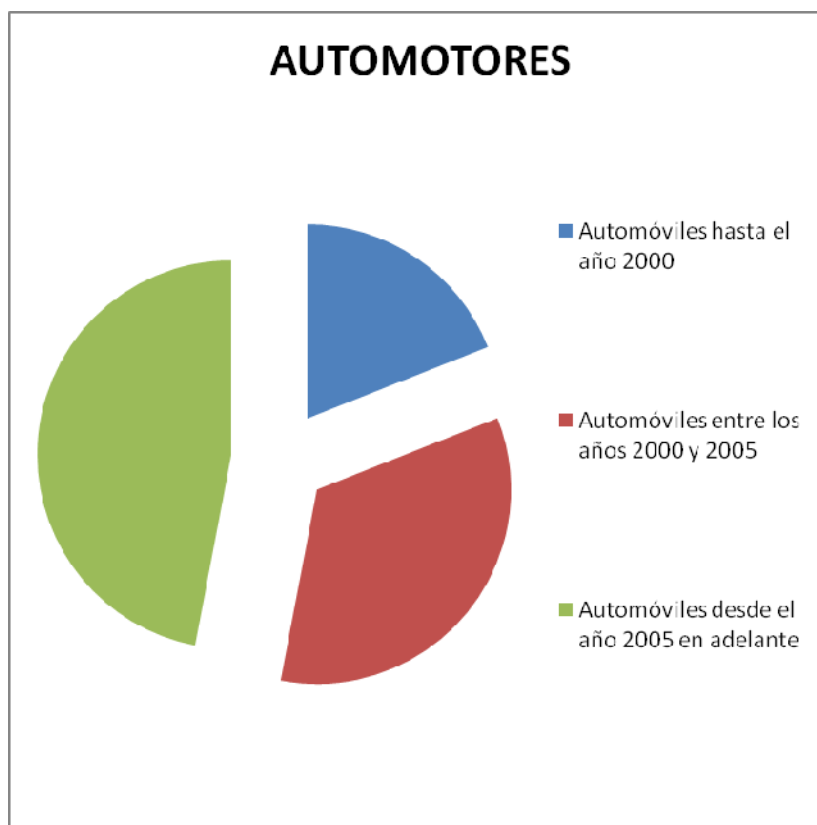
Fuente: Autor.

2.2.1.2 Taxis.

En este grupo se consideró todos los automóviles de alquiler; teniendo los siguientes resultados:

Automóviles hasta el año 2000:	19%.....	659 unidades.
Automóviles entre los años 2000 y 2005.....	34%.....	1180 unidades.
Automóviles desde el año 2005 en adelante.....	47%.....	1632 unidades.

Gráfico8: Taxis.



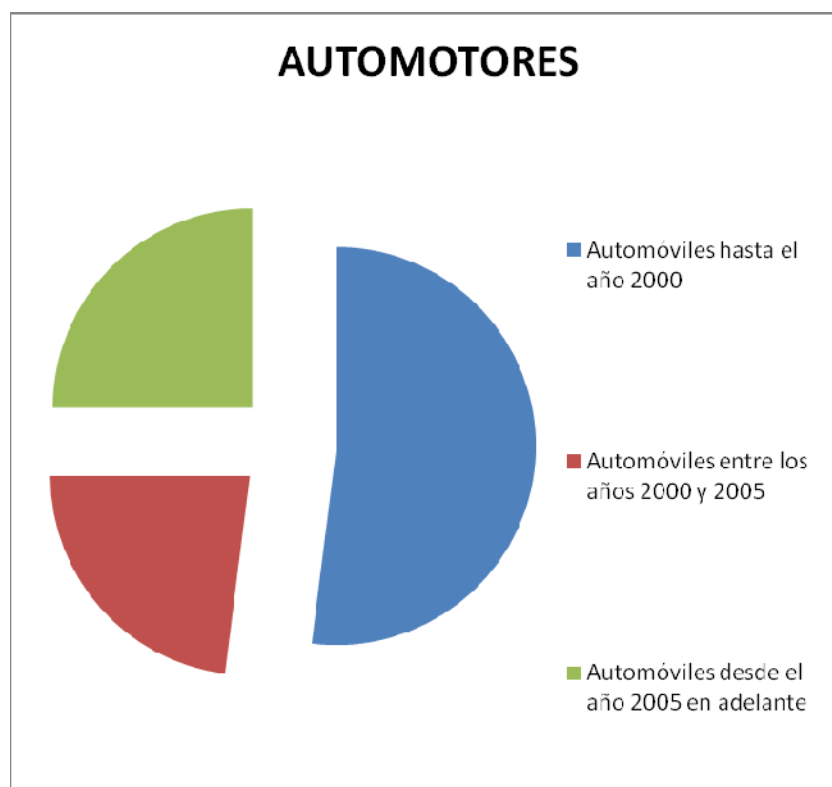
Fuente: Autor.

2.2.1.3 Automóviles de uso para carga liviana, escolar, furgonetas y turismo.

En esta agrupación se tomaron en cuenta los vehículos tales como: furgonetas de carga y de pasajeros, sean estas de alquiler o de particulares; además, de las camionetas que funcionan de alquiler, se presentan los siguientes resultados:

Automóviles hasta el año 2000:	52%.....	685 unidades.
Automóviles entre los años 2000 y 2005.....	23%.....	297 unidades.
Automóviles desde el año 2005 en adelante.....	25%.....	337 unidades.

Gráfico9: Automóviles de uso para carga liviana, escolar, furgonetas y turismo.



Fuente: Autor.

2.3 Mezclas de etanol y sus rendimientos en pruebas de carretera.

Los biocombustibles, aunque no son la solución a los problemas energéticos, económicos y ambientales, son un medio por el cual se puede llevar a cabo la transición energética de una economía sustentada en los combustibles fósiles a una economía mundial basada en fuentes renovables de energía, entre ellas el hidrógeno. Las mezclas de etanol con nafta que se maneja en el presente trabajo son: 3%, 5% y 7% de etanol, emulsionada con la gasolina extra (sin tetra etilo de plomo, tabla 2).

Desde el punto de vista técnico, la utilización del bioetanol presenta, una ventaja importante, que es poseer un calor de vaporización más elevado que el de la gasolina (Tabla 6), lo que redundará en una disminución de la temperatura máxima de

combustión, con lo que se consigue un mejor funcionamiento mecánico del motor. Sin embargo, una eventual mezcla de agua con gasolina y etanol, puede causarse, debido a la gran afinidad existente entre el etanol y el agua, produciendo separación de fases y por tanto, un carburante de peores características técnicas¹⁴.

Gráfico10: Elaboración de las mezclas al 3%, 5% y 7% de etanol.



Fuente: Autor.

El etanol no presenta mayores riesgos en su manejo que la gasolina o gasóleo. Es poco tóxico y relativamente poco peligroso en pequeñas dosis. En caso de dispersión en el medio ambiente, el etanol puro se disuelve en el agua y existen bacterias que lo disocian en dióxido de carbón y agua. Para evitar cualquier riesgo de uso erróneo o de confusión con un alcohol para el consumo, es imprescindible añadirle un agente desnaturante con olor y gusto, se dijo en el anterior capítulo; además de ser desodorizado, es decir sin olor a alcohol.

¹⁴ ORTIZ MARCOS, Susana, Doctor Ingeniero Industrial, Buscando Combustibles Alternativos: El Bioetanol, España, Universidad Pontificia de Madrid (UPM), (2003).

El etanol anhidro desodorizado desnaturalizado, utilizado para las emulsiones proviene de la caña de azúcar, más específicamente de la melaza, desecho de la elaboración del azúcar. Proveniente de la Provincia de Guayas, siendo elaborado por “CODANA” (produce el 95% de la melaza, el 5% del jugo de caña y un porcentaje no significativo de alcoholes crudos) en el Cantón Milagro y distribuida por “VELATAMI C.A.” en el Cantón Durán para proveedores minoritarios.

Se elaboró una mezcla del 50% de etanol y 50% de nafta para descartar separación de fases; obteniendo excelentes resultados, el que nunca se separaron. Se mantuvo en observación y completo reposo por más de tres semanas, evaporándose el 50% de la mezcla.

Gráfico11: Mezcla del 50% de etanol y 50% de nafta.



Fuente: Autor.

Las mezclas del 3%, 5% y 7% de etanol, fueron evaluadas en cuatro vehículos de distinto año de fabricación (Toyota Land Cruiser del 1987, Toyota Corona del 1995, Chevrolet Esteem del 2003 y Ford F-150 del 2007), de acuerdo a los automotores que existen en el cantón de Cuenca. Se realizó 12 recorridos con cada vehículo y con los 4 combustibles, por la mañana, tarde y noche. Las mediciones del combustible consumido, se realizaron con probetas de reglaje en mili-litros.

Gráfico12: Vehículo de prueba Toyota Land Cruiser del año 1987.



Fuente: Autor.

Gráfico13: Vehículo de prueba Toyota Corona del año 1995.



Fuente: Autor.

Gráfico14: Vehículo de prueba Chevrolet Esteem del 2003.



Fuente: Autor.

Gráfico15: Vehículo de prueba Ford F-150 del 2007.



Fuente: Autor.

El siguiente gráfico hace referencia, a los pasos de medición de combustible, con la probeta de escala en mili-litros.

Gráfico16: Secuencia de medición de combustible.



Fuente: Autor.

2.3.1 Mezcla de etanol al tres por ciento.

La presente mezcla no presenta ninguna afección a los componentes del vehículo; además, no se debe realizar ninguna modificación en los mismos.

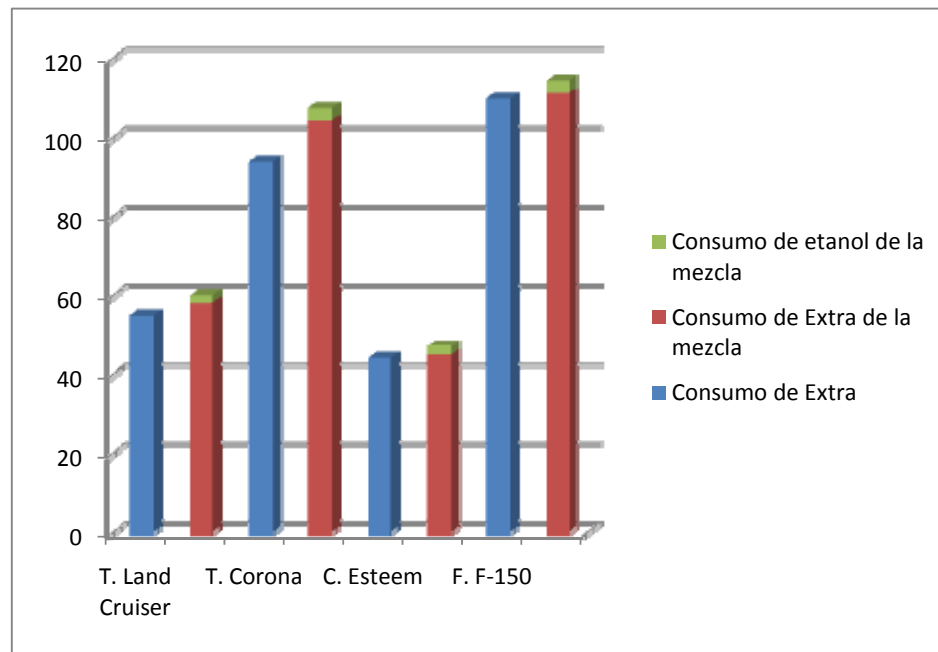
En las pruebas de carretera, se pudo evidenciar mejoras en el funcionamiento del motor, en cuanto se disminuyó el cascabeleo de manera notable, exclusivamente se evidencia en aceleraciones demasiado bruscas. Los vehículos que presentaron esta anomalía son: el Chevrolet Esteem del 2003 y Ford F-150 del 2007(leve aceleración en ralentí). En el vehículo a carburador; Toyota Land Cruiser del año 1987, se sintió cierta variación en el ralentí del vehículo poco mas tembloroso, por lo que se debería recalibrar la dosificación y el tiempo del vehículo (adelanto al encendido), por ultimo en el Toyota Corona del año 1995 presentó un leve incremento en su ralentí; se debería incidir en los grados de adelanto al encendido; por cuanto, el combustible tiene mayor número de octanos.

Tabla13: Rendimientos de la mezcla de Etanol al 3 %, en vehículos de prueba frente a la gasolina Extra.

MEZCLA DE ETANOL AL 3 %					
Recorrido		5 Km			
Vehículo		T.Land Cruiser	T. Corona	C.Esteem	F.F-150
Año de fabricación		1987	1995	2003	2007
Revoluciones en su mayoría.		-	2000	2000	2000
Velocidad (Km/h)		40	50-60	40-45	40-50
Cambios		3ra y 4ta	3ra	3ra	-
Lugar		Plan	cuesta	Plan	Plan
Combustible consumido (Lt.)	Mañana	0.55	1.14	0.475	1.15
	Tarde	0.60	0,95	0.47	1.14
	Noche	0.65	1.13	0.475	1.145
Promedio		0.60	1.0733	0,4733	1.145
GASOLINA EXTRA					
Combustible consumido	Mañana	0.60	1.08	0.495	1.125
	Tarde	0.50	0.742	0.39	1.055
	Noche	0.55	1	0.44	1.11
Promedio		0.55	0.9406	0.4416	1.0966

Fuente: Autor.

Gráfico17: Comparación del consumo entre la gasolina Extra y la mezcla de Etanol al 3%.



Fuente: Autor.

2.3.2 Mezcla de etanol al cinco por ciento.

Al igual que la mezcla anterior, esta no presenta ninguna afección a los componentes del vehículo, ni se modifican los mismos.

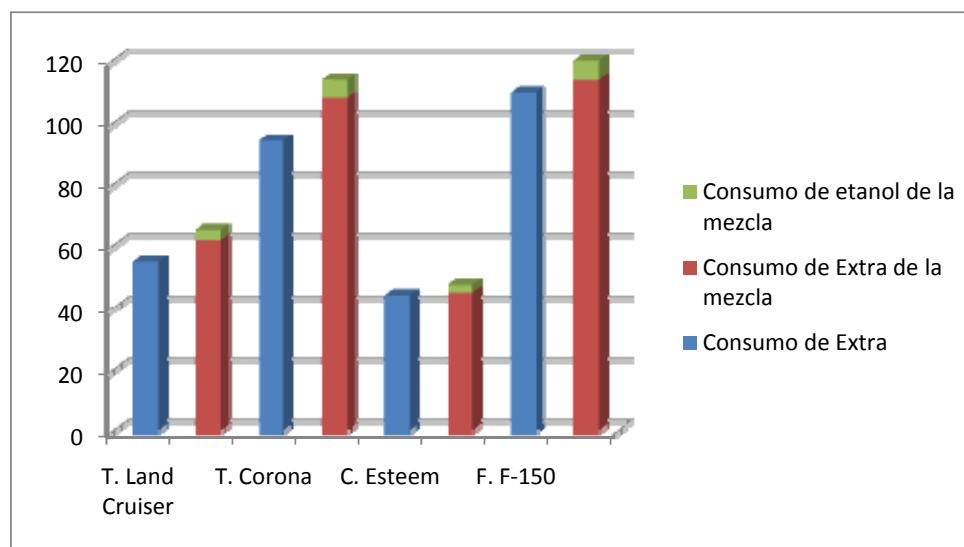
En las pruebas de vía, se pudo evidenciar una notable mejorías en el comportamiento del motor, cuanto se disminuyó el cascabeleo casi en su totalidad, únicamente se lo puede palpar en aceleraciones demasiado bruscas y en pendientes, en los dos vehículos Chevrolet Esteem y Ford F-150 (elevo en ralentí). En el Toyota Land Cruiser y Corona, se observó los mismos síntomas que la mezcla al 3%, debiendo efectuar los cambios antes dichos.

Tabla14: Rendimientos de la mezcla de Etanol al 5 %, en vehículos de prueba frente a la gasolina Extra.

MEZCLA DE ETANOL AL 5%					
Recorrido		5 Km			
Vehículo		T.Land Cruiser	T. Corona	C.Esteem	F.F-150
Año de fabricación		1987	1995	2003	2007
Revoluciones en su mayoría.		-	2000	2000	2000
Velocidad (Km/h)		40-50	50-60	40-45	40-50
Cambios		3ra y 4ta	3ra	3ra	-
Lugar		Plan	cuesta	Plan	Plan
Combustible consumido (Lt.)	Mañana	0.70	1.15	0.485	1.175
	Tarde	0.60	1.13	0.47	1.235
	Noche	0.65	1.135	0.47	1.185
Promedio		0.65	1.1383	0,475	1.198
GASOLINA EXTRA					
Combustible consumido	Mañana	0.60	1.08	0.495	1.125
	Tarde	0.50	0.742	0.39	1.055
	Noche	0.55	1	0.44	1.11
Promedio		0.55	0.9406	0.4416	1.0966

Fuente: Autor.

Gráfico18: Comparación del consumo entre la gasolina Extra y la mezcla de Etanol al 5%.



Fuente: Autor.

2.3.3 Mezcla de etanol al siete por ciento.

A diferencia de las mezclas anteriores, esta presenta afecciones a ciertos materiales de goma, plásticos y ligas de aluminio, que se deterioran; no debe utilizarse en motores sin modificar. Se deberían cambiar estos materiales.

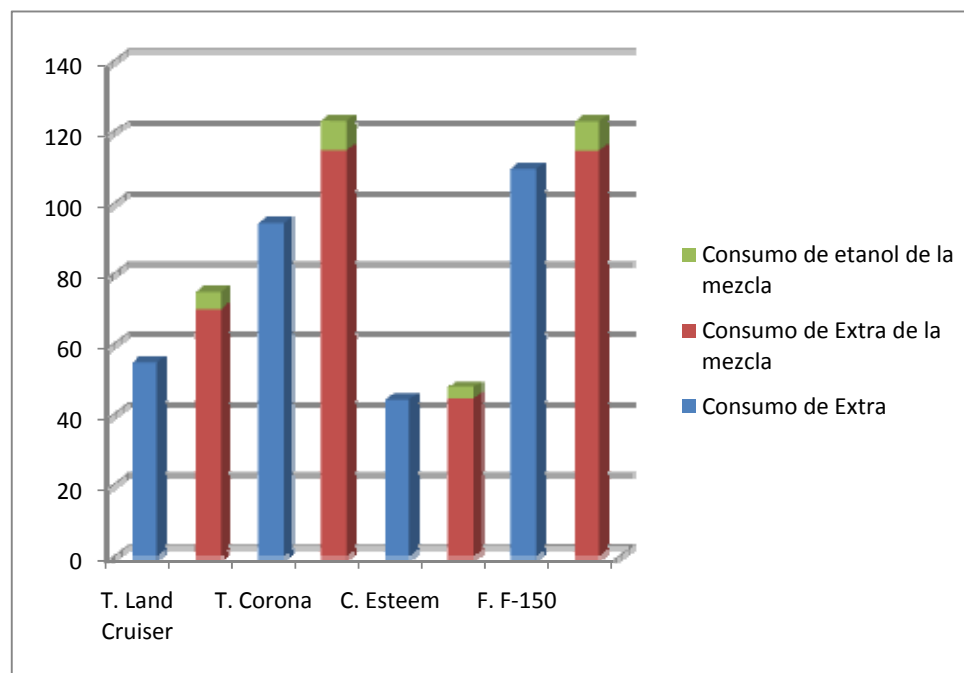
En las pruebas de rendimiento de combustible, se pudo evidenciar una notable mejorías en el comportamiento del motor, cuanto se desapareció el cascabeleo en su totalidad, en los vehículos Chevrolet Esteem y Ford F-150 (aceleró su ralenti). En el Toyota Land Cruiser y Corona, se observó los mismos síntomas en las mezclas anteriores, se debe tomar en cuenta las modificaciones de las tablas 9 y 10.

Tabla 15: Rendimientos de la mezcla de Etanol al 7 %, en vehículos de prueba frente a la gasolina Extra.

MEZCLA DE ETANOL AL 7%					
Recorrido		5 Km			
Vehículo		T.Land Cruiser	T. Corona	C.Esteem	F.F-150
Año de fabricación		1987	1995	2003	2007
Revoluciones en su mayoría.		-	2000	2000	2000
Velocidad (Km/h)		40-50	50-60	40-45	40-50
Cambios		3ra y 4ta	3ra	3ra	-
Lugar		Plan	cuesta	Plan	Plan
Combustible consumido (Lt.)	Mañana	0.80	1.25	0.485	1.185
	Tarde	0.70	1.22	0.48	1.285
	Noche	0.75	1.235	0.47	1.23
Promedio		0.75	1.235	0,4783	1.2333
GASOLINA EXTRA					
Combustible consumido	Mañana	0.60	1.08	0.495	1.125
	Tarde	0.50	0.742	0.39	1.055
	Noche	0.55	1	0.44	1.11
Promedio		0.55	0.9406	0.4416	1.0966

Fuente: Autor.

Gráfico19: Comparación del consumo entre la gasolina Extra y la mezcla de Etanol al 7%.



Fuente: Autor.

2.4 Determinación de la mezcla adecuada.

En el estudio de campo de las diferentes mezclas frente a la nafta, se pudo evidenciar un incremento en el consumo de combustible, afectando de cierta forma la economía, sabiendo que en las pruebas se observa un consumo igual o de mayor cantidad de gasolina además de un consumo de etanol adicional (gráfico 17, 18 y 19), esto se evidencia debido a que el poder calorífico del etanol es 26,7 KJ/Kg inferior al de la nafta que es 43KJ/Kg y a la oxigenación; por otro lado, el bioetanol tiene un alto número de octano (102-130 Ron) mientras que en la gasolina extra es inferior (80 Ron), es por esta razón que al emulsionar la nafta con el etanol, se consigue el elevar el número de Ron, disminuyendo el cascabeleo en el motor; además, posee un calor de vaporización más elevado que el de la gasolina, lo que redundaría en una disminución de la temperatura máxima de combustión; por lo tanto, un mejor funcionamiento del mismo.

Gráfico20: Mezcla al 5% de etanol.



Fuente: Autor.

La emulsión de nafta con etanol al 5% nos otorga ciertos beneficios frente a las mezclas de 3% y 7%. Debido a que en la primera se percibe cierto cascabeleo en aceleraciones bruscas mientras que al 5% se presenta imperceptible el cascabeleo en condiciones más forzadas. La segunda emulsión; el cascabeleo desaparece, pero presenta problemas con ciertos materiales de goma, plásticos y ligas de aluminio, que se deterioran, esto en cuanto a vehículos de año de fabricación inferior al 2005, que en la ciudad de Cuenca representan el 76 % de todo su parque automotor expuesto en el gráfico 6 del presente trabajo. Es por estas razones que a la emulsión 5% desde el punto de vista mecánico, es la adecuada para el parque automotor del Cantón Cuenca.

2.4.1 Obtención del poder calorífico de la mezcla idónea.

La valoración del poder calorífico de la mezcla al 5% de etanol, se realizó en el laboratorio de físico-Químico de la Universidad de Cuenca, a cargo de la Dra. María Augusta Astudillo.

Los elementos que se utilizaron se muestran en el siguiente gráfico:

Gráfico 21: Elementos para la prueba.



Fuente: Autor.

La preparación de la muestra previa a la obtención del poder calorífico se la realizó en los siguientes pasos mostrados a continuación:

1. Colocación del fusible en el porta muestra.
2. Se vierte cierta cantidad en volumen de la muestra en el vaso o se pesa (peso supuesto).
3. Se coloca el vaso en el porta muestra.
4. Con ayuda de la pieza 7 se coloca el conjunto en la cámara brindada y se la sella.
5. Se cagar el oxígeno en la cámara brindada.
6. Se coloca la muestra en la máquina y se cierra.
7. Se vierte agua a una temperatura de 18 a 20 °C, hasta el nivel indicado en la máquina. Después de 15 minutos se obtiene el resultado.

El resultado de la prueba, demostró que el poder calorífico se ve disminuido de 43,54272 KJ/Kg (nafta) a 42,656 KJ/Kg (emulsión).

2.5 Conclusiones.

- La utilización del bioetanol presenta, una ventaja importante, y es que posee un calor de vaporización más elevado que el de la gasolina, lo que redundará en una disminución de la temperatura máxima de combustión, con lo que se consigue un mejor funcionamiento mecánico del motor.
- En Ecuador, el etanol para combustible se está extrayendo de la melaza en gran parte, que es el desecho de la elaboración del azúcar, siendo de gran importancia, porque se genera energía de un desecho; además, crea fuentes de trabajo.
- Los biocombustibles, aunque no son la solución a los problemas energéticos, económicos y ambientales, son un medio por el cual se puede llevar a cabo la transición energética de una economía sustentada en los combustibles fósiles a una economía mundial basada en fuentes renovables de energía.
- Se debe tener en cuenta, que porcentajes mayores al 5% de etanol, ciertos materiales de goma, plásticos y ligas de aluminio se deterioran; no debe utilizarse en vehículos sin modificar.
- Las mezclas de etanol mayores al 5%, son compatibles con vehículos mayores al 2005 hasta el 10% de este, debido que sus componentes y funcionamiento son compatibles.
- Las mezclas de etanol al 7% afectan al parque automotor de uso particular, estado y municipal; sabiendo que, este grupo es el más significativo en número que el resto de agrupaciones que maneja el presente trabajo. Los porcentajes de automotores terrestres afectados son: vehículos menores al 2000 es 55% que corresponde a 40087 unidades y vehículos entre el 2000 y el 2005 es el 22% con 16360 unidades; por otro lado, el grupo de automóviles de uso para carga liviana, escolar, furgonetas y turismo, presenta similitudes con el conjunto antes señalado.
- La mezcla de etanol al 5% seleccionada, beneficia en disminución del cascabeleo, en el grupo de taxistas de Cuenca, debido a que sus unidades en su mayoría son nuevas (inyección y alta compresión), teniendo los siguientes porcentajes de automotores modernos: taxis entre el 2000 y 2005 es 34% que corresponde a 1180 unidades y taxis mayores al 2005 es el 47% con 1632 unidades.

- En la mezcla al 5% de etanol con nafta, se deben realizar ciertos ajustes en los vehículos de pasadas generaciones, sean estos de carburador o inyección en cuanto a cambiar la sincronización de encendido y la dosificación.
- Se realizaron pruebas de mezclas con 50% de etanol y 50% de nafta para descartar separación de fases; consiguiendo excelentes resultados, el que nunca se separaron. Se puede interpretar que el etanol anhidro utilizado en el país como combustible cumple con los porcentajes de pureza del 99,5 al 99,9% alcohol requerido.
- Se debe tener en cuenta, si una mezcla contiene agua con gasolina y etanol, por malos aislamientos del tanque de combustible puede producirse, debido a la gran afinidad existente entre el etanol y el agua, una separación de fases y por tanto, un carburante de peores características técnicas.
- Las mezclas de etanol con nafta, mejoran las características del combustible; debido que, eleva el número de Ron, oxigena la gasolina (esto último se hace referencia en el primer capítulo), disminuyendo el cascabeleo en el motor; por ende, un mejor funcionamiento del mismo; además, que al contener oxígeno en su composición, su utilización contribuye a mejorar el medio ambiente a través de una mayor eficacia en la combustión de la gasolina, reduciéndose las emisiones de CO en un 10-30%, según estudios de Susana Ortiz Marcos Doctora e Ingeniero Industrial, de la Universidad Pontificia de Madrid (UPM).
- Las emulsiones con bioetanol y nafta, aunque mejoran algunas características del combustible como el octanaje y oxigenación de la misma; sin embargo, la reducción de su poder calorífico, repercute en un combustible de menor rendimiento en cuanto al consumo.
- La mezcla al 5 % de etanol mas nafta, que maneja el presente trabajo es de mejores características que el combustible “ECOPAÍS”; debido a que, utiliza una mejor nafta como base, esto se menciona en el capítulo uno.

CAPÍTULO 3

IMPACTO AMBIENTAL.

3.1 Grado de contaminación en la producción de etanol, obtenido de la caña azúcar.

El etanol puede ser obtenido sintéticamente a partir del petróleo, o por conversión de materiales derivados de la biomasa, a través de la fermentación. Hoy en día, alrededor del 93% del etanol es producido a través de la fermentación de algún tipo de biomasa, y un 7% por métodos sintéticos (Rhodes & Fletcher, 1996)¹⁵. El método de fermentación utiliza generalmente tres etapas: 1) la obtención de una solución de azúcares fermentables derivados de biomasa, 2) la fermentación de esos azúcares en etanol, y 3) la separación y purificación del etanol, generalmente por destilación.

Al momento, en casi todas las provincias de Ecuador se siembra caña, pero las zonas productoras se concentran en las provincias de Guayas, Cañar, Imbabura y Loja. Ahí están los ingenios azucareros Valdez, San Carlos, La Troncal, María, Iancem y Monterrey, respectivamente.

En la tabla 16, se muestra la distribución de superficie sembrada de caña en casi todas las provincias de Ecuador.

Las tierras dedicadas al cultivo de caña de azúcar en nuestro país pertenecen, en un 60 % a los agricultores y el 40 % restante a los ingenios azucareros. En Ecuador hay seis grandes ingenios azucareros. Ellos producen su propia caña o la compran a pequeños y medianos cañicultores. Su funcionamiento se resume en la tabla 17.

¹⁵ Lic. PATROUILLEAU, Rubén, Lic. LACOSTE, Carlos, Ing. YAPURA, Pablo y Ing. CASANOVAS, Mónica, Perspectivas de los Biocombustibles en Argentina, con Énfasis en el Etanol de Base Celulósica, Argentina, Unidad de Coyuntura y Prospectiva, (2006).

Tabla 16: Cultivos de caña en el Ecuador.

PROVINCIA	SUPERFICIE TERRITORIAL km ²	SUPERFICIE SEMBRADA DE CAÑA (ha)
Azuay	8 639	2 600
Bolívar	3 254	6 600
Cañar	3 908	17 848
Chimborazo	5 287	451
Cotopaxi	6 569	6 900
El Oro	5 988	2 155
Esmeraldas	15 216	448
Guayas	20 502	53 170
Imbabura	4 599	5 494
Loja	11 027	11 810
Los Ríos	6 254	1 710
Manabí	18 400	4 065
Morona Santiago	25 690	2 000
Orellana	86 493	10
Pastaza	29 520	3 800
Pichincha	12 938	6 700
Sucumbíos	8 330,6	2 830
Napo	13 271	47
Zamora Chinchipe	23 110,8	1 890
TOTAL		130 588

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2008.

Tabla17: Producción de caña en los Ingenios Ecuatorianos.

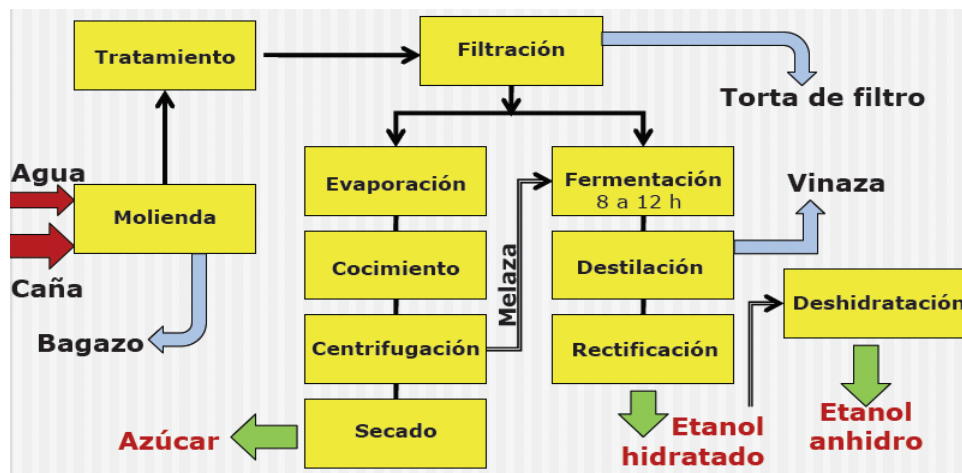
INGENIOS	% producción	HECTÁREAS SEMBRADAS	HECTÁREAS COSECHADAS		PRODUCCIÓN Toneladas caña
			Ingenio	Cañicultor	
Valdez	30,1	21 000	9 450	11 550	1 638 000
San Carlos	32,9	22 500	10 125	12 375	1 777 500
Equidos	27,8	24 800		21 000	1 519 040
Monterrey	3,4	2 200	880	2 200	187.000
Iancem	4,4	3 300	1 320	1 980	240 940
Isabel María	1,4	1 200	300	876	82 320
TOTAL		75 000	22 075	49 101	5 460 000

Fuente: FENAZUCAR (Federación Nacional de Azucareros del Ecuador) y

Elaboración: SDA/DPDA/MAG, (2008).

El siguiente gráfico muestra los pasos a seguir en la producción de azúcar y etanol o etanol solamente, el bioetanol a partir de la melaza es una manera ecológicamente sustentable, ya que la miel de caña es uno de los desechos para obtener el azúcar.

Gráfico22: Diagrama de flujos para la producción de etanol, a partir de la caña de azúcar.



Fuente: Dedini, 2004.

La industria ecuatoriana de productores de alcohol, planea seguir utilizando como materia prima la caña de azúcar, para elaborar etanol.

Producción de caña de azúcar en Ecuador en el 2005, alcanzó las 462.303 toneladas según datos del Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), con un área cultivada de 74 mil hectáreas. Según el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) y el Ministerio de Agricultura (MAGAP), el Ecuador tendría un déficit de etanol anhidro para Formular la gasolina extra que se pretende comercializar en el país (10 % de bioetanol), este déficit se traduce en 50000 Ha de caña de azúcar, dedicadas a la producción de etanol, y que deberán ser financiada con recursos del estado y de particulares, estos ministerios esperan fomentar la agroindustria, generar mano de obra, sustituir derivados de petróleo importados y mejorar la calidad del aire. Se reparten así: 66% en la costa; 28% en la sierra y 6% en la Amazonía. Además generaría un estimado de 17.000 plazas de trabajo, que permitan producir 1'735.000 barriles/año de etanol, que es lo que se requiere para la formulación de las gasolinas que demanda actualmente el país al año.

Tabla 18: Resumen de superficie sembrada de caña y su utilización en el Ecuador.

Superficie sembrada de caña para azúcar	75 903 ha
Superficie sembrada de caña para otros usos	54 685 ha
Producción de etanol anhidro en Ecuador	Aprox. 60 000 litros/día

Fuente: SICA, 2006.

La producción de etanol anhidro en el Ecuador está siendo utilizada en diversos fines como: bebidas alcohólicas, perfumes, disolventes, anticongelantes, y últimamente como combustible.

Gráfico 23: Proyección de siembra de biomasa en el Ecuador para fines energéticos.



Fuente: El Telégrafo, 29 de junio del 2008.

3.1.1 Aspectos medioambientales.

Los biocombustibles se presentan como la alternativa de transición, más prometedora para disminuir el impacto ambiental del sector transporte. Para que el etanol contribuya perceptiblemente a las necesidades de combustible para el transporte, necesitaría tener un balance energético neto o tasa de retorno energético positivo. Al evaluar la energía neta del etanol hay que considerar la cantidad de energía contenida en el producto final (etanol), frente a la cantidad de energía consumida para hacer el etanol. Los cultivos energéticos utilizados para producir biocombustibles toman dióxido de carbono de la atmósfera y vuelve a ella cuando el biocombustible es quemado. O sea, es un ciclo cerrado (Ciclo de Vida del biocombustible). Sin embargo, el balance de emisiones no es totalmente neutro debido a las emisiones producidas por la maquinaria agrícola necesaria para obtener la materia prima, la quema de la caña de azúcar para la cosecha, el consumo

energético de las plantas de procesado, la fermentación de los azúcares que se lleva a cabo con micro-organismos (levaduras o bacterias), que producen etanol, así como grandes cantidades de CO₂, el transporte de la biomasa a los centros de producción y de los biocombustible ya elaborados a los puntos de distribución y venta.

Por otra parte, de producirse los biocarburantes, estos tienen una capacidad mucho mayor para disolverse en el agua, por lo que resultan altamente biodegradables si se encuentra puro. Esto significa que, mientras la eliminación total de un vertido de derivados del petróleo puede llevar años, requerir grandes inversiones en trabajos de retirada y resultar altamente peligroso para las personas y el medio, un vertido de biocarburantes se elimina de manera natural en un plazo medio de 21 días y tanto su toxicidad como su peligrosidad resultan mucho menores¹⁶.

3.1.2 Balance de masas de la caña de azúcar.

Desde el punto de vista potencial, la producción de etanol a partir de caña de azúcar, es muy atractiva, debido a la productividad que puede obtenerse con respecto a otros cultivos. De igual forma es posible disponer de diferentes opciones de materias primas para la síntesis biológica de etanol a partir de la caña de azúcar como son: las mieles finales, el jugo de la caña, el jugo de los filtros, las mieles intermedias y los residuos celulósicos (bagazo y residuos de cosecha).

La producción de caña de azúcar por hectárea puede cambiar de acuerdo a las condiciones del terreno entre los mismos lotes, localidades, regiones, condiciones del clima, manejo incorporado, períodos de tiempo evaluados, características físico-químicas y microbiológicas del suelo, grado de humedad (ambiente y suelo), fertilización aplicada, entre muchos otros¹⁷, esto repercute directamente al ciclo de vida de la caña de azúcar para ser cosechada, que puede variar entre 12 y 15 meses.

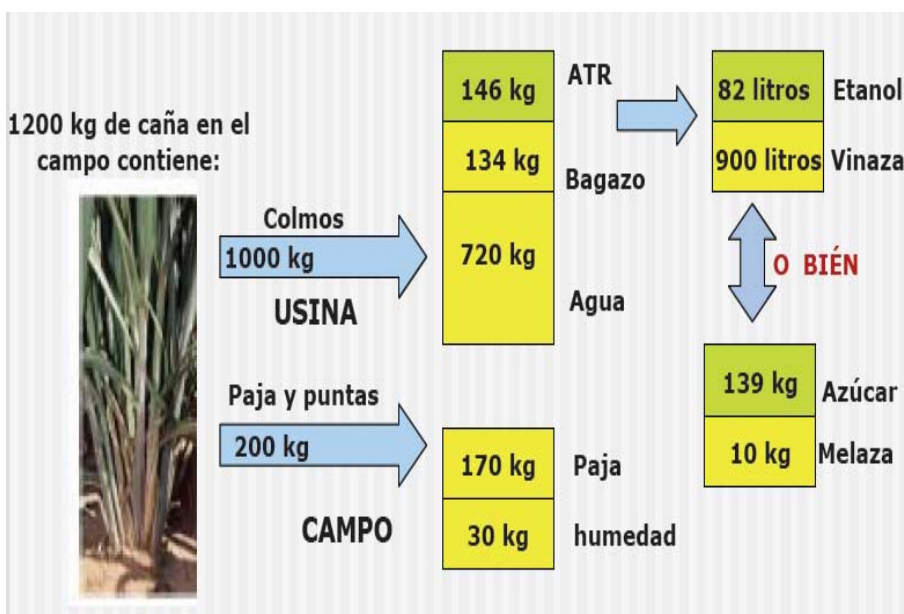
¹⁶ VILLAMAÑÁN OLFOS, Rosa María, VALERO MATAS, Jesús, CHAMORRO CAMAZÓN, César Rubén, SEGOVIA PURAS, José Juan, Como Política Energética, hacia la Sostenibilidad en el Sector del Transporte RIPS, Vol. 8, España, Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas, Los biocombustibles, (2009).

¹⁷ MEADE, G.P. y CHEN, J.P., Sugar Cane Handbook, decimal edición, USA, editorial Willey-Interscience, John Wiley y Sons, (1977).

En el Ecuador la productividad de caña por hectárea es de 140 a 160 Toneladas/Ha/ciclo o de 130 a 120 Toneladas/Ha/año¹⁸.

El siguiente gráfico, nos muestra esquemáticamente un balance de masa de la caña de azúcar para la producción de etanol o azúcar según las estadísticas de Dedini.

Gráfico24: Balance de masas de la caña de azúcar.



Fuente: Dedini, 2004.

3.1.2.1 La melaza.

La sacarosa se encuentra en la caña de azúcar, la melaza, el sorgo dulce, etc. La caña de azúcar es una de las materias primas más llamativas para la elaboración de etanol, debido a que los azúcares se encuentran en una forma simple de carbohidratos fermentables. Según información de MALCA, empresa azucarera Ecuatoriana-lojana, estima que una tonelada de caña produce entre 220 y 115 kg de azúcar y entre 20 y 25 kg de melaza, además que una tonelada de melaza, produce entre 290 y 320 litros de alcohol a 93°GL. La melaza es un residuo de la producción del azúcar, se la conoce también como miel de caña de azúcar, se debe tener en cuenta que la melaza es un producto muy utilizado por los ganaderos, floricultores, camaroneros, etc.

¹⁸ MALCA, Empresa Ecuatoriana – Lojana, (2010).

3.1.2.2 El jugo de la caña.

Típicamente una tonelada de caña de azúcar limpia contiene unos 135 kg de sacarosa que producen entre 70 y 85 litros de etanol. Con esta materia prima se obtiene un excedente de bagazo del 40% que representa 100kg/t de caña molida; por otro lado, después de realizar todo el proceso de producción del biocombustible, es posible una recuperación de levadura del orden de 30Kg/m³ de alcohol, que resulta una adecuada fuente proteica y vitamínica para animales y un atractivo económico adicional para el proceso¹⁹⁻²⁰.

3.1.2.3 El jugo de los filtros.

Esta es una corriente altamente impura dentro del proceso azucarero, que resulta de filtrar el residuo sólido de la purificación del jugo de caña (la cachaza), se puede extraer de ella los azúcares residuales, siendo utilizados como fuente de energía alternativa; sin embargo, en el Ecuador están siendo utilizados netamente como abono orgánico para los cultivos de caña de azúcar.

3.1.2.4 Los residuos fibrosos (bagazo, paja, etc.).

Estos subproductos son abundantes y no resulta su empleo competitivo como alimento directo o fuente de energía, pero constituyen una fuente de energía alternativa. Sin embargo, su estructura requiere necesariamente de una preparación para hacer asequible la celulosa o al menos modificar los poros del material para permitir la penetración de las enzimas en las fibras para romper las cadenas glucosídica en unidades sencillas, produciendo combustibles de segunda generación mucho más costosas. En el país estos residuos fibrosos están siendo utilizados como abono orgánico, con excepción del bagazo, que es utilizado para generación de energía en los ingenios.

¹⁹ Lic. PATROUILLEAU, Rubén, Lic. LACOSTE, Carlos, Ing. YAPURA, Pablo y Ing. CASANOVAS, Mónica, Perspectivas de los Biocombustibles en Argentina, con Énfasis en el Etanol de Base Celulósica, Argentina, Unidad de Coyuntura y Prospectiva, (2006).

²⁰ ÁLVAREZ, Silvia, EVELSON, Pablo y BOVERIS, Alberto. El Combustible del Futuro, Argentina, Universidad de Buenos Aires, (2009), Internet: <http://www.uba.ar/encrucijadas/45/sumario/enc45-combustiblefuturo.php>, Acceso: 23-04-2010.

3.1.2.5 Vinazas.

Es importante señalar que algunas personas le atribuyen como elemento negativo a la caña de azúcar, la limitante de producir vinazas como residuo del proceso de Fermentación; sustancia que por sus características químicas se constituye en un poluente con fuerte potencial contaminante si no se adoptan las medidas preventivas y correctivas necesarias (Marco Chávez Solera).

Hay que reconocer; sin embargo, que la vinaza es el resultado del proceso de Fermentación, por lo que su producción no es exclusivamente de la Caña; sino que se origina también a partir de otros productos, como lo indica la tabla 19 para tres materias específicas.

La vinaza es un residuo de la fermentación y destilación del alcohol, cuya composición varía ampliamente con el proceso de destilación empleado, la materia prima utilizada, el sistema de preparación del medio, la conducción de la fermentación y el tipo de Levaduras empleadas en el proceso, etc.

Tabla 19: Caracterización química de la vinaza producida por varias materias primas durante la fermentación alcohólica.

COMPONENTE	UNIDAD	MELAZA	YUCA	SORGO AZUCARERO
pH	---	4,40	3,50	4,50
DBO – 5 Días	g / l	25,8	31,4	46,0
DQO	g / l	48,0	81,1	79,9
Sólidos Totales	g / l	68,0	44,5	34,1
Sólidos Solubles	g / l	57,1	40,4	---
Sólidos Fijos	g / l	48,4	4,1	---
Sólidos en Suspensión	g / l	38,7	---	---
Materia Orgánica	g / l	19,5	37,1	---
Carbohidratos	g / l	8,0	21,1	3,4
Nitrógeno Total	g / l	0,82	0,65	0,8
Fosfatos Totales	g / l	0,48	0,38	0,1
Cenizas	g / l	10,7	10,5	6,1

Fuente: BARRETO DE MENEZES, T.J., Producción de Alcohol de Yuca – El Caso Brasileño, Colombia, Asamblea Colombiano Sobre Alcohol Carburante, Cali, Colombia, Memorias, CIAT, (1980).

El tema vinculado con el tratamiento, reducción de la carga poluente y posible uso de la vinaza reviste gran interés ambiental y económico, y constituye uno de los

elementos que posibilita o inhabilita en un alto grado el desarrollo de un plan para producir alcohol anhidro con fines carburantes.

Genéricamente las opciones de manejo técnico de las vinazas pueden resumirse en las siguientes acciones²¹:

- Aplicación al suelo como fertilizante.
- Concentración por evaporación.
- Fermentación anaeróbica para la producción de metano.
- Bioconversión para la producción de biomasa.
- Incineración de vinaza concentrada.
- Otros tratamientos que reducen su carga poluente se basan en principios de índole: químico, microbiológico, incorporación en Medios de Cultivo, proceso Cascuella (dilución y adición de bacterias amoniacales), etc.

3.1.3 Contenido energético de la caña de azúcar.

Según estimaciones de Dedini, el 71 % del contenido energético, en una tonelada de caña de azúcar está siendo aprovechado, y el 29 % restante, corresponde a los residuos celulósicos (bagazo y residuos de cosecha), que resulta un aspecto de permanente interés en el mundo, con indicaciones de crecimiento en su atención en años recientes, para la creación de biocombustibles de segunda generación, debido a los cambios medio ambientales, que ha sufrido el planeta. En el siguiente gráfico se muestra el contenido energético de la caña de azúcar comparada con un barril de petróleo.

²¹ CHÁVES SOLERA, Marco, Director Ejecutivo, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Memorias Seminario “Antecedentes y Capacidad Potencial de Cogenerar Energía y Producir Etanol por Parte del Sector Azucarero Costarricense”, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (2004).

Gráfico25: Contenido energético de la caña de azúcar.



Fuente: Dedini, 2004.

3.2 Repercusiones ambientales.

Los biocombustibles comienzan a ser promocionados mediante diferentes incentivos económicos como subsidios directos e indirectos, así como mezclas obligatorias y crecientes en muchos países. Lanzado este impulso el sector bioenergético comienza a incrementarse a un ritmo acelerado en el mundo con fuertes inversiones en el campo industrial y de la producción primaria lo cual trae presiones sobre el uso del recurso suelo en diversas regiones del globo, al analizarse ahora sobre la realidad del impacto de este crecimiento, se comienza a notar que el balance energético neto o tasa de retorno energético no está siendo neutro, para utilizar la biomasa como combustible requiere importantes cantidades de tierra cultivable con agua y suelos fértiles (tabla 7), amenazando la seguridad alimentaria y ambiental, de allí que hoy en día la sustentabilidad de la producción de los biocombustibles es un tema de discusión actual a nivel mundial. En este aspecto se tratan temas relacionados con el equilibrio ecológico, la sustentabilidad de la producción, los efectos sobre la biodiversidad y los recursos naturales así como las implicaciones sociales de la expansión de los biocombustibles.

3.2.1 Seguridad alimentaria.

Los biocombustibles actuales que se producen en el mundo son principalmente a partir de soja, maíz y maní, y también de mandioca, “caña de azúcar”, palma aceitera y semillas de colza. Por lo tanto, se prevé que la competencia entre el biocombustible y el suministro de alimentos se manifieste tanto en los recursos agrícolas como en el precio. En el Ecuador el biocombustible que está en incremento es el bioetanol a partir de la caña de azúcar, que amenaza con extenderse compitiendo por la tierra y los recursos agrícolas. El cultivo en gran escala de productos para usar como biocombustible generará una nueva competencia por recursos agrícolas y/o aumentará la competitividad actual entre la producción de alimentos y la de biocombustibles, principalmente por agua y tierra. Deberían asignarse más tierras a la producción de biocombustibles, a fin de atender a futuro la creciente demanda y controlar así los precios. El problema es que el planeta, dispone de poca tierra para destinar al cultivo de alimentos.

Según estimaciones, más de un tercio de todas las tierras agrícolas deberían convertirse a la producción de biocombustible para que la participación de éste en el consumo de combustibles para transporte aumente a un 10%. El aumento de la producción de biocombustibles a escala comercial y la expansión de zonas agrícolas incrementarán sustancialmente la demanda de agua para fines agrícolas, que gastarían 93% del agua dulce disponible en el planeta; además, ya se proyecta que la cantidad de agua necesaria para la producción de alimentos aumente de 70 a 90 % en los próximos cincuenta años, especialmente si no mejora el rendimiento de agua. Si a esto agregamos la demanda de producción de biocombustibles y las consecuencias del cambio climático sobre el suministro de agua, el planeta se enfrentará a una nueva crisis²².

En la competencia entre alimentos y combustibles, los pobres, que tienen acceso limitado al control sobre la tierra y que deben luchar por el agua en muchos casos, llevan todas las de perder.

²² JHAMTANI, Hira y DANO, Elenita, Fantasía y Realidad de los Biocombustibles, Uruguay, Agenda Global, Archivado en biocombustibles, (2007).

En el mundo se prevé un aumento de los precios de los alimentos. Los cultivos alimenticios, en particular los cereales, se producirán más como combustible que como alimento humano o animal. Aunque la segmentación de precios en el mercado internacional de productos básicos pueda no ser un problema, la creciente demanda de productos que se venden también como alimento humano o animal naturalmente elevaría su precio. Para las personas más pobres del mundo, que destinan al menos la mitad de sus ingresos a la compra de alimentos, el aumento del precio de los mismos puede significar una amenaza para la subsistencia. Los precios más caros marginarían todavía más a los pobres del mundo, cuyo acceso fundamental a los alimentos suele verse obstaculizado por fluctuaciones de la oferta, la demanda y los precios. Así mismo, los altos costos de los alimentos para animales dejarían a los productores ganaderos y avícolas fuera del negocio, privando a millones de familias pobres de su fuente de sustento.

El aumento de ingresos que los agricultores previsiblemente obtendrán por la subida de los precios de sus cosechas, si después sustituyen con plantaciones para producir biocombustibles será contrarrestado por los altos precios que deberán pagar para alimentar a sus familias. En definitiva, lo que está en juego es la seguridad alimentaria del mundo. La reiterada afirmación de que el mundo produce el doble de alimentos de lo que su población necesita, puede dejar de ser verdad ante la competencia de los biocombustibles.

Con los pésimos sistemas de distribución de alimentos y el acceso desigual a ellos, los pobres del mundo sufrirán más las consecuencias de la producción masiva de biocombustibles.

En el Ecuador la siembra de biocombustibles podría hacerse a través de la reconversión de cultivos como las áreas bananeras, cuyo exceso de oferta no logra su demanda; además, ampliando los cultivos de caña a otras zonas del país²³, debiendo tener en cuenta que una Bioconversión energética en el país a base de etanol, debe estar acompañada de un programa para sembrar nuevas áreas con cultivo de caña de azúcar (gráfico 23), con fines energéticos, para minimizar las secuelas de producir biocombustibles a escala comercial.

²³ RIZZO, Pablo, ex ministro de Agricultura, Fue además Director Ejecutivo de la Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador - UNCE 2002-2006.

3.2.2 Problemas ambientales.

La relación de energía de los biocombustibles (la cantidad de energía fósil que insume la producción de biomasa comparada con la energía que produce) no es nada prometedora. Según los investigadores David Pimentel y Tad Patzek²⁴, esa relación sería negativa. Para otros investigadores, el retorno sería de apenas 1,2 a 1,8 %. El “etanol” sería el más alto. Los científicos en el mundo no se muestran optimistas; en cuanto, a los biocombustibles de segunda generación a partir de celulosa, por sus altos costos.

El aumento de tierras destinadas al cultivo de agrocombustibles está conduciendo a grandes monocultivos de materias primas, que requieren grandes cantidades de insumos agrícolas basados en combustibles fósiles y grandes cantidades de agua. Las plantas como la “caña de azúcar” necesitan importantes cantidades de fertilizantes nitrogenados y de potasio; sin embargo, en su madurez se necesita que el nitrógeno tenga los niveles más bajos posibles para recuperar altos niveles de azúcar (tabla 7). El nitrógeno en los suelos, por acción microbiana termina como amonio y óxidos de nitrógeno en el aire. Aunque el porcentaje de óxido nitroso en la atmósfera es bajo, si se compara con el CO₂, contribuye en un 6% al efecto invernadero pues tiene un potencial global de calentamiento entre 200 y 300 veces superior al del dióxido de carbono. Así mismo, su conversión a óxido nítrico le lleva a alterar la capa de ozono al catalizar las reacciones de los compuestos clorados y bromados que destruyen el ozono. Además, los óxidos de nitrógeno en medio acuoso producen ácido nítrico, lo que contribuye al aumento de lluvia ácida.

La producción industrial provocará una gran erosión de la capa superficial del suelo y del agua superficial y subterránea, debido a la escorrentía de pesticidas y fertilizantes. Cada litro de etanol insume de tres a cuatro litros de agua en la producción de biomasa²⁵.

²⁴ David Pimentel, profesor de la Universidad de Cornell en Nueva York y Tad Patzek, profesor de ingeniería química en la Universidad de Berkeley en California.

²⁵ JHAMTANI, Hira y DANO, Elenita, son investigadoras asociadas de Third World Network (TWN) residentes en Bali (Indonesia) y Mindanao (Filipinas), respectivamente.

Existe el problema de la deforestación, destrucción de la fauna y flora, aumentando los conflictos por la tierra, la expulsión de las comunidades rurales, la pérdida de diversidad cultural, la pobreza, etc.; en los países en los cuales se implementan políticas bioenergéticas o para satisfacer la demanda mundial de biocombustibles; esta tala aumentaría el impacto de la deforestación de bosques tropicales, con consecuencias que abarcarían desde inundaciones hasta sequías y erosión. Una vez más, esta tendencia sería contraria al propósito de los biocombustibles como alternativa más limpia y ambientalista; por otro lado, los cultivos modificados genéticamente, presentan una lucrativa oportunidad para la promoción de cultivos modificados genéticamente (transgénicos). La expansión de los cultivos de semillas oleaginosas, “herbecías” (caña de azúcar) y cereales transgénicos para biocombustible puede contaminar el suministro de alimentos; asimismo, los árboles manipulados genéticamente para que crezcan más rápido, destinados a transformarse en biocombustible, presentan riesgos ambientales que no han sido adecuadamente evaluados.

3.2.3 Demanda de etanol requerido en la ciudad de Cuenca.

El plan piloto de bioetanol en el Ecuador, tiene una demanda de gasolina extra que rodea los 5 000 barriles/día, y se calcula que la demanda de etanol anhidro será de 40 000 litros/día, el mismo que no ha podido implementarse en su totalidad, por motivos políticos, debido a que el gobierno pretende que la venta de este biocombustible se realice solo con empresas del Estado, existiendo una sola empresa que suministra como es PRODUCARGO S.A., quedando a un lado empresas tales como CODANA, SODERAL, MONTERREY y ALCOCORP . La elaboración de etanol anhidro realizado por APALE (Asociación de productores de Alcohol del Ecuador) tiene una producción de 60000 litros/día según nos señala SICA (Servicio de Información Agropecuaria – Ecuador) en la tabla 18.

La segunda etapa es generalizar el programa a nivel nacional, con un porcentaje de etanol del 10 %, este porcentaje que el gobierno quiera implementar a futuro por intermedio del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) y del Ministerio de Agricultura (MAGAP) para mi criterio sería apresurado, si tomamos en cuenta que con el presente proyecto se ha hecho un estudio referente al parque automotor de la ciudad Cuenca, resultando el 76 % de los vehículos de año de

fabricación inferior al 2005, pudiendo presentarse problemas con ciertos materiales de goma, plásticos y ligas de aluminio, que se deterioran.

La demanda de gasolina extra, en la Ciudad de Cuenca en este último año, según datos proporcionados por PETROECUADOR en la Ciudad de Guayaquil, mediante el departamento de Coordinación Operativa Sur, se ve expuesto en la siguiente tabla.

Tabla 20: Despachos de gasolina extra en la ciudad de Cuenca.

	Mes	Cantidad en Galones/Mes
Gasolina Extra	Enero	4290545
	Febrero	4091443
	Marzo	4597686
	Abril	4442352
Promedio de consumo de gasolina extra en la ciudad de Cuenca.		4355506,5

Fuente: PETROECUADOR y elaborado por el Autor, 2010.

Teniendo en cuenta la tabla 20, se calcula que la demanda de etanol anhidro para Cuenca será de un promedio de 27478,964 litros/día, para cubrir esta demanda actual, se necesitan sembrar 1023,451177 Ha de caña de azúcar dedicadas a producir bioetanol, esto según apreciaciones que se han expuesto en el presente trabajo de investigación, en cuanto a rendimiento agrícola y producción de etanol en el Ecuador. En la tabla 21 se muestra el cálculo.

Tabla 21: Cálculo de las hectáreas de caña de azúcar, requeridas para la ciudad de Cuenca.

Mes	Cantidad en Galones/Mes
Enero	4290545
Febrero	4091443
Marzo	4597686
Abril	4442352
GALONES/ MES/GASOLINA	4355506,5
GALONES /DÍA/GASOLINA	145183,55
LTROS/DÍA/GASOLINA	549579,262
LTROS/DÍA/ETANOL	27478,9631
PRODUCCIÓN (140 a 160 Toneladas/ Ha/ciclo)	140
RENDIMIENTO POR TONELADA (70 y 85 litros de etanol)	70
CÁLCULO LTROS POR HA (1 CICLO DE PRODUCCIÓN)	9800
CÁLCULO HA/DÍA (PARA CIUDAD DE CUENCA)	2,803975827
CÁLCULO DE HA REQUERIDAS PARA SUPLIR LA DEMANDA ACTUAL DE CUENCA AL AÑO	1023,451177
Con el apoyo de : Oswaldo Medina Ramírez DIRECTOR DE PRODUCCIÓN Y COMERCIO GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA Ing. Desarrollo Socio-económico y Ambiente Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano"	

Fuente: Autor, con el apoyo de Ing. Oswaldo Medina.

3.3 Pruebas de emisiones.

La medición de emisiones de gases de escape, fueron evaluadas en cuatro vehículos de distinto año de fabricación (Toyota Land Cruiser del año 1987, Toyota Corona del año 1995, Chevrolet Esteem del 2003 y Ford F-150 del 2007), de acuerdo a los automotores que existen en el cantón de Cuenca. Se realizó por vehículo, 3 mediciones con cada combustible (gasolina extra y la mezcla al 5% de etanol y

nafta). Las pruebas de emisiones, se realizaron aplicando las normas INEN 2203:99 e INEN 2204:2002.

La norma INEN 2203:99, referente a “Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o Ralentí. Pruebas Estáticas”; nos indica: el tipo de aparatos a utilizar (homologados); sus características de funcionamiento; accesorios del equipo; características de protección; mantenimientos previos del equipo (estrictamente las especificaciones y la frecuencia que señale el fabricante del equipo); el tipo de gas que utiliza el equipo (norma ISO 6145 y certificada la misma por el fabricante); pasos previos del equipo que se deben tener en cuenta antes de hacer la medición (especificados por el fabricante); revisión previa del vehículo en cuanto a la posición de la transmisión del vehículo (dependiendo si es automático o manual), sistema de alimentación y de escape, temperatura y dependiendo de eso se prosigue o no con la prueba; pasos a seguir en la medición de los gases de escape (colocación de los accesorios del equipo, temperatura del motor, tiempo de medición, excepciones, impresión de datos e informe de la prueba).

Por otro lado, la norma INEN 2204:2002, referente a “Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Terrestres de Gasolina”, se ha tomado el límites máximo de emisiones en ralentí a temperatura normal del motor, expresada en la tabla 22 y el procedimiento señala esta norma, que se realizará con la norma INEN 2203; además, se efectuó otra medición estática que se realizan en el CUENCAIRE, a un régimen alto de revoluciones (de 2000 a 3000 rpm.).

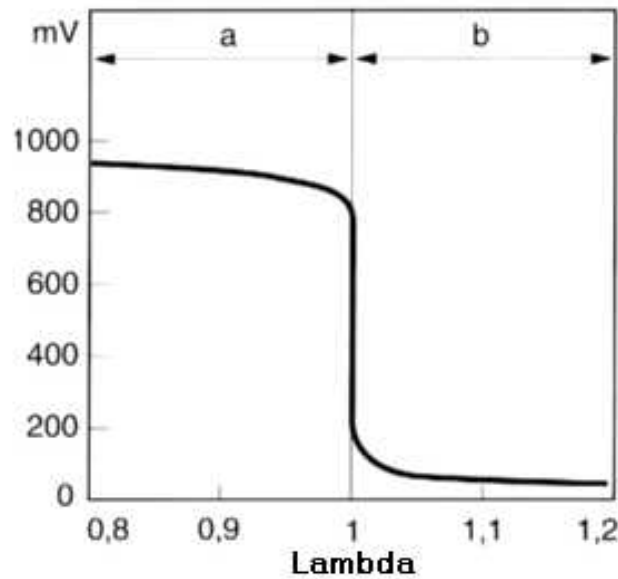
Tabla 22: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina en marcha mínima o ralentí.

AÑO MODELO	% CO		Ppm HC	
	0 - 1500	1500 - 3000	0 - 1500	1500 - 3000
2000 Y POSTERIORES	1,0	1,0	200	200
1990 A 1999	3,5	4,5	650	750
1989 Y ANTERIORES	5,5	6,5	1000	1200

Fuente: INEN 2204:2002, transcrita por el investigador.

En las siguientes tablas, se expresan los resultados de la medición de emisiones de gases de escape, en cada vehículo de prueba y combustible. El gráfico 26 nos muestra la variación de lambda (mezcla pobre o rica).

Gráfico 26: Curva característica de la sonda Lambda.



Fuente: Apache Server, internet: www.delorenzogroup.com Port 80, Acceso: 25-05-2010.

Tabla 23: Medición de gases de escape, con gasolina extra.

Combustible		GASOLINA EXTRA							
Vehículo		FORD F-150							
Año de fabricación		2007							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		660	660	660	660	2560	2470	2470	2500
λ		1,005	1,008	1,008	1,007	1,001	1,001	1,001	1,001
Emisiones	CO (% vol.)	0,01	0,02	0,02	0,016	0,01	0,01	0,01	0,01
	CO ₂ (% vol.)	13,4	13,3	13,3	13,33	13,4	13,4	13,4	13,4
	O ₂ (% vol.)	0,12	0,19	0,19	0,16	0,04	0,05	0,045	0,045
	HC(ppmH EX)	11	15	15	13,66	10	12	12	11,3

Fuente: Autor.

Tabla 24: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.

Combustible		MEZCLA AL 5% DE ETANOL Y GASOLINA EXTRA							
Vehículo		FORD F-150							
Año de fabricación		2007							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		760	760	760	760	2560	2470	2470	2500
λ		1,009	1,009	1,009	1,009	1,003	1,001	1,001	1,001
Emisiones	CO (% vol.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
	CO ₂ (% vol.)	13,3	13,3	13,3	13,3	13,4	13,4	13,4	13,4
	O ₂ (% vol.)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,07	0,07	0,07	0,07
	HC(ppmH EX)	6	6	6	6	4	4	4	4
Observaciones del promedio.		Las rpm en ralentí suben; lambda (λ) tiende hacer más pobre; se elimina por completo el CO; el CO ₂ tiende a bajar; el O ₂ aumenta, y por último los HC disminuyen radicalmente.				Se mantiene lambda (λ), el CO y el CO ₂ ; el O ₂ aumenta, y por último los HC disminuyen radicalmente.			

Fuente: Autor.

Tabla 25: Medición de gases de escape, con gasolina extra.

Combustible		GASOLINA EXTRA							
Vehículo		ESTEEM							
Año de fabricación		2003							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		700	700	710	703	2600	2540	2540	2570
λ		1,037	1,037	1,037	1,037	1,133	1,125	1,125	1,127
Emisiones	CO (% vol.)	0,07	0,07	0,02	0,053	0,12	0,04	0,04	0,066
	CO ₂ (% vol.)	13,0	13,0	13,2	13,06	11,9	12,3	12,2	12,13
	O ₂ (% vol.)	0,87	0,87	0,76	0,83	2,40	2,24	2,24	2,29
	HC(ppmH EX)	145	145	95	128,3	42	26	27	31,6

Fuente: Autor.

Tabla 26: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.

Combustible		MEZCLA AL 5% DE ETANOL Y GASOLINA EXTRA							
Vehículo		ESTEEM							
Año de fabricación		2003							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		700	710	700	703	2510	2530	2540	2526
λ		1,018	1,037	1,009	1,0213	1,134	1,093	1,123	1,116
Emisiones	CO (% vol.)	0,29	0,39	0,04	0,24	0,41	0,49	0,08	1,1
	CO ₂ (% vol.)	12,7	12,3	13,4	12,8	11,3	12,6	12,1	12
	O ₂ (% vol.)	0,89	1	0,34	0,74	2,96	0,88	2,23	2,023
	HC(ppmH EX)	416	439	145	333,3	135	163	48	115,3
Observaciones del promedio.		Tiende lambda (λ) hacer más rica, aunque este combustible sea más oxigenado; se aumenta el CO y los HC radicalmente, y por último el CO₂ y el O₂ disminuye. En este vehículo los HC exceden la norma INEC 2204, al aplicar etanol, solamente en bajas revoluciones.				Las mismas observaciones.			

Fuente: Autor.

Tabla 27: Medición de gases de escape, con gasolina extra.

Combustible		GASOLINA EXTRA							
Vehículo		CORONA							
Año de fabricación		1995							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		700	700	700	700	2630	2610	2570	2603
λ		1,126	1,161	1,180	1,155	1,045	1,037	1,057	1,046
Emisiones	CO (% vol.)	0,17	0,16	0,17	0,166	0,19	0,23	0,19	0,2
	CO ₂ (% vol.)	11,7	11,3	11,2	11,4	12,6	12,7	12,6	12,63
	O ₂ (% vol.)	2,49	3,01	3,30	2,93	0,99	0,88	1,22	1,03
	HC(ppmH EX)	256	266	268	263,3	44	48	52	48

Fuente: Autor.

Tabla 28: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.

Combustible		MEZCLA AL 5% DE ETANOL Y GASOLINA EXTRA							
Vehículo		CORONA							
Año de fabricación		1995							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		910	950	920	926	2610	2690	2670	2656
λ		1,208	1,190	1,207	1,202	1,078	1,077	1,077	1,077
Emisiones	CO (% vol.)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	CO ₂ (% vol.)	11,2	11,2	11,2	11,2	12,3	12,3	12,3	12,3
	O ₂ (% vol.)	3,64	3,37	3,50	3,50	1,53	1,53	1,53	1,53
	HC(ppmH EX)	175	189	178	180	41	51	45	45,6
Observaciones del promedio.		Las rpm en ralentí suben; lambda (λ) es más pobre; se disminuye el CO ₂ y el CO; el O ₂ aumenta, y por último los HC bajan radicalmente. En este automotor, con el combustible oxigenado pudiese pasar emisiones de un vehículo del año 2000 en adelante.				Lambda (λ) tiende hacer más pobre; se disminuye el CO y el CO ₂ (poco); el O ₂ aumenta, y por último los HC disminuyen.			

Fuente: Autor.

Tabla 29: Medición de gases de escape, con gasolina extra.

Combustible		GASOLINA EXTRA							
Vehículo		LAND CRUISER							
Año de fabricación		1987							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		630	620	630	626	2680	2500	2570	2583
λ		0,993	0,968	0,989	0,983	0,851	1,869	1,857	1,525
Emisiones	CO (% vol.)	1,90	2,59	1,85	2,113	4,99	4,40	4,59	4,66
	CO ₂ (% vol.)	11,4	10,8	11,1	11,1	10,2	10,5	10,3	10,3
	O ₂ (% vol.)	1,64	1,73	1,66	1,676	0,33	0,34	0,33	0,33
	HC(ppmH EX)	646	794	680	706,6	317	303	310	310

Fuente: Autor.

Tabla 30: Medición de gases de escape, con la mezcla al 5% de etanol y gasolina extra.

Combustible		MEZCLA AL 5% DE ETANOL Y GASOLINA EXTRA							
Vehículo		LAND CRUISER							
Año de fabricación		1987							
Promedios					Promedios				
Revoluciones		610	590	600	600	2680	2660	2636	2658
λ		0,99	0,995	0,999	0,994	0.866	0,870	0,870	0,868
Emisiones	CO (% vol.)	1,62	1,82	1,65	2,113	4,45	4,33	4,39	4,39
	CO ₂ (% vol.)	11,3	11,2	11,2	11,23	10,4	10,5	10,4	10,43
	O ₂ (% vol.)	1,49	1,66	1,66	1,60	0,33	0,34	0,33	0,33
	HC(ppmH EX)	740	684	695	706,33	296	302	300	299
Observaciones del promedio.		Las rpm en ralentí tienden a bajar; lambda (λ) es más pobre; el CO se mantiene; aumenta el CO ₂ ; por último, los HC y el O ₂ disminuyen ligeramente.				Lambda (λ) tiende hacer más rica; disminuye el CO y los HC; aumenta el CO ₂ , y el O ₂ se mantiene.			

Fuente: Autor.

3.3.1 Gases emitidos por vehículos a gasolina.

Los vehículos de encendido por chispa, emiten los siguientes gases contaminantes:

- Monóxido de carbono (CO).- Es el resultado de procesos químicos de una combustión intermedia a elevada temperatura de los hidrocarburo y el CO₂, para una dosificación que tiende a la unidad, la formación de CO en la combustión se debe fundamentalmente a la disociación del CO₂ a altas temperaturas.
- Las emisiones de CO₂, no se las puede tomar en un sentido estricto como un contaminante ya que no es tóxico y se encuentra en la atmósfera natural, se producen por la quema del combustible y son expulsadas a través del tubo de escape. La cantidad de CO₂ emitida, depende de la cantidad de energía necesaria para circular y de la eficiencia del motor. La cantidad de energía necesaria depende del peso del vehículo y de su potencia. Por tanto, a mayor potencia y mayor peso, mayor consumo de combustible y mayores emisiones de CO₂.

- Óxidos de nitrógeno (NO_x).- Estos gases se forman por influencia de las altas temperaturas, el valor máximo de NO_x se encuentra cuando λ tiende a más de uno; o sea, una mezcla pobre ($\lambda < 1$) debido a que requiere una concentración elevada de oxígeno.
- Hidrocarburos sin quemar (HC).- Estos se forman por una combustión parcial llamada el efecto pared o por corto circuito de la carga fresca, para mezclas ricas y pobres aumentan los HC, debidos a que la combustión no es adecuada y se apaga la llama, el efecto de pared ocurre cuando la mezcla aire combustible cede calor al estar próxima a las superficies de pistón, culata y cilindro por lo que no alcanza la temperatura adecuada y la llama no avanza deteniéndose a cierta distancia de la superficie; las emisiones de HC se componen fundamentalmente de parafinas (metano y etano), olefinas (etano y propano) y aromáticos (Benzol, toluol, etil - benzol, aldehídos y aromáticos polinucleares) de entre todos los mencionados el benzol y los aromáticos polinucleares son cancerígenos.
- Compuestos de plomo.- Este gas contaminante se debe a la presencia en algunos tipos de gasolina de tetra etilo de plomo (PbCsH₂o), aditivo que se añade para aumentar su índice de octano. Durante los proceso de combustión en el cilindro reacciona produciendo óxidos de plomo que se depositan en válvulas, bujías y paredes de la cámara de combustión, afectando el funcionamiento del motor por la aparición de puntos de mayor temperatura.
- Óxidos de azufre (SO_z).- Se presentan por la oxidación del azufre del combustible, en las gasolinas el contenido de azufre es muy bajo.

3.4 Análisis de resultados.

En el presente trabajo de investigación se ha obtenido el resultado de las mediciones de gases de escape con gasolina extra y una mezcla al 5% de etanol y nafta de 80 octanos (Ron) de los cuatro vehículos de prueba, en las tablas 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30.

En las mencionadas tablas se ha sacado un promedio en cuanto a revoluciones, lambda y de las emisiones, en las pruebas estáticas de alto y bajo número de revoluciones. Analizando cada uno de los vehículos:

- El vehículo Ford F-150 del 2007(a inyección), es un automotor que viene con especificaciones de uso de etanol hasta un 10% sin afectar a ninguno de sus componentes.

Tabla 31: Resumen de valores promedios.

Vehículos Ford f-150.			Combustible extra.	Combustible extra con 5% de etanol.
Bajas rpm.	Revoluciones		660	760
	λ		1,007	1,009
	Emisiones	CO (% vol.)	0,016	0,00
		CO ₂ (% vol.)	13,33	13,3
		O ₂ (% vol.)	0,16	0,18
		HC(ppmH EX)	13,66	6
Altas rpm.	Revoluciones		2500	2500
	λ		1,001	1,001
	Emisiones	CO (% vol.)	0,01	0,01
		CO ₂ (% vol.)	13,4	13,4
		O ₂ (% vol.)	0,045	0,07
		HC(ppmH EX)	11,3	4

Fuente: Autor.

Gráfico 27: Pruebas de emisiones del vehículo Ford F-150.



Fuente: Autor.

Analizando la tabla 31 de este vehículo en bajas revoluciones, lambda tiende a ser ligeramente más pobre con la mezcla al 5% de etanol (en un 0,19%), además que este vehículo para compensar la mezcla más pobre incrementa su ralenti (660 rpm) en un promedio de 100 revoluciones. En cuanto a las emisiones de CO las elimina completamente, el CO₂ tan solo disminuyó en un 0,225% que se lo podría considerar un margen de error del analizador de gases, el O₂ aumentó en un 12,5% y por último los HC disminuyeron radicalmente en un 43,93%.

En altas revoluciones (2500 rpm) con la mezcla de etanol, lambda es la misma que con la gasolina extra al igual que el CO y el CO₂, el O₂ experimenta un aumento del 55,5%, mientras que el HC disminuye sustancialmente en un 64,6 %.

- El vehículo Chevrolet Esteem del 2003(a inyección), es un vehículo que no se encuentra diseñado en sus materiales, para porcentajes superiores al 5% de etanol, ni en su funcionamiento para mezclas de etanol (mezclas pobres con minorado poder calorífico).

Tabla 32: Resumen de valores promedios.

Vehículos Chevrolet Esteem			Combustible extra.	Combustible extra con 5% de etanol.
Bajas rpm.	Revoluciones		703	703
	λ		1,037	1,0213
	Emisiones	CO (% vol.)	0,053	0,24
		CO ₂ (% vol.)	13,03	12,8
		O ₂ (% vol.)	0,83	0,74
		HC(ppmH EX)	128,3	333,3
Altas rpm.	Revoluciones		2570	2526
	λ		1,127	1,116
	Emisiones	CO (% vol.)	0,066	1,1
		CO ₂ (% vol.)	12,13	12
		O ₂ (% vol.)	2,29	2,023
		HC(ppmH EX)	31,6	115,3

Fuente: Autor.

Gráfico 28: Pruebas de emisiones del Vehículos Chevrolet Esteem.



Fuente: Autor.

Las pruebas de emisiones realizadas a bajas revoluciones en este vehículo nos demuestran que la mezcla oxigenada inyectada en los primeros segundos tiende a ser más pobre y de menor poder calorífico que la simple gasolina extra , produciendo un repentino desequilibrio del motor que después es corregido con un mayor pulso de inyección (inyecta más combustible) ya que la computadora recibe variaciones del sensor de rpm y de la sonda lambda, todo esto se concluye debido a que el analizador detecta en los primeros segundos un lambda más pobre que la gasolina extra (con bajas rpm) y después lambda tiende a ser más rica que la gasolina extra en un 1,51%, con un ralentí normal ; además, la mezcla oxigenada presenta algunas variables en sus emisiones, se produjeron aumentos radicales, en el CO un 352,83%, y los HC en un 159,78% debido a la combustión incompleta; por último, el CO₂ disminuyó en un 1,99% y el O₂ en un 10,84%, estas variaciones se debieron a la mayor inyección.

En altas revoluciones el vehículo mantiene las mismas consideraciones que en bajas revoluciones variando sus porcentajes: lambda es más rica en un 0,97%, el CO aumenta en 1566,66% y el HC en un 264,87%; mientras que, el CO₂ disminuye en un 1,07% y O₂ en un 11.65%.

- El automotor Toyota Corona año 1995(a inyección) es un vehículo que en sus componentes del sistema de alimentación de combustible no está diseñado para mezclas de etanol mayores al 5%. Al analizar a bajas revoluciones con la mezcla de etanol se puede observar que el lambda es más pobre que con gasolina extra en un 4,06%. Respecto a los gases se disminuyó el CO en 3,61%, el CO₂ en 1,75%, y los HC en 31,64% mientras que el oxígeno aumentó en 19,45%. Cabe resaltar que el vehículo con la gasolina extra en ralentí tiene 700 revoluciones y al cambiar el combustible con la mezcla oxigenada (de menor poder calorífico) el vehículo aumenta la aceleración en un promedio de 226 revoluciones para estabilizarlo al motor que en un principio se desequilibra.

En altas revoluciones este vehículo se comporta de la misma manera que en bajas revoluciones variando sus porcentajes, es decir lambda es más pobre en 2.96% los gases tienden a disminuir, el CO en un 20%, el CO₂ en un 2.61% y el HC en un 5% mientras que el O₂ aumenta 48.54%.

Tabla 33: Resumen de valores promedios.

Vehículos Toyota Corona			Combustible extra.	Combustible extra con 5% de etanol.
Bajas rpm.	Revoluciones		700	926
	λ		1,155	1,202
	Emisiones	CO (% vol.)	0,166	0,16
		CO ₂ (% vol.)	11,4	11,2
		O ₂ (% vol.)	2,93	3,50
		HC(ppmH EX)	263,3	180
Altas rpm.	Revoluciones		2603	2656
	λ		1,046	1,077
	Emisiones	CO (% vol.)	0,2	0,16
		CO ₂ (% vol.)	12,63	12,3
		O ₂ (% vol.)	1,03	1,53
		HC(ppmH EX)	48	45,6

Fuente: Autor.

Gráfico 29: Pruebas de emisiones del Vehículos Toyota Corona.



Fuente: Autor.

- El vehículo terrestre a gasolina Toyota Land Cruiser del año 1987 (a carburador), sus componentes del sistema de alimentación de combustible no está diseñado para mezclas de etanol mayores al 5%.

Tabla 34: Resumen de valores promedios.

Vehículos Toyota Land Cruiser.			Combustible extra.	Combustible extra con 5% de etanol.
Bajas rpm.	Revoluciones		626	600
	λ		0,983	0,994
	Emisiones	CO (% vol.)	2,113	2,113
		CO ₂ (% vol.)	11,1	11,23
		O ₂ (% vol.)	1,676	1,60
		HC(ppmH EX)	706,6	706,33
Altas rpm.	Revoluciones		2583	2658
	λ		1,525	0,868
	Emisiones	CO (% vol.)	4,66	4,39
		CO ₂ (% vol.)	10,3	10,43
		O ₂ (% vol.)	0,33	0,33
		HC(ppmH EX)	310	299

Fuente: Autor.

Al analizar las variantes promedios a bajas revoluciones del combustible oxigenado versus la gasolina extra se pudo observar que el lambda tiende a

ser más pobre en 0,5%, en cuanto a las emisiones CO se mantiene igual, el CO₂ aumenta en 1,17% mientras que tienden a disminuir el oxígeno en 4,53% y los HC en 0,09% siendo un valor casi despreciado, se debe tener en cuenta que el vehículo disminuyó sus revoluciones en un promedio de 26 rpm; además, el vehículo tiende a desequilibrarse ligeramente.

Al analizar en altas revoluciones lambda es más rica en un 43,08% debido a que al ser una mezcla pobre y con menos poder calorífico que la extra se necesita una mayor aceleración, en cuanto a las emisiones baja el CO en un 5,79% y los HC en un 3,54%, por otra parte el oxígeno tiende a mantenerse y el CO₂ tiende a aumentar en 1,26% debido a una mejor combustión de los hidrocarburos.

Gráfico 30: Pruebas de emisiones del Vehículos Toyota Land Cruiser.



Fuente: Autor.

3.5 Conclusiones.

- Al momento en casi todas las provincias de Ecuador se siembra caña; sin embargo, las zonas productoras se concentran en las provincias de Guayas, Cañar, Imbabura y Loja; por esta razón, para que en el País se implementen los biocombustible debe estar acompañada de un programa para sembrar nuevas áreas con cultivo de caña de azúcar, para minimizar las secuelas de producir biocombustibles a escala comercial.
- Según el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) y el Ministerio de Agricultura (MAGAP), piensan implementar un programa a nivel nacional de bioetanol, con un porcentaje de etanol del 10 %, que para mi criterio sería apresurado, si tomamos en cuenta que el presente proyecto se ha hecho un estudio referente al parque automotor de la ciudad Cuenca, resultando el 76 % de los vehículos de año de fabricación inferior al 2005.
- Las evaluaciones de una producción industrial de los biocombustibles en el mundo, estiman que provocará una gran erosión de la capa superficial del suelo y del agua superficial y subterránea, debido a la utilización masiva de pesticidas y fertilizantes; además, de estar presente el problema de la deforestación, destrucción de la fauna y flora, aumentando los conflictos por la tierra, la expulsión de las comunidades rurales, la pérdida de diversidad cultural, la pobreza, etc.
- Los cultivos modificados genéticamente para biocombustibles, están presentes en semillas oleaginosas, “herbecías” (caña de azúcar) y cereales, pudiendo contaminar el suministro de alimentos; es por esta razón, que el país tiene que manejar con suma cautela estos temas, que estarán presentes de producirse una producción a gran escala.
- La producción de caña de azúcar requiere importantes cantidades de agua, nitrógeno y potasio, se estima que cada litro de etanol insume de tres a cuatro litros de agua en la producción de biomasa.
- El Ecuador al implementar el bioetanol, espera fomentar la agroindustria, generar mano de obra, sustituir derivados de petróleo importados y mejorar la

calidad del aire. Se pretende sembrar biomasa en los siguientes porcentajes: 66% en la costa; 28% en la sierra y 6% en la Amazonía. Además el gobierno estima generar 17.000 plazas de trabajo, que permitan producir 1'735.000 barriles/año de etanol, que es lo que se requiere para la formulación de las gasolinas que demanda actualmente el país.

- Para que el etanol contribuya perceptiblemente a las necesidades de combustible para el transporte, requiere tener un balance energético neto o tasa de retorno energético positivo; sin embargo, el balance de emisiones no es totalmente neutro debido a las emisiones producidas por la maquinaria agrícola necesaria para obtener la materia prima, la quema de la caña de azúcar para la cosecha, el consumo energético de las plantas de procesamiento, la fermentación de los azúcares, el transporte de la biomasa a los centros de producción y de los biocombustibles ya elaborados a los puntos de distribución y venta. Según los investigadores David Pimentel y Tad Patzek, esa relación sería negativa. Para otros intelectuales, el retorno sería de apenas 1,2 a 1,8 %. El “etanol” sería el más alto.
- Se debe tener presente que los biocarburantes tienen una capacidad mucho mayor para disolverse en el agua, por lo que resultan altamente biodegradables si se encuentra puro.
- Desde el punto de vista productivo, el etanol a partir de caña de azúcar, es muy atractiva, debido a la productividad que puede obtenerse con respecto a otros cultivos; sin embargo, producción de la caña de azúcar por hectárea puede cambiar de acuerdo a las condiciones del terreno entre los mismos lotes, localidades, regiones, condiciones del clima, manejo incorporado, períodos de tiempo evaluados, características físico-químicas y microbiológicas del suelo, grado de humedad (ambiente y suelo), fertilización aplicada, entre muchos otros.
- La producción de caña en el Ecuador, se estima que genera entre 140 a 160 Toneladas/ Ha/ciclo o de 130 a 120 Toneladas/Ha/año, que pueden producir por tonelada de 70 y 85 litros de etanol o entre 220 y 115 kg de azúcar y entre

20 y 25 kg de melaza, además que una tonelada de melaza, produce entre 290 y 320 L de alcohol a 93°GL.

- En el país los residuos fibrosos, la cachaza y la vinaza provenientes de la caña de azúcar, están siendo utilizados como abono orgánico, con excepción del bagazo, que es utilizado para generación de energía en los ingenios.
- La vinaza es un residuo de la fermentación y destilación del alcohol, y posee características químicas como poluente, con fuerte potencial contaminante.
- El bagazo y residuos de cosecha, resulta un aspecto de permanente interés en el mundo, con indicaciones de crecimiento en su atención en años recientes, para la creación de biocombustibles de segunda generación.
- Según estimaciones, más de un tercio de todas las tierras agrícolas del mundo deberían convertirse a la producción de biocombustible, para que la participación de éste en el consumo de combustibles para transporte aumente a un 10%. Aumentando sustancialmente la demanda de agua para fines agrícolas, que gastarían 93% del agua dulce disponible en el planeta; además, ya se proyecta que la cantidad de agua necesaria para la producción de alimentos aumente de 70 a 90 % en los próximos cincuenta años, especialmente si no mejora el rendimiento de agua.
- De producirse una competencia entre los biocombustibles y los alimentos, las personas más pobres del mundo, que destinan al menos la mitad de sus ingresos a la compra de alimentos, el aumento del precio de los alimentos puede significar una amenaza para la subsistencia; además, con los pésimos sistemas de distribución de alimentos y el acceso desigual a ellos, los pobres del mundo sufrirán más las consecuencias de la producción masiva de biocombustibles.
- En los vehículos de prueba, se pudo observar que de cuatro, tres respondieron favorablemente en la disminución de emisiones, debido a la oxigenación de la nafta, pero se debe tener en cuenta que con este combustible se tiende a quemar de mejor manera el hidrocarburo.

- El vehículo Esteem del año 2003 (a inyección), es un vehículo que para compensar mezclas pobres de menor poder calorífico, tiende a inyectar más combustible; por lo tanto, mayor consumo de combustible y mayores emisiones.
- Los vehículos Ford F-150 del 2007 (a inyección) y el Toyota Corona de 1995 (a inyección), estos vehículos en bajas revoluciones, λ tiende a ser ligeramente más pobre con la mezcla al 5% de etanol, además que estos vehículos para compensar la mezcla más pobre y de menor poder calorífico, incrementan su ralentí.
- El automotor Toyota Land Cruiser (a carburador), es un vehículo básico que al cambiar de combustible disminuye sus revoluciones volviéndose tembloroso, tendiendo a disminuir sus emisiones.

CONCLUSIONES

- Debemos tener en cuenta que el etanol tiene un menor poder calorífico que la nafta, pero un mayor número de octanos; es por esta razón que, en todas las prueba de consumo de combustible, se presentó una sola tendencia que fue, a mayor porcentaje de etanol mayor consumo y menor cascabeleo; además, se debe tener en cuenta que este mayor consumo va afectar económicamente al consumidor final.
- En las pruebas de emisiones con la mezcla idónea, se pudo evidenciar que el menor poder calorífico y la mayor oxigenación, influyó para que en los vehículos a inyección exista dos tendencias debido a la configuración de sus computadoras, la primera se presentó en los vehículos Ford F-150 del 2007 y Toyota Corona del año 1995, los mismos que se aceleraron para estabilizar el motor en ralentí, se pudo observar la disminución de emisiones en altas y bajas revoluciones; por el contrario, la segunda tendencia se presentó en el vehículo Chevrolet Esteem del 2003, este automotor mantuvo sus revoluciones, pero para estabilizar el motor dio un mayor pulso de inyección; por ende, se evidenció una mayor emisión de gases contaminantes.
- El vehículo Toyota Land Cruiser del año 1987 a carburador, en las pruebas de emisiones debido al menor poder calorífico y la mayor oxigenación, se pudo observar en bajas revoluciones una disminución de su ralentí y un leve desequilibrio del motor, pero en cuanto a emisiones su tendencia fue la misma que con la nafta pura. En altas revoluciones sus emisiones disminuyeron levemente.
- Los combustibles oxigenados queman de mejor manera los hidrocarburos, siempre y cuando se mantenga el mismo caudal de inyección que con un combustible no oxigenado; por otra parte, si este carburante oxigenado tiene menor poder calorífico, se va a quemar mas combustibles pero eficientemente, tendiendo a disminuir emisiones. Por el contrario, si el caudal de inyección aumenta, existirá un exceso de combustibles que por más de ser oxigenado no se quemará eficazmente.

- Las mezclas de etanol con nafta, mejoran las características del combustible; debido a que, eleva el número de Ron y oxigena la gasolina, disminuyendo el cascabeleo y mejorando la combustión en el motor; por ende, un mejor funcionamiento del mismo; además, una ventaja importante, es que posee un calor de vaporización más elevado que el de la gasolina, lo que redundaría en una disminución de la temperatura máxima de combustión, con lo que se consigue un eficiente funcionamiento mecánico del motor; por el contrario, se debe controlar la presión de vapor, porque al aumentarse, se incrementa los gases volátiles en el llenado y el depósito.
- Al utilizar mezclas de etanol con nafta, se dice que se mejora las condiciones ambientales por reducción de gases contaminantes en los vehículos (según PETROECUADOR en nuestro país), pero esto no es totalmente cierto, ya que se necesita un parque automotor mucho más nuevo, apto para mezclas de etanol para que esta reducción sea considerable; por otro lado, algunos investigadores en sus estudios destacan que el balance energético neto o tasa de retorno energético no está siendo neutro o el retorno sería de apenas 1,2 a 1,8 %.
- En el país los residuos fibrosos, la cachaza y la vinaza provenientes de la industrialización y producción de caña de azúcar, están siendo utilizados como abono orgánico, con excepción del bagazo, que es utilizado para generación de energía en los ingenios.
- El Ecuador piensa implementar un programa a nivel nacional de bioetanol, con un porcentaje de etanol del 10 %, que para mi criterio sería apresurado, si tomamos en cuenta que con el presente trabajo se ha hecho un estudio referente a los automotores de la ciudad Cuenca, resultando el 76 % de los vehículos de año de fabricación inferior al 2005, pudiendo presentarse problemas con ciertos materiales de goma, plásticos y ligas de aluminio, que se deterioran. Esta implementación se traduce en 50000 Ha de caña de azúcar a sembrar, dedicadas a la producción de etanol, que deberá estar acompañada de un programa para sembrar nuevas áreas con cultivo de caña de azúcar, para minimizar las secuelas de producir biocombustibles a escala comercial,

esperando fomentar la agroindustria, generar mano de obra, sustituir derivados de petróleo importados y mejorar la calidad del aire.

- Se debe tener en cuenta, que porcentajes mayores al 5% de etanol, ciertos materiales de goma, plásticos y ligas de aluminio se deterioran; no debe utilizarse en vehículos sin modificar; sin embargo, las mezclas mayores al 5%, son compatibles con vehículos mayores al 2005 hasta el 10% de éste, debido que sus componentes y funcionamiento son compatibles.
- Los combustibles fósiles, al no ser renovables tienen una tendencia a subir de precio hasta niveles en los que no será económicamente satisfactorio su utilización, dando paso a los combustibles alternativos; sin embargo, hay poco estudio de combustibles alternativos que cumplen con los requerimientos de una máquina de combustión interna en cuanto a prestaciones y a emisión de agentes contaminantes con el propósito de disminuirlos.
- Desde el punto de vista productivo, el etanol a partir de la caña de azúcar, es muy atractiva, debido a la productividad que puede obtenerse con respecto a otros cultivos; sin embargo, producción de la caña de azúcar por hectárea puede cambiar de acuerdo al terreno y condiciones climática, entre muchos otros factores; por otro lado, la producción de caña de azúcar requiere importantes cantidades de agua, nitrógeno y potasio; se estima que cada litro de etanol insume de tres a cuatro litros de agua en la producción de biomasa.
- El etanol como combustible para unos se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible, que puede ofrecer ventajas ambientales y económicas a largo plazo; para otros, es el responsable de grandes deforestaciones, destrucción de la fauna y flora, la expulsión de las comunidades rurales, la pérdida de diversidad cultural, la pobreza, aumento del precio de los alimentos, etc. Sin embargo, por el estudio bibliográfico y de campo del presente trabajo, puedo concluir que de generarse una producción masiva los biocombustibles en el mundo, las consecuencias ambientales serían devastadoras.

- La producción de etanol como combustible corresponde alrededor de un 1% del consumo mundial de petróleo, es decir que el etanol no va a ser un sustituto de la nafta, si no una transición hacia nuevas fuentes de energía verdaderamente sustentables.

RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta, que los malos aislamientos entre el tanque de combustible y el ambiente, puede producir una mezcla que contenga agua con gasolina y etanol, debido a la gran afinidad existente entre el etanol y el agua, generándose una separación de fases y por tanto, un carburante de peores características técnicas.
- El gobierno, debe empezar a reemplazar el parque automotor del país, para que la reducción de emisiones en los vehículos se evidencie notablemente, sabiendo que los vehículos de última generación vienen diseñados para porcentajes de hasta el 10% de etanol.
- Las pruebas de emisiones deben ampliarse a un mayor número de vehículos de diferentes marcas y modelos, para saber con mayor veracidad si la tendencia del parque automotor es disminuir emisiones de alguna manera o lo contrario; debido a que en las pruebas realizadas en el proyecto se presentaron los dos casos.
- Debe analizarse el impacto socio-económico de las personas que van a utilizar este combustible, debido a que en el proyecto se evidenció una tendencia de mayor consumo de combustibles al aumentar etanol; además, que la gasolina base utilizada en las pruebas para mezclarse con el etanol es de mejores características que la nafta utilizada por el gobierno en su plan piloto.
- El gobierno debe analizar con mayor cautela los porcentajes de etanol que piensan implementar en el país; además, de su impacto ambiental.
- En este siglo debe impulsarse una economía de los biocombustibles no provenientes de recursos alimenticios ni de algunos otros recursos que impacten a la sustentación humana ni al medio ambiente.

GLOSARIO DE PALABRAS

Etanol: El etanol es un alcohol líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C, compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno que puede ser obtenido sintéticamente a partir del petróleo o de la biomasa. Su fórmula química es C_2H_5OH .

Biomasa: se entiende el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, bien sea a través de su quema directa o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible. Su sinónimo es Biomásico.

Bioetanol: es un alcohol de origen vegetal que se produce a través de la fermentación de distintos tipos de materias primas tales como los cereales, maíz, trigo y cebada al igual que de cultivos con alto contenido en azúcares como la caña de azúcar o la remolacha. También se puede producir a partir de distintos compuestos lignocelulósicos como la paja, la madera o distintos residuos vegetales como el cañote del maíz o el bagazo. Algunos sinónimos: bioalcohol, gasohol.

Alcohol desnaturalizado: Este alcohol contiene algunas sustancias añadidas que lo hacen impropio para la bebida pero no para usos industriales.

Biocombustibles: es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa. Algunos de sus sinónimos: biofuel, biocarburentes, agrocombustibles, bioenergético.

Biodegradable: Capacidad de algunos compuestos químicos para poder ser descompuestos por microorganismos del ambiente (principalmente bacterias aerobias) hasta sus elementos constituyentes simples, en un período de tiempo relativamente corto.

Biodiversidad: es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas y animales que viven en un sitio, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los

cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

El ciclo Otto: es el ciclo termodinámico ideal que se aplica en los motores de combustión interna. Se caracteriza porque todo el calor se aporta a volumen constante.

Hidrocarburos: son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Consisten en un armazón de carbono al que se unen átomos de hidrógeno. Forman el esqueleto de la materia orgánica. También están divididos en abiertas y ramificadas.

Combustibles fósiles: son mezclas de compuestos orgánicos que se extraen del subsuelo con el objeto de producir energía por combustión. El origen de esos compuestos son seres vivos que murieron hace millones de años.

La turba: La turba es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen.

El lignito: Es un carbón mineral que se forma por compresión de la turba.

Sistema de ignición: Consiste en un componente llamado bobina de encendido, que es un auto-transformador de alto voltaje al que está conectado un conmutador que interrumpe la corriente del primario para que se induzca un impulso eléctrico de alto voltaje en el secundario. Dicho impulso está sincronizado con la etapa de compresión de cada uno de los cilindros; el impulso se lleva al cilindro correspondiente (aquel que está comprimido en ese momento) utilizando un distribuidor rotativo y unos cables de grafito que dirigen la descarga de alto voltaje a la bujía.

Hulla o carbón bituminoso: Es una roca sedimentaria orgánica combustible con un contenido menor de 40% en sustancias minerales en base del material seco y se compone de polímeros de hidrocarburos cíclicos.

Grafito: Mineral oscuro casi negro, con brillo metálico. Es graso y pegajoso al tacto, por lo que es un buen lubricante, es decir, útil para engrasar piezas de metal y de esta manera evitar roce o fricción entre éstas.

Compuestos aromáticos y cíclicos: Son compuestos en los que los anillos de carbono están formados por seis átomos de carbono, entrelazados por tres enlaces dobles y tres enlaces simples entre sí (Benceno y olefinas).

Licuación: Es el cambio de estado que acontece cuando una sustancia pasa del estado gaseoso al líquido

Dosado estequiométrico: Es la mezcla ideal (aire y combustible) para la combustión interna del motor.

Alifáticos: Son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno, en los cuales los átomos de carbono forman cadenas abiertas. Los hidrocarburos alifáticos de cadena abierta se clasifican en alcanos, álcenos o alquenos y alcinos o alquinos.

Nafta: También conocido como gasolina o éter de petróleo, es un derivado del petróleo extraído por destilación directa, utilizado principalmente como materia prima de la industria petroquímica ("nafta petroquímica" o "nafta no energética"), en la producción de alquenos, como etileno.

El craqueo: Es un proceso químico por el cual se quiebran moléculas de un compuesto produciendo así compuestos más simples.

Dumping: Es la práctica de comercio en el que una empresa fija un precio inferior para los bienes exportados que para los mismos bienes vendidos en el país.

Calor de vaporización: Es la energía requerida por una sustancia para cambiar de estado, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Al cambiar de gaseoso a líquido y de líquido a sólido se libera la misma cantidad de energía.

Presión de vapor (Reid vapor pressure): Indica la tendencia de un hidrocarburo líquido a volatizarse; o sea, es la presión que ejercen las moléculas en estado gaseoso para evaporarse.

Cascabeleo: Es una detonación, cuando la mezcla está explotando antes de tiempo entonces el pistón todavía está subiendo y esto genera un ruido, es muy malo para el motor porque con el tiempo lo va destruyendo.

Adelanto al encendido: Es el salto de la chispa antes de que llegue al punto muerto superior.

Efecto venturi: También conocido tubo de Venturi consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor, provocando una succión del mismo.

Ralentí: Número de revoluciones por minuto a que debe funcionar un motor de explosión para mantenerse en funcionamiento.

Los Poluentes Orgánicos Persistentes (POP): son compuestos altamente estables que persisten en el ambiente, resistiendo a la degradación química, fotolítica y biológica. Tienen capacidad de bioacumular en organismos vivos, siendo tóxicos para éstos, incluyendo el hombre.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSCARIOL, Fernando, Gerente de Ingeniería de Nuevos Productos y Desarrollo, Nuevas Tecnologías, America, DEDINI S/A, (2008).
- BERNARD, Nebel, Recursos, México, Editorial Prentice Hall, (2002).
- BARRETO DE MENEZES, T.J., Producción de Alcohol de Yuca – El Caso Brasileño, Colombia, Asamblea Colombiano Sobre Alcohol Carburante, Cali, Colombia, Memorias, CIAT, (1980).
- CHAUVET, Michelle y GONZÁLEZ, Rosa, Biocombustibles y Cultivos Biofarmaceuticos: ¿Oportunidad o Amenazas?, Mexico, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco Distrito Federal, (2008).
- CHRYSLER, Daimler, WWF, UN-Energy, Sustainable Bioenergy: A Framework For Decisión Decisión Markers, Alemania, Ministerio de Agricultura de Baden Wuerttemberg y UNEP, (2007).
- CHÁVES SOLERA, Marco, Director Ejecutivo, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Memorias Seminario “Antecedentes y Capacidad Potencial de Cogenerar Energía y Producir Etanol por Parte del Sector Azucarero Costarricense”, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (2004).
- CORPORACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN ENERGÉTICA, Calidad de los Combustibles Ecuatorianos, 1ra edición, Ecuador, (2002).
- GLYMIN, Henry y HEINKE, Gary, Ingeniería Ambiental, México, Editorial Prentice Hall, (2000).
- HORTA, Luís, Perspectivas de un Programa de Biocombustibles en América, América, CEPAL, (2004).

- JHAMTANI, Hira y DANO, Elenita, Fantasía y Realidad de los Biocombustibles, Uruguay, Agenda Global, Archivado en biocombustibles, (2007).
- Lic. PATROUILLEAU, Rubén, Lic. LACOSTE, Carlos, Ing. YAPURA, Pablo y Ing. CASANOVAS, Mónica, Perspectivas de los Biocombustibles en Argentina, con Énfasis en el Etanol de Base Celulósica, Argentina, Unidad de Coyuntura y Prospectiva, (2006).
- MIHELICIC, Janes, Fundamentos de la Ingeniería Ambiental, USA, Editorial Limersa, S.A, (2001),
- MCKINNEY, M.L. y SCHOCH, R.M., Environmental Science, Systems and Solutions, tercera edición, USA, University of Tennessee, (2003).
- Miller, G.T., Living in the Environment: Principles, connections and solutions, cuarta edición, USA, Brooks/ Cole Publishing Company, Pacific Grove, (1999)
- MEADE, G.P. y CHEN, J.P., Sugar Cane Handbook, decimal edición, USA, editorial Willey-Interscience, John Wiley y Sons, (1977).
- NORMA INEN 2203, referente a “Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o Ralentí. Pruebas Estáticas” primera edición, Ecuador, (1999).
- NORMA INEN 2204, referente a “Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Terrestres de Gasolina.”, primera edición, Ecuador, (2002).
- NORMA INEN 935, referente a “Gasolina. Requisitos.”, primera edición, Ecuador, (1998).
- ORTIZ MARCOS, Susana, Doctor Ingeniero Industrial, Buscando Combustibles Alternativos: El Bioetanol, España, Universidad Pontificia de Madrid (UPM), (2003).

- RODRIGUEZ, Juan, La Ingeniería Ambiental, España, Editorial Simtesis, S.A, (2002).
- SPIRO, Thomas y STIGLIANI, Willamm, Química Medioambiental, 2da Edición, México, Editora Pearson, (2004).
- VÉLEZ, Santiago, El Vehículo Automotor y su Impacto en el Medio Ambiente, Ecuador, Tesis de la Universidad Politécnica de Madrid, (2009).
- VILLAMAR, Alejandro, Elementos de la Estrategia Política y Económica de los Promotores de Etanol, México, Ponencia presentada en: “Jornada de Reflexión. Biocombustibles: Peligró o Esperanza?”, 26 y 27 de julio, flacso, (2007).
- VILLAMAÑÁN OLFOS, Rosa María, VALERO MATAS, Jesús, CHAMORRO CAMAZÓN, César Rubén, SEGOVIA PURAS, José Juan, Como Política Energética, hacia la Sostenibilidad en el Sector del Transporte RIPS, Vol. 8, España, Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas, Los biocombustibles, (2009).
- YUKANIS, Paula, Química Orgánica, México, Editora Pearson, S.A. (2008).

REFERENCIAS ELECTRÓNICA

- ALMEIDA, Carla, Etanol de Caña de Azúcar: El Éxito de Brasil, Brasil, (2007), Internet: <http://www.scidev.net/es/features/etanol-de-caa-de-azcar-el-xito-de-brasil.html>, Acceso: 18-01-2010.
- ÁLVAREZ, Silvia, EVELSON, Pablo y BOVERIS, Alberto, El Combustible del Futuro, Argentina, Universidad de Buenos Aires, (2009), Internet: <http://www.uba.ar/encrucijadas/45/sumario/enc45-combustiblefuturo.php>, Acceso: 23-04-2010.
- DANIELS, Alfonso, Etanol Brasileño, la Solución que Nadie Quiere Ver, España, (2007), Internet: www.revistasculturales.com. Acceso: 17 de Febrero de 2010 14:12:36 (CET).

- HAWAII, Nuevos Combustibles, USA, (2009), Internet: www.hawaii.gov/dbedt/new-fuel/files/afrw/afrw-05.pdf, Acceso: 26-12-2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS, (INEC), Anuario de Transporte de Vehículos Matriculados en el Azuay, Ecuador, (2008), Internet: www.inec.gov.ec/web/guest/ecu_est/est_eco/enc_eco/enc_tra, Acceso: 18-12-2009.
- LA FLECHA, Los Vehículos que Queman Etanol Pueden ser un Riesgo Serio para la Salud Humana, Ecuador, (2007), Internet: <http://www.laflecha.net/canales/ciencia/los-vehiculos-que-queman-etanol-pueden-ser-un-riesgo-serio-para-la-salud-humana/>, Acceso: 28-12-2009.
- LA FLECHA, Combinar Hierbas en las Plantaciones para Biocombustible Mejora la Producción, Ecuador, (2008), Internet: <http://www.laflecha.net/canales/ciencia/noticias/combinar-hierbas-en-las-plantaciones-para-biocombustible-mejora-la-produccion>, Acceso: 12-01-2010.
- MANUALES DE MECANICA, Manuales de taller, Internet: <http://www.manualesdemecanica.com>, Acceso: 19-12-2009.
- MILLER, G.T, Combustibles Fósiles su Características, Origen, Aplicaciones y Efectos de los Combustibles Fósiles, USA, (1999), Interne: www.lenntech.es/efecto-invernadero/combustibles-fosiles. Acceso: 20 de Febrero de 2010.
- OCTAVO CONGRESO IBEROAMERICANO DE INGENIERIA MECANICA, Desempeño de Motor Utilizando como Combustible Mezcla de Etanol Anhidro y Gasolina en Relación de 10% en Volumen E10, Colombia, (2007), Internet: <http://www.pucp.edu.pe/congreso/cibim8/pdf/06/06-39.pdf>, Acceso: 26-12-2009.
- SOLO CIENCIA, El Etanol Como Combustible Verde, USA, (2009), Internet: <http://www.solociencia.com/ecologia/06022704.htm>, Acceso: 20-01-2010.
- UNIVERSIDAD DE HUELVA, La Controversia de los Agrocombustibles, una Propuesta Didáctica para las Ciencias para el Mundo contemporáneo, España,

(2008), Internet:[http://www.apac-eureka.org/revista/ Volumen6/ Número_6_1/ Escudero_et_al_2009.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Número_6_1/Escudero_et_al_2009.pdf), Acceso: 26-12-2009.

- UNIVERSIDAD DE SANTANDER, Estudio de la Mezcla de Gasolina con 10% de Etanol Anhidro. Evaluación de Propiedades Físicas y Químicas, Colombia, (2002), Internet: http://www.revistavirtualpro.com/files/TIE04_200612.pdf, Acceso: 18-12-2009.
- UNIDAD MUNICIPAL DE CUENCA, Transporte, Ecuador, (2010) Internet: [http:// www .municipalidadcuenca.gov.ec/contenido.php?id=372](http://www.municipalidadcuenca.gov.ec/contenido.php?id=372), Acceso: 26-12-2009.

ANEXOS 1

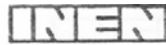
Información de PETROECUADOR, del consumo de combustible en la ciudad de
Cuenca.

PETRO ABASTECEDORA										PAG. 1
SUBGERENCIA DE COMERCIALIZACION INTERNA										2010/05/20
0000 06 09 20100101 20100131 G Regional: TODAS LAS REGIONALES										
CONSOLIDADO DE DESPACHOS DE LA ABASTECEDORA										
PERIODO DESDE EL 2010/01/01 HASTA EL 2010/01/31										
ADBCBTCD*****										DESPACHOS DESDE: 06 TERM. CHAULLABAMBA
F. INIC. F. FINAL DP. CM.										
ADBCBTCD*****										VOLUMEN DESPACHADO
TOTAL NACIONAL										
20100101	20100131	00	0000	0101	GAS. EXTRA					4.290.545
20100101	20100131	00	0000	0103	SUPER S.P.					967.244
20100101	20100131	00	0000	0104	DIESEL 2					2.293.408
20100101	20100131	00	0000	0110	DIESEL 2 ELECTRICO					29.100
20100101	20100131	00	0000	0121	DIESEL PREMIUM					2.000.524
20100101	20100131	00	0000	0127	DIESEL 2 PETROLERO					11.967
20100101	20100131	00	0000	0133	DIESEL 2 INDUSTRIAL					825.534
20100101	20100131	00	0000	0136	EXTRA INDUSTRIAL					4.000
20100101	20100131	00	0000	0172	DIESEL EMERGENTE 12					95
20100101	20100131	00	0000	0172	DIESEL EMERGENTE 12					87.435
PETRO ABASTECEDORA										PAG. 1
SUBGERENCIA DE COMERCIALIZACION INTERNA										2010/05/20
0000 06 00 20100201 20100228 G Regional: TODAS LAS REGIONALES										
CONSOLIDADO DE DESPACHOS DE LA ABASTECEDORA										
PERIODO DESDE EL 2010/02/01 HASTA EL 2010/02/28										
ADBCBTCD*****										DESPACHOS DESDE: 06 TERM. CHAULLABAMBA
F. INIC. F. FINAL DP. CM.										
ADBCBTCD*****										VOLUMEN DESPACHADO
TOTAL NACIONAL										
20100201	20100228	00	0000	0101	GAS. EXTRA					4.091.443
20100201	20100228	00	0000	0103	SUPER S.P.					938.592
20100201	20100228	00	0000	0104	DIESEL 2					2.172.307
20100201	20100228	00	0000	0110	DIESEL 2 ELECTRICO					9.700
20100201	20100228	00	0000	0121	DIESEL PREMIUM					1.781.267
20100201	20100228	00	0000	0127	DIESEL 2 PETROLERO					11.968
20100201	20100228	00	0000	0133	DIESEL 2 INDUSTRIAL					902.567
20100201	20100228	00	0000	0136	SUPER INDUSTRIAL					90
20100201	20100228	00	0000	0172	DIESEL EMERGENTE 12					7.975

PETRO-ABASTECEDORA										PAG. 1	
SUBGERENCIA DE COMERCIALIZACION INTERNA										2010/05/20	
0000 06 00 20100301 20100331 G Regional: TODAS LAS REGIONALES										Regional: Regional Sur	
CONSOLIDADO DE DESPACHOS DE LA ABASTECEDORA											
PERIODO DESDE EL 2010/03/01 HASTA EL 2010/03/31											
ADBCBTCD***** F. INIC. F. FINAL DP. CM.										DESPACHOS DESDE: 06 TERM. CHAULLABAMBA	
ADBCBTCD***** PRODUCTO MED. MONEDA VOLUMEN DESPACHADO										*****	
TOTAL NACIONAL										*****	
20100301	20100331	00	0000	0101	GAS. EXTRA				GALS DOLARES	4.597.686	
20100301	20100331	00	0000	0103	SUPER S.P.				GALS DOLARES	1.038.932	
20100301	20100331	00	0000	0104	DIESEL 2				GALS DOLARES	2.456.498	
20100301	20100331	00	0000	0110	DIESEL 2 ELECTRICO				GALS DOLARES	29.100	
20100301	20100331	00	0000	0114	GAS. SUPER (FFAA)				GALS DOLARES	1.000	
20100301	20100331	00	0000	0115	DIESEL 2 (FFAA)				GALS DOLARES	1.000	
20100301	20100331	00	0000	0121	DIESEL PREMIUM				GALS DOLARES	2.136.919	
20100301	20100331	00	0000	0127	DIESEL 2 PETROLERO				GALS DOLARES	11.967	
20100301	20100331	00	0000	0133	DIESEL 2 INDUSTRIAL				GALS DOLARES	943.794	
20100301	20100331	00	0000	0136	SUPER INDUSTRIAL				GALS DOLARES	141	

PETRO-ABASTECEDORA										PAG. 1	
SUBGERENCIA DE COMERCIALIZACION INTERNA										2010/05/20	
0000 06 00 20100401 20100430 G Regional: TODAS LAS REGIONALES										Regional: Regional Sur	
CONSOLIDADO DE DESPACHOS DE LA ABASTECEDORA											
PERIODO DESDE EL 2010/04/01 HASTA EL 2010/04/30											
ADBCBTCD***** F. INIC. F. FINAL DP. CM.										DESPACHOS DESDE: 06 TERM. CHAULLABAMBA	
ADBCBTCD***** PRODUCTO MED. MONEDA VOLUMEN DESPACHADO										*****	
TOTAL NACIONAL										*****	
20100401	20100430	00	0000	0101	GAS. EXTRA				GALS DOLARES	4.442.352	
20100401	20100430	00	0000	0103	SUPER S.P.				GALS DOLARES	1.023.854	
20100401	20100430	00	0000	0104	DIESEL 2				GALS DOLARES	2.625.621	
20100401	20100430	00	0000	0110	DIESEL 2 ELECTRICO				GALS DOLARES	9.700	
20100401	20100430	00	0000	0121	DIESEL PREMIUM				GALS DOLARES	1.920.543	
20100401	20100430	00	0000	0127	DIESEL 2 PETROLERO				GALS DOLARES	15.957	
20100401	20100430	00	0000	0133	DIESEL 2 INDUSTRIAL				GALS DOLARES	1.025.151	
20100401	20100430	00	0000	0135	EXTRA INDUSTRIAL				GALS DOLARES	4.000	
20100401	20100430	00	0000	0136	SUPER INDUSTRIAL				GALS DOLARES	12	

ANEXOS 2



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 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.**

Primera Edición

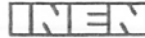
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: AIR. MOTOR VEHICLES. DETERMINATION OF CONCENTRATION OF EXHAUST
EMISSIONS IN MINIMUM SPEED CONDITIONS OR RALENTI STATIC TEST.

First Edition

DESCRIPTORES: Emisión de gases, protección del medio ambiente, calidad del aire, método de ensayo.
MC 08.06-302
CDU: 662.75
CIIU: 3530
ICS: 13.040.50

20 115 2000 0

CDU: 662.75
ICS: 13.040.50



CIU: 3530
MC 08.06-302

Norma Técnica
Ecuatoriana

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE
ESCAPE, EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI".
PRUEBA ESTÁTICA.**

**NTE INEN
2 203:99**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones provenientes del sistema de escape de vehículos equipados con motor de encendido por chispa, en condiciones de marcha mínima o "ralenti".

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es gasolina.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2204, y las que a continuación se detallan:

3.1.1 *Aislamiento electromagnético.* Característica del equipo de medición que impide la alteración en sus lecturas por causa de radiaciones electromagnéticas externas.

3.1.2 *Calibración de un equipo de medición.* Operación destinada a llevar un instrumento de medida al estado de funcionamiento especificado por el fabricante para su utilización.

3.1.3 *Motor de encendido por chispa.* Es aquel en el cual la reacción de la mezcla aire/combustible se produce a partir de un punto caliente, generalmente una chispa eléctrica.

3.1.4 *Gas patrón.* Gas o mezcla de gases de concentración conocida, certificada por el fabricante del mismo, y que se emplea para la calibración de equipos de medición de emisiones de escape.

3.1.5 *Autocalibración.* Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante del mismo.

3.1.6 *Exactitud.* Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

3.1.7 *Repetibilidad.* Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.

3.1.8 *Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo.* Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.

3.1.9 *Tiempo de respuesta del equipo de medición.* Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.

3.1.10 *Sonda de prueba.* Tubo o manguera que se introduce a la salida del sistema de escape del vehículo automotor para tomar una muestra de las emisiones.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Emisión de gases. Protección del medio ambiente. Calidad del aire. Método de ensayo.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los importadores y distribuidores de equipos de medición de emisiones deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los equipos de medición a ser utilizados debe cumplir con la International Recommendation OIML R 99.

4.2 Los importadores y distribuidores están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en el numeral 4.1, a quienes adquieran los equipos.

4.3 La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para determinar la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "ralenti", prueba estática.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Fundamento.

5.1.1 El principio de operación se basa en la absorción de luz infrarroja no dispersa de gases para la determinación de hidrocarburos, monóxido y dióxido de carbono.

5.1.1.1 El oxígeno se mide utilizando una celda de combustible (fuel cell). Esto no excluye el uso de equipos con otro principio de operación, siempre y cuando sean homologados.

5.2 Equipos

5.2.1 Ver numeral 4, Disposiciones Generales.

5.2.2 Capacidad de autocalibración. Los equipos de medición deben tener incorporada la función propia de autocalibración, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el equipo es encendido, o manualmente cada vez que el usuario lo requiera.

5.2.3 Los equipos de medición deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.

5.2.4 Los equipos deben contar con un tacómetro para la medición de las revoluciones del motor.

5.2.5 El equipo debe disponer de características de seguridad que garanticen la protección del operador.

5.3 Calibración

5.3.1 La calibración del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo. En caso que éstas no estén disponibles, la calibración se debe realizar, como máximo, cada tres meses.

5.3.2 El equipo se debe calibrar luego de cada mantenimiento correctivo.

5.3.3 La calibración anterior es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

5.3.4 El gas de calibración debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 6145. Este gas debe contar con una certificación emitida por el fabricante, de acuerdo con lo establecido en la norma anteriormente indicada.

(Continúa)

NTE INEN 2 203

5.4 Procedimiento de medición

5.4.1 Antes de la prueba, realizar las verificaciones siguientes:

5.4.1.1 Someter al equipo a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.

5.4.1.2 Retirar todo material en forma de partículas y eliminar toda substancia extraña o agua, que se hayan acumulado en la sonda de prueba y que puedan alterar las lecturas de la muestra.

5.4.1.3 Revisar que la transmisión del vehículo esté en neutro (transmisión manual) o parqueo (transmisión automática).

5.4.1.4 Revisar que el control manual del ahogador (chóque), no se encuentre en operación, y que los accesorios del vehículo (luces, aire acondicionado, etc.), estén apagados.

5.4.1.5 Revisar en el vehículo que el sistema de escape se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.

5.4.1.6 Si el vehículo no cumple con las condiciones establecidas en el numeral 5.4.1.5, la prueba no se debe realizar hasta que se corrijan aquellas.

5.4.1.7 Revisar que el nivel de aceite en el cárter esté entre el mínimo y máximo recomendado por el fabricante, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.

5.4.1.8 Encender el motor del vehículo y verificar que se encuentre a la temperatura normal de operación.

5.4.2 Medición

5.4.2.1 Conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de encendido del motor y verificar las condiciones de marcha mínima o "ralenti".

5.4.2.2 Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o "ralenti", introducir la sonda de prueba en el punto de salida del sistema de escape del vehículo. Tener la seguridad de que la sonda permanezca fija dentro del sistema de escape mientras dure la prueba.

5.4.2.3 Esperar el tiempo de respuesta del equipo de medición dado por cada fabricante.

5.4.2.4 Imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.

5.4.2.5 Si, por diseño, el vehículo tiene doble sistema de escape, medir por separado cada salida. El valor del resultado final será la mayor lectura registrada.

5.5 Informe de resultados

5.5.1 El resultado final será la mayor lectura registrada de los valores de las lecturas obtenidas en el numeral 5.4.2.4.

5.5.2 La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntado el documento de impresión directa del equipo de medición.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

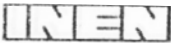
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:1998	<i>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.</i>
Norma ISO 6145-1:86	<i>Gas Analysis Preparation of Calibration Gas Mixtures. Dynamic Volumetric Methods - Part 1 - Methods of Calibration.</i>
International Recommendation OIML R 99.	<i>Instruments for measuring vehicle exhaust emissions. International Organization of Legal Metrology.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

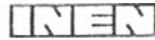
Norma técnica colombiana ICONTEC 4230. *Gestión ambiental. Aire. Determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o "ralenti".* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1997.

INFORMACION COMPLEMENTARIA		
Documento: NTE INEN 2 203	TÍTULO: GESTIÓN AMBIENTAL, AIRE, VEHÍCULOS AUTOMOTORES, DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI", PRUEBA ESTÁTICA.	Código: MC 08.06-302
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1998-02-17	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de a		
Comité Interno del INEN: GESTION AMBIENTAL Fecha de iniciación: 1998-06-12 Fecha de aprobación: 1998-06-17 Integrantes del Comité Interno del INEN:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)	SUBDIRECTOR TÉCNICO	
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DE PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR	
Sr. Guido Reyes	DIRECTOR DE DESARROLLO Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD	
Sr. Arturo Arévalo	DIRECTOR DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO	
Ing. Marco Narváez	DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN FÍSICA	
Ing. Fernando Hidalgo (Secretario Técnico)	DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN	
Subcomité Técnico: GESTION AMBIENTAL Fecha de iniciación: 1998-09-24 Fecha de aprobación: 1999-02-25 Integrantes del Subcomité Técnico:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Ing. Jorge Jurado (Presidente)	MUNICIPIO METROPOLITANO DE QUITO	
Ing. Pablo Ubidia	CINAE - AEADI	
Ing. Jorge Medina	CONUEP/ING. QUÍMICA (U.C.)	
Ing. Julio Salazar C.	PETROINDUSTRIAL	
Ing. Eduardo Espín	MIDUVI/SSA	
Ing. Jorge Mantilla	CNNT	
Ing. Ritha Burbano	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Tlgo. Mauricio Barros B.	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA (CUENCA)	
Ing. Kléver Chávez	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	
Ing. Jorge Álvarez	MUNICIPIO METROPOLITANO DE QUITO	
Myr. Henry Aulestia C.	COMISIÓN DE TRANSITO DEL GUAYAS	
Myr. Carlos Naveda	COMISIÓN DE TRANSITO DEL GUAYAS	
Ing. Marco Olcas	GENERAL MOTORS - OMNIBUS BB	
Ing. Lucía Montenegro	FACULTAD DE ING. QUÍMICA (E.P.N)	
Ing. Mauro González	DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS	
Sr. Suck Jun Yun Kim	AUTOMOTORES HINO	
Ing. Pablo Durango	COLEGIO DE INGENIEROS QUÍMICOS DE PICHINCHA	
Ing. Edwin Tamayo	COLEGIO DE INGENIEROS MECÁNICOS DE PICHINCHA	
Ing. Fernando Hidalgo (Secretario Técnico)	INEN	
Otros trámites:		
CARÁCTER: Se recomienda su aprobación como:		
Aprobación por Consejo Directivo en sesión de como:	Oficializada como: Por Acuerdo Ministerial No. de Registro Oficial No. de	

ANEXOS 3

	
INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN	
Quito - Ecuador	
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA	NTE INEN 2 204:2002 (Primera Revisión)
GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.	
Primera Edición	
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS PRODUCED BY GASOLINE ROAD MOVABLE SOURCES.	
First Edition	
DESCRIPTORES: Emisión de gases, límites, contaminación atmosférica, protección del medio ambiente, calidad del aire requisitos.	
MC 08.06-401 CDU: 75:662.94 CUL: 3530	

CDU: 75:662.94
ICS: 13.040.50



CIU: 3530
MC 08.06-401

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.	NTE INEN 2 204:2002 Primera revisión 2002-09
1. OBJETO 1.1 Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina. 2. ALCANCE 2.1 Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores, según lo definido en los numerales 3.24 y 3.25. 2.2 Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustible diferentes a gasolina. 2.3 Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales. 3. DEFINICIONES Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones: 3.1 Año modelo. Año que identifica el de producción del modelo de la fuente móvil. 3.2 Área frontal. Área determinada por la proyección geométrica de las distancias básicas del vehículo sobre su eje longitudinal el cual incluye llantas pero excluye espejos y deflectores de aire a un plano perpendicular al eje longitudinal del vehículo. 3.3 Certificación de la casa fabricante. Documento expedido por la casa fabricante de un vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado. 3.4 Ciclo. Es el tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralenti. Para las fuentes móviles equipadas con electroventilador, es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene. 3.5 Ciclos de prueba. Un ciclo de prueba es una secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes: 3.5.1 Ciclo ECE-15 + EUDC. Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, de diesel o gasolina, definidos en la directiva 93/59/EEC. 3.5.2 Ciclo FTP-75. Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, de gasolina o diesel, y publicado en el Código Federal de Regulaciones, partes 86 a 99. (Continúa)		
DESCRIPTORES. Emisión de gases, límites, contaminación atmosférica, protección del medio ambiente, calidad del aire, requisitos.		

3.5.3 Ciclo transiente pesado). Es el ciclo de prueba de estado transitorio establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para la medición de emisiones de motores diesel y gasolina utilizados en vehículos pesados y el cual se encuentra especificados en el Código Federal de Regulaciones de ese país, CFR, título 40, partes 86 a 99, subparte N.

3.6 Dinamómetro. Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

3.7 Emisión de escape. Es la descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

3.8 Emisiones evaporativas. Es la descarga al aire de una o más sustancias gaseosas, producto del funcionamiento normal del vehículo o de la volatilidad del combustible. Las emisiones evaporativas se desprenden desde varios puntos a lo largo del sistema de combustible de un vehículo automotor.

3.9 Equipo de medición. Es el conjunto completo de dispositivos, incluyendo todos los accesorios, para la operación normal de medición de las emisiones.

3.10 Fuente móvil. Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

3.11 Homologación. Es el reconocimiento de la autoridad ambiental competente a los procedimientos de evaluación de emisiones o a los equipos o sistemas de medición o de inspección de emisiones, que dan resultados comparables o equivalentes a los procedimientos, equipos o sistemas definidos en esta norma.

3.12 Informe técnico. Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma.

3.13 Marcha mínima o ralenti. Es la especificación de velocidad del motor establecidas por el fabricante o ensamblador del vehículo, requeridas para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralenti se establecerá en un máximo de 1 100 r.p.m.

3.14 Masa máxima. Es la masa equivalente al peso bruto del vehículo.

3.15 Método SHED. Procedimiento aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para determinar las emisiones evaporativas en vehículos de gasolina mediante la recolección de estas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. SHED son las siglas correspondientes al nombre de dicho método (Sealed Housing for Evaporative Determination). Los procedimientos, equipos y métodos de medición utilizados se encuentran consignados en el Código Federal de Regulaciones en los Estados Unidos, partes 86 y 99; o en las directivas 91/441 EEC y 93/59 EEC.

3.16 Motor. Es la principal fuente de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

3.17 Peso bruto del vehículo. Es el peso neto del vehículo más la capacidad de carga útil o de pasajeros, definida en kilogramos.

3.18 Peso neto del vehículo. Es el peso real solo del vehículo en condiciones de operación normal con todo el equipo estándar de fábrica, más el combustible a la capacidad nominal del tanque.

3.19 Peso de referencia. Es el peso neto del vehículo más 100 kg.

3.20 Peso del vehículo cargado. Es el peso neto del vehículo más 136,08 kg (300 lb).

(Continúa)

3.21 Prueba estática. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo a temperatura normal de operación, en marcha mínima (ralentí), sin carga, en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).

3.22 Prueba dinámica. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en la presente norma.

3.23 Temperatura normal de operación. Es aquella que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75°C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

3.24 Vehículo automotor. Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

3.25 Vehículo o motor prototipo o de certificación. Vehículo o motor de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

4. CLASIFICACIÓN

Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores:

4.1 Según la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), la siguiente clasificación se aplica únicamente para los ciclos de prueba FTP-75 y ciclo transiente pesado:

4.1.1 Vehículo liviano. Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.

4.1.2 Vehículo mediano. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:

4.1.2.1 Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo

4.1.2.2 Transportar más de 12 pasajeros

4.1.2.3 Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

4.1.3 Vehículo pesado. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal exceda de 4,18 m².

4.2 Según La Unión Europea, la siguiente clasificación se aplica únicamente para el ciclo de prueba ECE-15 + EUDC.

4.2.1 Categoría M. Vehículos automotores destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.1.1 Categoría M1. Vehículos automotores destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.

4.2.2 Categoría N. Vehículos automotores destinados al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.2.1 Categoría N1. Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.

(Continúa)

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los importadores y ensambladores de vehículos deben obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del vehículo y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella. Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los establecidos para los ciclos FTP 75, ciclo transiente pesado ECE 15 + EUDC, SHED (EEC 91/441 y 93/59 EEC); según las características del vehículo.

5.2 Los importadores y ensambladores están obligados a suministrar copia de la certificación de emisiones a quienes adquieran los vehículos.

5.3 La autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de las emisiones de escape, en condición de marcha mínima o ralenti.

6. REQUISITOS

6.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralenti (prueba estática).

6.1.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralenti y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla 1.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralenti (prueba estática).

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200

* Volumen

**Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

6.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica).

6.2.1 Toda fuente móvil de gasolina que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 2.

(Continúa)

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
Vehículos Livianos			2,10	0,25	0,62	FTP - 75	2
Vehículos Medianos	≤ 3 860	≤ 1 700	6,2	0,5	0,75		2
		1 700 - 3 860	6,2	0,5	1,1		2
Vehículos Pesados**	> 3 860 = < 6 350		14,4	1,1	5,0	Transiente pesado	3
	> 6 350		37,1	1,9	5,0		4

* prueba realizada a nivel del mar

** en g/bHP-h (gramos/brake Horse Power-hora)

6.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclo ECE-15+ EUDC (prueba dinámica).

6.3.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.

TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) * a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos)

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso de Referencia (kg)	CO g/km	HC + NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo \$HED
M1 ⁽¹⁾	=< 3 500		2,72	0,97	ECE 15 + EUDC	2
M1 ⁽²⁾ , N1		< 1 250	2,72	0,97		2
		> 1 250 <1 700	5,17	1,4		2
		> 1 700	6,9	1,7		2

* Prueba realizada a nivel del mar

⁽¹⁾ Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas

⁽²⁾ Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí.

7.1.1 Seguir el procedimiento descrito en la NTE INEN 2 203.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:1998 *Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones del escape, en condiciones de marcha mínima o ralentí.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 056. *Metrología. Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales.* Quito, 1998.

Norma técnica colombiana ICONTEC 4230. *Gestión ambiental. Aire. Determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o ralentí.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1997.

EPA 94: *Code of Federal Regulations Protection of Environment 40. Part 86 (Revised as of July 1, 1996) Control of air pollution from new and in-use motor vehicles and new and in-use motor vehicle engines: certification and test procedures: 86.090-8 Emission standards for 1990 and later model year light - duty vehicles (Diesel and gasoline); 86.091.9 Emission standards for 1991 and later model year light - duty trucks (diesel and gasoline); 86-091-10. Emission standards for 1991 and later model year otto - cycle heavy - duty engines and vehicles (gasoline).* U.S Environmental Protection Agency, EPA. Washington D.C., 1996.

EURO II: *Community Directive (Directive 88/77/EEC). Regulación 49, gaseous pollutants. Truck and buses > 3,5 Ton. EEC regulation for small utility records. Enforcement date: 01.10.1993 new models, 01.10.1994 new vehicles.* European Economic Community. Brussels. 1996.

Normas para la protección y el control de la calidad del aire: *Resolución 005 de 1995-01-09, Resolución 1619 de 1995-12-21, Resolución 1351 de 1995-11-14, Resolución 898 de 1995-08-23 - Adicionada por la Resolución 125 de 1996-03-19, Decreto 948 de 1995-06-05 - Modificado por el Decreto 2107 de 1995-11-30.* Ministerio del Medio Ambiente de la República de Colombia. Bogotá, 1996.

Decreto 2673: *Normas sobre Emisiones de fuentes móviles. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.* República de Venezuela. Caracas, 1998.

Proyecto de reglamentación para control de emisiones para vehículos automotores en el Distrito Metropolitano de Quito. Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, CINAIE - Asociación Ecuatoriana Automotriz del Interior, AEADI, Quito, 1998.

Exhaust Emissions, Standards, Regulations and Measurement of Exhaust emissions and Calculation of fuel consumption based on the Exhaust emission test - Passenger cars; Mercedes Benz. Alemania. 1997.

Vehicle Emissions Study. Kiyoshi Yuki - Overseas Regulation & Compliance Department, Engineering Administration Division, Toyota Motor Corporation. Tokyo, 1995.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 204 (Primera Revisión)	TÍTULO: GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIÓN PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.	Código: MC 08.06-401
--	---	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2000-09-11/2001-11-19	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo No. 98163 de 1998 - 12 - 17 publicado en el Registro Oficial No. 100 de 1 999 - 01 - 04 Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de a

Comité Interno del INEN:
Fecha de iniciación: 2 000-09-11
Integrantes del Comité Interno del INEN.

Fecha de aprobación: 2 000-09-11

NOMBRES:

Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)
Ing. Enrique Troya

Sr. Guido Reyes

Fis. René Chanchay

Ing. Marco Narváez
Ing. Rafael Aguirre
Dra. Beatriz Cañizares
Ing. Fernando Hidalgo (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

SUBDIRECTOR TÉCNICO
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AL
CONSUMIDOR
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
CERTIFICACIÓN
DIRECCIÓN DE ASEGURAMIENTO
METEOROLÓGICO
DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN FÍSICA
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN
DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN ANALÍTICA
DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

2001-11-20

Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)

Ing. Gustavo Jiménez

Tigo. Francisco Cevallos

Arq. Francisco Ramírez
Sr. Marco Proaño

Ing. Guillermo Layedra (Secretario Técnico)

DIRECTOR TÉCNICO DEL ÁREA DE
SERVICIOS TECNOLÓGICOS
DIRECTOR TÉCNICO DEL ÁREA DE
NORMALIZACIÓN
ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS:
ENSAYOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DE CERTIFICACIÓN, PRODUCTOS
ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS:
ENSAYOS FÍSICOS
REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2002-04-17

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 673 de 2002-09-30

Por Acuerdo Ministerial No. 02 368 de 2002-09-18

ANEXOS 4

 INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN Quito - Ecuador	
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA	NTE INEN 935:98 Quinta revisión
GASOLINA. REQUISITOS. 1^{ra} Edición GASOLINE. SPECIFICATIONS. First Edition	
DESCRIPTORES: Productos del petróleo, gasolinas sin plomo, requisitos. PE 02.02-402 CDU: 662.753.12:621.443:629.113 CIIU: 3530 ICS: 75.160.20	

CDU: 662.753.12:621.443:629.113
ICS: 75.160.20

CDU: 662.753.12:621.443:629.113
PE 02.02-402

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GASOLINA. REQUISITOS.	NTE INEN 935:98 Quinta revisión 1998-03
	1. OBJETO 1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la gasolina destinada al uso en motores de combustión interna de encendido por chispa, exceptuando las de aviación. 2. DEFINICIONES 2.1 Para efectos de esta norma se utilizan las siguientes definiciones: 2.1.1 <i>Gasolina.</i> Mezcla de hidrocarburos relativamente volátiles, libre de agua, sedimento y material sólido en suspensión, destinada a ser utilizada como combustible para motores de combustión interna de encendido por chispa. 2.1.2 <i>Número de octano.</i> Es una medida de las características antidetonantes de las gasolinas. 2.1.2.1 <i>RON.</i> Es el número de octano, determinado por el método Research, el cual mide el comportamiento antidetonante de una gasolina bajo condiciones poco severas de operación, o sea, baja temperatura en la mezcla de entrada y relativamente bajas revoluciones en el motor. 2.1.2.2 <i>MON.</i> Es el número de octano, determinado por el método motor, bajo condiciones más severas que aquellas empleadas en el método Research, o sea alta temperatura en la mezcla de entrada y relativamente altas revoluciones en el motor. 2.1.3 <i>Índice antidetonante (IAD).</i> Es la semisuma del número de octano obtenido por el método Research (RON), y el número de octano obtenido por el método motor (MON). $IAD = \frac{MON + RON}{2}$ 3. CLASIFICACIÓN 3.1 La gasolina para motores de combustión interna se clasifica en tres tipos: 3.1.1 80 octanos (RON), con y sin tetraetilo de plomo (TEL). 3.1.2 85 octanos (RON), sin tetraetilo de plomo (TEL). 3.1.3 89 octanos (RON), sin tetraetilo de plomo (TEL). (Continúa)	
	DESCRIPTORES: Productos del petróleo, gasolinas sin plomo, requisitos	1996-065

NTE INEN 935

1998-03

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos específicos

4.1.1 En la tabla 1, se indica los requisitos que debe cumplir la gasolina de 80 octanos (RON), con y sin tetraetilo de plomo (TEL).

TABLA 1. Requisitos de la gasolina de 80 octanos con y sin tetraetilo de plomo (TEL).

REQUISITOS	UNIDAD	Con tetraetilo de plomo (TEL)		Sin tetraetilo de plomo (TEL)		MÉTODO DE ENSAYO
		Min	Máx.	Min.	Máx.	
Número de octano Research	RON	80	-	80	-	*
Ensayo de destilación:						
10%	°C	-	70	-	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	77	121	NTE INEN 926
90%	°C	-	180	-	190	NTE INEN 926
Punto final	°C	-	210	-	215	NTE INEN 926
Residuo	% en V	-	2	-	2	NTE INEN 926
Relación de vapor líquido a 60°C		-	20	-	20	NTE INEN 932
Presión de vapor Reid	kPa****	-	67	-	56	NTE INEN 928
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No. 1	-	No.1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	-	3	-	4	NTE INEN 933
Contenido de azufre	% en peso	-	0,20	-	0,20	NTE INEN 929
Contenido de plomo (orgánico)	g/l	-	0,84	-	+ 0,045	NTE INEN 931
Contenido de aromáticos	% en V	-	10,00	-	20,00	**
Contenido de benceno	% en V	-	1,0	-	1,0	***
Contenido de olefinas	% en V	-	1,50	-	20,00	**
Estabilidad a la oxidación	min	240	-	240	-	NTE INEN 934

- * Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 2699

- ** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 1319.

- *** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la norma ASTM D 3606.

- ****1 kPa $\simeq$ 0,01 kgf/cm² $\simeq$ 0,10 N/cm² $\simeq$ 0,145 kgf/pul²

- + Sin adición intencional

4.1.2 En la tabla 2 se indica los requisitos que debe cumplir la gasolina de 85 octanos (RON) sin tetraetilo de plomo (TEL).

(Continúa)

NTE INEN 935

1998-03

TABLA 2. Requisitos de la gasolina de 85 octanos sin tetraetilo de plomo (TEL).

REQUISITOS	UNIDAD	Mín	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Número de octano Research	RON	85	-	*
Ensayo de destilación:				
10%	°C	-	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	NTE INEN 926
90%	°C	-	190	NTE INEN 926
Punto final	°C	-	220	NTE INEN 926
Residuo	% en V	-	2	NTE INEN 926
Relación de vapor líquido a 60°C	-	-	20	NTE INEN 932
Presión de vapor Reid	kPa****	-	56	NTE INEN 928
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No. 1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	-	5	NTE INEN 933
Contenido de azufre	% en peso	-	0,20	NTE INEN 929
Contenido de plomo	g/l	-	+ 0,045	NTE INEN 931
Contenido de aromáticos	% en V	-	28,00	**
Contenido de benceno	% en V	-	2,0	***
Contenido de olefinas	% en V	-	20,00	**
Estabilidad a la oxidación	min	240	-	NTE INEN 934

* Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 2699.

** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 1319.

*** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 3606.

**** $1 \text{ kPa} \simeq 0,01 \text{ kgf/cm}^2 \simeq 0,10 \text{ N/cm}^2 \simeq 0,145 \text{ kgf/pulg}^2$

+ Sin adición intencional.

4.1.3 En la tabla 3 se indica los requisitos que debe cumplir la gasolina de 89 octanos (RON) sin tetraetilo de plomo (TEL).

(Continúa)

1996-065

NTE INEN 935

1998-03

TABLA 3. Requisitos de la gasolina de 89 octanos sin tetraetilo de plomo (TEL).

REQUISITOS	UNIDAD	Mín	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Número de octano RON	RON	89	-	*
Ensayo de destilación:				
10%	°C	-	70	NTE INEN 926
50%	°C	77	121	NTE INEN 926
90%	°C	-	190	NTE INEN 926
Punto final	°C	-	220	NTE INEN 926
Residuo	% en V	-	2	NTE INEN 926
Relación de vapor líquido a 60°C	-	-	20	NTE INEN 932
Presión de vapor Reid	kPa****	-	56	NTE INEN 928
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No. 1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	-	5	NTE INEN 933
Contenido de azufre	% en peso	-	0,20	NTE INEN 929
Contenido de plomo	g/l	-	+ 0,045	NTE INEN 931
Contenido de aromáticos	% en V	-	30,00	**
Contenido de benceno	% en V	-	2,0	***
Contenido de olefinas	% en V	-	25,00	**
Estabilidad a la oxidación	min	240	-	NTE INEN 934
- * Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 2699 . - ** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 1319 . - *** Hasta que el INEN formule la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN correspondiente, se recomienda utilizar la Norma ASTM D 3606 . - **** $1 \text{ kPa} \simeq 0,01 \text{ kgf/cm}^2 \simeq 0,10 \text{ N/cm}^2 \simeq 0,145 \text{ kgf/pulg}^2$ - + Sin adición intencional.				

4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 El producto observado a simple vista será límpido, exento de agua y de materiales en suspensión.

4.2.2 La comercialización se realizará en m³, sus múltiplos y submúltiplos (litros), de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y sus Regulaciones.

(Continúa)

NTE INEN 935

1998-03

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo

5.1.1 El muestreo, Inspección y recepción debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 930.

5.2 Aceptación o rechazo

5.2.1 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta norma, se extraerá una segunda muestra y se repetirán los ensayos en cuestión.

5.2.2 Si la segunda muestra no cumpliera con uno solo de los requisitos establecidos en esta norma, se rechazará el lote correspondiente.

2.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Colombiana KONTREC 1385, Petróleo y sus derivados. Gasolina para motores de combustión interna. Primera revisión. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1995.

Norma Británica BS 1075. Specification for unleaded petrol for spark-ignition engines. British Standards Institution. London, 1995.

Norma Venezolana COVENIN 704 de Productos derivados del petróleo. Gasolina para motores de combustión interna. Segunda revisión. Comisión Venezolana de Normas Técnicas. Caracas, 1995.

SAE J312 AFPM Automotive Gasoline. Handbook SAE. Engine, Fuel, Lubricants, and Testing. Society of Automotive Engineers, Inc. Warrendale, USA, 1995.

Norma Australiana AS 1578. Petrol (gasoline) for motor vehicles. Standards Australia of Australia. Sydney, 1995.

Informe de Comisión de Trabajo Inter-institucional. Requisitos de gasolina. Quito, 1995.

(Continúa)

NTE INEN 935

1998-03

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 926:84	<i>Productos de petróleo. Ensayo de destilación</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 927:84	<i>Productos de petróleo. Determinación de la corrosión sobre la lámina de cobre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 928:84	<i>Productos de petróleo. Determinación de la presión de vapor Reid.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 929:83	<i>Productos de petróleo. Determinación del contenido de azufre. Método de la lámpara.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 930:84	<i>Petróleo crudo y sus derivados. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 931:84	<i>Gasolinas. Determinación de plomo. Método gravimétrico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 932:84	<i>Gasolina. Determinación de la relación vapor - líquido.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 933:84	<i>Gasolinas. Determinación del contenido de gomas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 934:84	<i>Gasolinas. Determinación de la estabilidad a la oxidación de la gasolina. Método del período de inducción.</i>
Norma Americana ASTM D 1319:93	<i>Standard Test Method for Hydrocarbon Types in Liquid Petroleum Products by Fluorescent Indicator Adsorption.</i>
Norma Americana ASTM D 2699:94	<i>Standard Test Method for Knock Characteristics of Motor Fuels by the Research Method.</i>
Norma Americana ASTM D 2700:94	<i>Standard Test Method for Knock Characteristics of Motor and Aviation Fuels by the motor method.</i>
Norma Americana ASTM D 3606:92	<i>Test Method for the Determination of Benzene and Toluene in Finished Motor and Aviation Gasoline by Gas Chromatography.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Colombiana ICONTEC 1380, <i>Petróleo y sus derivados. Gasolina para motores de combustión interna. Primera revisión.</i> Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1995.
Norma Británica BS 7070. <i>Specification for unleaded petrol (gasoline) for motor vehicles.</i> British Standards Institution. Londres, 1988.
Norma Venezolana COVENIN 764-85 <i>Productos derivados del petróleo. Gasolinas para combustión interna. Segunda revisión.</i> Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1985.
SAE J312 APR84 <i>Automotive Gasolines. Handbook SAE. Engines, fuels, lubricants, emissions, and noise.</i> Society of Automotive Engineers, Inc. Volume 3. U.S.A., 1985.
Norma Australiana AS 1878. <i>Petrol (gasoline) for motor vehicles.</i> Standards Association of Australia. Sydney, 1976.
Informe de Comisión de Trabajo Interinstitucional. <i>Requisitos de gasolinas.</i> Quito, 1996.

INFORMACION COMPLEMENTARIA		
Documento: NTE INEN 935 Quinta revisión	TITULO: GASOLINA. REQUISITOS.	Código: PE 02.02-402
ORIGINAL:	REVISION:	
Fecha de iniciación del estudio: 1996-01-30	Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1994-07-29 Oficialización por Acuerdo No. 211 de 1994-07-29 publicado en el Registro Oficial No. 494 de 1994-07-29 Fecha de iniciación del estudio: 1994-07-19	
Fechas de consulta pública de _____ a _____		
ESTUDIOS: Subcomité Técnico DERIVADOS DEL PETROLEO Fecha de iniciación: 1996-02-14 Integrantes del Subcomité Técnico (o Comité Interno): Fecha de aprobación: 1996-08-08		
NOMBRE:	INSTITUCION REPRESENTADA:	
Ing. Jorge Medina C. (Presidente) Sr. Walter Mena Ing. Gustavo Lozada Ing. Ivan Acevedo Dr. Delfín Pacheco Ing. César Subía Ing. Jaime Riofrio Ing. Rodrigo Moreano Ing. Kléver Chávez Ing. Fabio Ubidia Ing. Fernando Lucero Ing. Segundo Lascano Ing. Carlos Jaramillo Ing. Victor Lliguin Ing. Javier Delsalto Ing. Eduardo Sandoval Ing. Olga González Dr. Fernando Bossano Ing. Ricardo Acero Ing. Ramón Carrasco Ing. Victor Hugo Calero Ing. Fernando Hidalgo C. Ing. Freddy Corrales P. Sr. Jaime Solano Ing. Luis Calle Ing. Luis Espinosa Ing. Jack Araujo Ing. Manuel Salazar Ing. Ramiro Carrillo Ing. Marco Cornejo Ing. Ricardo Almeida Ing. Patricio Mariño Sr. Alexis Tipán Ing. Fernando Hidalgo S. (Secretario Técnico)	CONUEP/ING. QUIMICA (U.C) PETROECUADOR /UPA DIRECCION NACIONAL DE HIDROCARBUROS DIRECCION NACIONAL DE HIDROCARBUROS LYTECA - TEXACO PETROCOMERCIAL PETROCOMERCIAL PETROCOMERCIAL MUNICIPIO DE QUITO - DIRECCION DEL MEDIO AMBIENTE AYMESA SUBSECRETARIA DE PROTECCION AMBIENTAL SECRETARIA DE PLANIFICACION (CONADE) PETROINDUSTRIAL PETROINDUSTRIAL (REE) MARESA PETROINDUSTRIAL R.C.C FACULTAD DE ING. QUIMICA U.C. FUNDACION NATURA PETROCOMERCIAL REPSOL REPSOL TRIPETROL GAS MOBIL OIL ECUADOR S.A. LYTECA TEXACO INGENIERIA QUIMICA U.C. PETROLEOS Y SERVICIOS PETROLEOS Y SERVICIOS PETROLEOS Y SERVICIOS COLEGIO DE INGENIEROS QUIMICOS DE PICHINCHA FUNDACION NATURA ING. QUIMICA E.P.N. DAE WOO MOTOR CORP. AEADI INEN	
		<i>P.V.P. \$/ 2 700,00</i>
Otros trámites: Esta norma anula la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 026 Gasolinas sin plomo. Requisitos.		
CARACTER: Se recomienda su aprobación como: OBLIGATORIA		
Aprobación por Consejo Directivo en sesión de 1998-01-28 como Obligatoria		Oficializada como: OBLIGATORIA Por Acuerdo Ministerial No. 0164 de 1998-03-16 Registro Oficial No. 286 de 1998-03-30

ANEXOS 5

Tabla: Observación de la disociación del etanol con la nafta

[illegible]

Tabla: Evaluación del consumo de combustible.

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY					
Combustible.					
Vehículo.					
Año de fabricación.					
Revoluciones en su mayoría.					
Recorrido.					
Combustible consumido.	Mañana.				
	Tarde.				
	Noche.				
Observaciones.					

Tabla: Información de emisiones.

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY			
Número de prueba.			
Combustible			
Vehículo			
Año de fabricación			
Revoluciones			
λ			
Emisiones	CO		
	CO ₂		
	O ₂		
	HC		
Observaciones			

ANEXOS 6

ENTREVISTA



NOMBRE DE LA

EMPRESA:.....

CIUDAD:.....

1. **¿CUÁLES SON LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN SU EMPRESA, PARA LA PRODUCCION DE AZUCAR O ETANOL?**

2. **¿CUÁNTAS HECTÁREAS TIENE EN CULTIVO O PROVISIÓN DE MATERIA PRIMA PARA SU UTILIZACIÓN?**

3. **SEÑALE LAS TONELADAS DE CAÑA DE AZUCAR QUE PRODUCE SU EMPRESA POR HECTÁREA (SI ES EL CASO).**

4. UNA TONELADA DE CAÑA DE AZUCAR ¿CUANTOS KG DE AZÚCAR Y DE MELAZA PRODUCE? (SI ES EL CASO)

5. UNA TONELADA DE MELAZA ¿CUANTOS LTROS DE ALCOHOL PRODUCE Y EN QUÉ GRADO(os)?

6. SEÑALE EL NÚMERO DE LTROS DE ETANOL, Y KG DE AZÚCAR QUE PRODUCE AL MES.

7. **PIENSA A FUTURO AUMENTAR EL ÁREA DE CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR ¿EN QUE ZONAS? (SI ES EL CASO)**

8. **A FUTURO PIENSA PRODUCIR ALCOHOL DIRECTAMENTE DE LA CAÑA DE AZÚCAR; SI ES ASÍ, ¿CUANTOS LTROS PRODUCIRÍA POR TONELADA?**

9. **QUE ESTÁ HACIENDO CON LA CACHAZA, LOS RESIDUOS CELULÓSICOS (BAGAZO Y RESIDUOS DE COSECHA) Y VINAZA O QUE PLANIFICACIONES TIENE A FUTURO.**

10. **¿QUÉ IMPACTO AMBIENTAL Y ALIMENTARIO HA TENIDO EL PRODUCIR AZÚCAR O ETANOL EN SU EMPRESA?**

- 11. ¿ANALIZADO SU EMPRESA, LOS RESULTADOS POSITIVOS O NEGATIVOS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ALIMENTARIO, EN CASO DE AUMENTAR EL ÁREA DE CULTIVO?**

