



**DETERMINACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y LA LOGÍSTICA
DE CANALES DE DISTRIBUCIÓN DEL ETANOL Y EL
GASOHOL EN EL SALVADOR Y GUATEMALA**

CONVENIO CEPAL/GOBIERNO DE ITALIA

Este estudio fue elaborado por el consultor Carlos Roldán, en el marco del Proyecto “Utilización del bioetanol para apoyar el desarrollo sustentable de América Central”, Convenio CEPAL/Gobierno de Italia. Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

ÍNDICE

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| ANTECEDENTES | 7 |
| I. TENDENCIAS ACTUALES EN LOS SECTORES AUTOMOTRÍZ, AZUCARERO Y DE COMBUSTIBLES..... | 9 |
| II. OBJETIVOS Y SUPUESTOS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO | 14 |
| III. EXPERIENCIAS PREVIAS EN EL USO DE ETANOL EN GASOLINAS | 15 |
| 1. Plan piloto en Costa Rica de manejo de etanol y mezcla de gasolina- etanol..... | 15 |
| 2. La infraestructura brasileña utilizada para producción de gasohol..... | 22 |
| IV. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA LA IMPORTACIÓN, DISTRI- BUCIÓN Y VENTA DE GASOLINAS Y ETANOL | 26 |
| 1. El Salvador | 26 |
| 2. Guatemala..... | 31 |
| V. NORMATIVA EXISTENTE EN LAS ÁREAS DE INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD, CAPACITACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL | 37 |
| 1. El Salvador | 37 |
| 2. Guatemala..... | 38 |
| VI. RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES..... | 39 |
| VII. CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDAS PARA EL MANEJO DE GASOLINAS CON ETANOL | 43 |
| VIII. INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA PARA EL TRANSPORTE DEL ETANOL Y LA ELABORACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GASOLINAS CON ETANOL..... | 46 |
| 1. El Salvador | 47 |
| 2. Guatemala..... | 52 |
| IX. COSTOS DE MODIFICACIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO Y EQUIPOS DE TRANSPORTE..... | 56 |

| | | |
|-----------|---|----|
| X. | RESPONSABILIDADES DE CADA AGENTE INVOLUCRADO EN EL USO DE GASOLINA CON ETANOL | 58 |
| 1. | Importadores y terminales de combustibles | 58 |
| 2. | Transportistas | 59 |
| 3. | Destilerías | 59 |
| 4. | Estaciones de servicio..... | 60 |
| 5. | Vendedores de vehículos y talleres de servicio | 61 |
| 6. | Ministerios y otras entidades del sector público..... | 61 |
| 7. | Propietarios de los vehículos | 62 |
| XI. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 63 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 65 |
| | ANEXOS | 67 |
| | <u>Cuadros:</u> | |
| Cuadro 1 | Capacidad de almacenamiento de gasolina en puerto, de las compañías de El Salvador, 2006..... | 28 |
| Cuadro 2 | Volúmenes anuales de importación (marítima y terrestre) por tipo de gasolina | 29 |
| Cuadro 3 | Equipamiento subsector hidrocarburos El Salvador 2006..... | 29 |
| Cuadro 4 | Capacidad total de almacenamiento de gasolinas en las terminales de Guatemala (barriles)..... | 32 |
| Cuadro 5 | Destilerías existentes y futuras en Guatemala | 35 |
| Cuadro 6 | Resumen de los resultados de las inspecciones de estaciones de servicio en El Salvador | 40 |
| Cuadro 7 | Resumen de los resultados de las inspecciones de estaciones de servicio en Guatemala..... | 41 |
| Cuadro 8 | Requerimientos de bombeo por terminal | 48 |
| Cuadro 9 | Estimación de la coconversión en cada terminal de distribución en dólares..... | 50 |
| Cuadro 10 | Estimación de la inversión requerida para recibir el etanol por cisternas directamente en cada terminal de distribución. | 51 |
| Cuadro 11 | Inversiones para el recibo y mezclado de etanol en las terminales de Guatemala | 54 |
| Cuadro 12 | Resumen de inversiones a realizar a cada terminal de hidrocarburos de Guatemala | 55 |
| | <u>Gráficos:</u> | |
| Gráfico 1 | Composición histórica de la oferta mundial de energía..... | 1 |
| Gráfico 2 | Concentración histórica del CO ₂ en la atmósfera | 2 |
| Gráfico 3 | Relación entre el consumo de petróleo y el ingreso per cápita en varios Países en el año 2004 | 4 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Gráfico 4 | Proyección de las emisiones de CO ₂ a la atmósfera | 5 |
| Gráfico 5 | Factura petrolera de Guatemala y El Salvador en el año 2004 y 2005 | 5 |
| Gráfico 6 | Proyección de la producción mundial de etanol | 10 |
| Gráfico 7 | Precio histórico del etanol..... | 11 |
| Gráfico 8 | Precio histórico de la gasolina en California | 11 |
| Gráfico 9 | Precios históricos del azúcar..... | 13 |

Figuras:

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Flujo del CO ₂ en la atmósfera..... | 3 |
| Figura 2 | Consumo per cápita de energía..... | 3 |
| Figura 3 | Programas para el uso de etanol en gasolinas en varios países | 9 |
| Figura 4 | Necesidad de modificaciones en las diferentes secciones de un motor con el contenido de etanol en la gasolina | 12 |
| Figura 5 | Proceso para la elaboración de la gasolina regular con etanol | 17 |
| Figura 6 | Instalaciones del Plantel Barranca | 21 |
| Figura 7 | Descripción de la infraestructura existente en Brasil para la distribución de combustibles | 23 |
| Figura 8 | Esquema del mezclado en tanque con cisterna..... | 24 |
| Figura 9 | Mezclado en línea..... | 25 |
| Figura 10 | Ubicación de las terminales de gasolinas en el Puerto de Acajutla, El Salvador..... | 26 |
| Figura 11 | Ingenio La Cabaña..... | 30 |
| Figura 12 | Deshidratadora ARFS..... | 30 |
| Figura 13 | Ubicación de las plantas productoras de etanol en El Salvador | 31 |
| Figura 14 | Ubicación de terminales de combustibles de Guatemala en el Pacífico..... | 33 |
| Figura 15 | Ubicación de las terminales de combustibles de Guatemala en el Atlántico..... | 34 |
| Figura 16 | Mapa de ubicación de las destilerías en Guatemala | 35 |
| Figura 17 | Tolerancia de agua en mezclas de gasolina y etanol | 44 |
| Figura 18 | Posibles rutas para alcoholductos en El Salvador..... | 48 |
| Figura 19 | Diagrama de sistema de mezcla en línea gasolina-etanol para cargaderos..... | 50 |
| Figura 20 | Esquema para la producción de etanol en las terminales de combustibles de Guatemala | 53 |

RECONOCIMIENTO

El presente estudio ha sido realizado gracias a la colaboración de las Direcciones de Hidrocarburos de El Salvador y Guatemala así como al aporte de funcionarios del Ministerio de Ambiente de Guatemala. Especialmente se desea reconocer la colaboración y disponibilidad de los Ingenieros Glenda López, Ricardo Andrade y Carlos Echeverría.

De la misma forma, se agradece al Ingeniero William Ulate, Gerente de Proyectos de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) y al personal a su cargo, por la información y experiencias compartidas correspondientes al programa de uso de etanol en Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Durante una gran parte de la historia de la humanidad, el hombre utilizó diferentes tipos de biomasa como fuentes de energía.

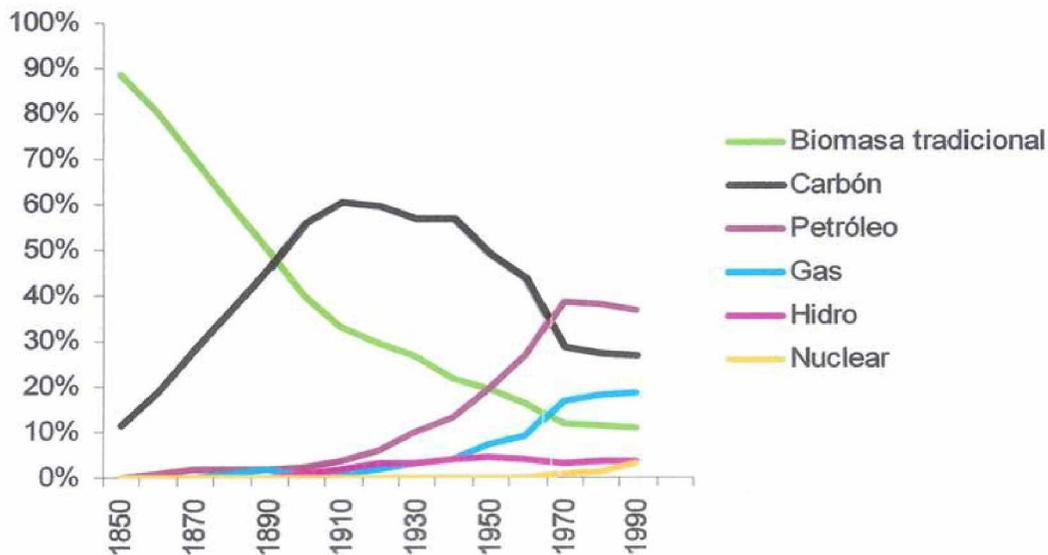
Sin embargo, tal y como se aprecia en el gráfico 1, una vez que se inicia la era industrial, fue necesario contar con fuentes con mayor concentración de energía por kilogramo y que además permitiera abastecer la demanda cada vez mayor de los procesos industriales a un menor costo. Ante esta situación, el uso de fuentes naturales como la leña, se volvió impráctico y se dio paso a la explotación de minas de carbón mineral que permitían aprovechar las grandes reservas de energía almacenadas en el subsuelo.

Posteriormente y conforme se populariza el uso de vehículos con motores de combustión interna, fue necesario contar con combustibles líquidos con lo que se produce un gran impulso al uso de los derivados del petróleo.

Actualmente, la energía fósil que incluye el carbón mineral, el gas natural y el petróleo representa cerca del 90% del suministro de energía mundial, de los cuales cerca de un 40% proviene del petróleo siendo esta la principal fuente de energía en la actualidad.

Gráfico 1

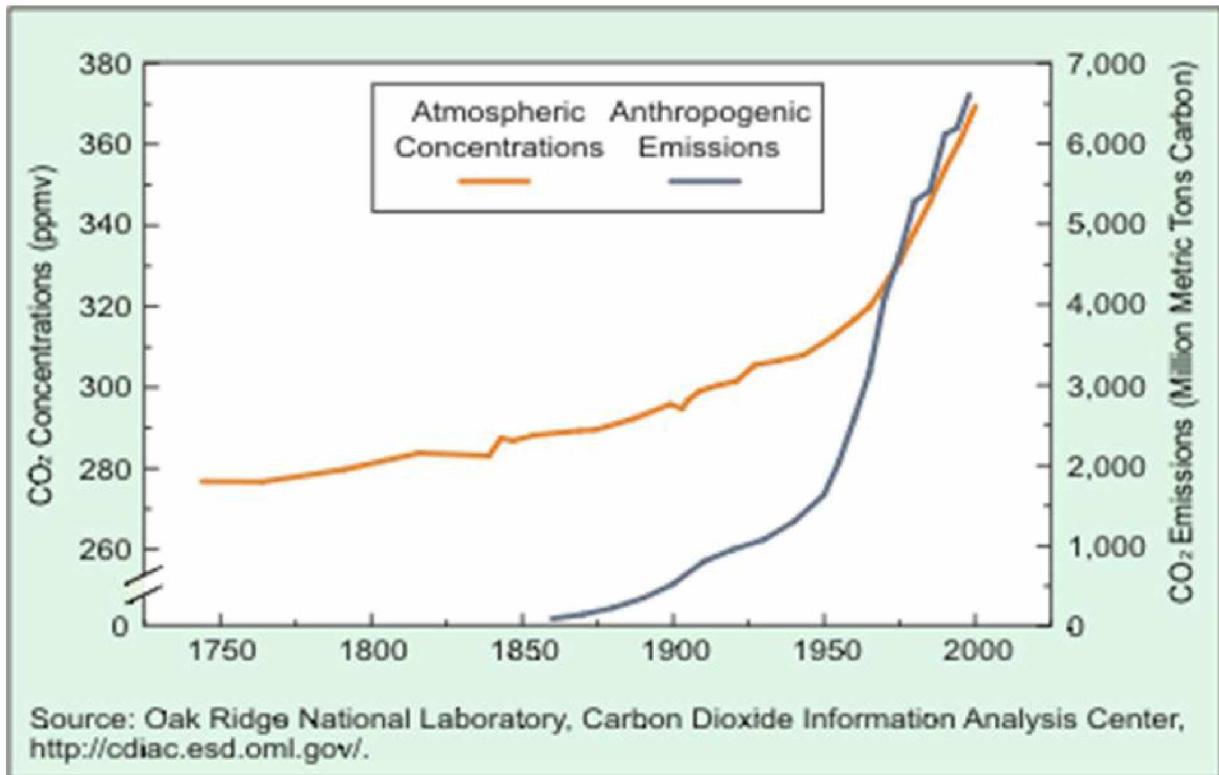
COMPOSICIÓN HISTÓRICA DE LA OFERTA MUNDIAL DE ENERGÍA



Fuente: Hernández, H y J. Islas (2004), "Nuevas energía renovables: Una alternativa energética sustentable para México", Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República de México.

Uno de los primeros efectos adversos derivados del uso de la energía fósil es el aumento en la concentración del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, la cual se puede apreciar en el gráfico 2 y constituye uno de los gases que provocan el conocido efecto invernadero.

Gráfico 2

CONCENTRACIÓN HISTÓRICA DEL CO₂ EN LA ATMÓSFERA

Fuente: Energy Information Administration Brochures (s/f), "Greenhouse gases, climate change an energy, en <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggccebro/chapter1.html>

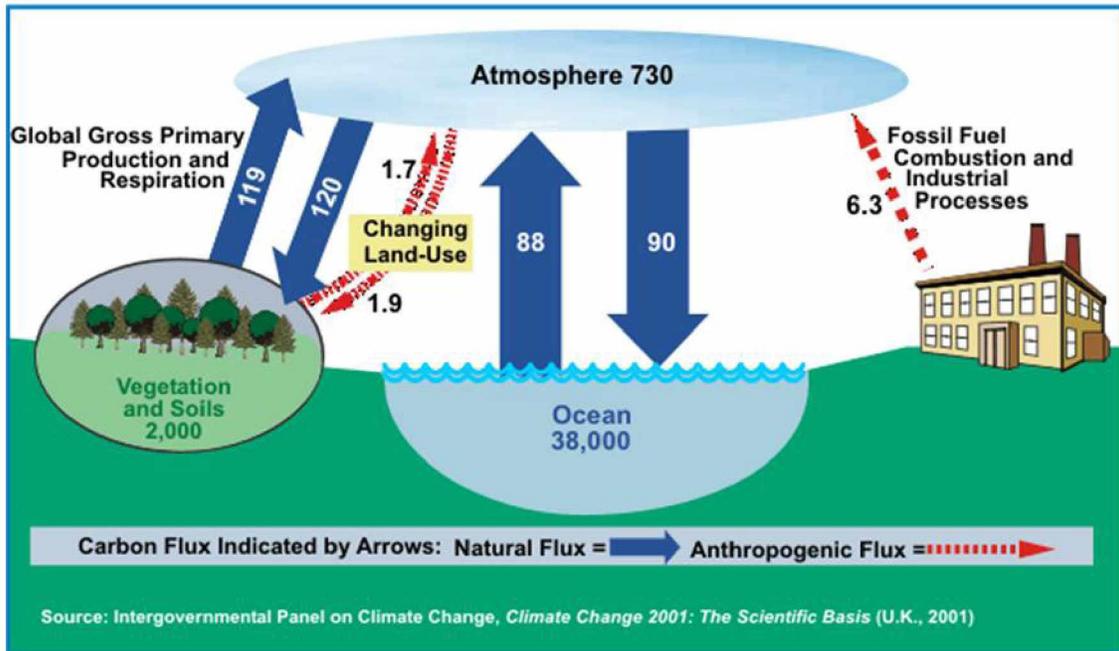
Si bien, tal y como se aprecia en la figura 1, las emisiones de CO₂ provenientes del mar y de las plantas y árboles supera considerablemente las emitidas por las actividades humanas, existe un equilibrio tal que apenas un 50% de las emisiones antropogénicas es retenida en los mares y suelos, mientras que el resto se acumula en la atmósfera por lo que se espera que la concentración de CO₂ siga aumentando en los próximos años.

Actualmente la mayor parte de las emisiones de CO₂ son producidas en los países desarrollados, ya que tal y como se observa en la figura 2, el mayor consumo de energía per cápita se presenta en Norte América y Europa, ya que existe una relación directa entre el consumo de energía y el ingreso per cápita.

A modo de ejemplo; el gráfico 3, muestra el consumo per cápita de petróleo y el ingreso por persona de tres países, notándose que efectivamente entre más ingreso posee un país mayor es su consumo de energía.

Figura 1

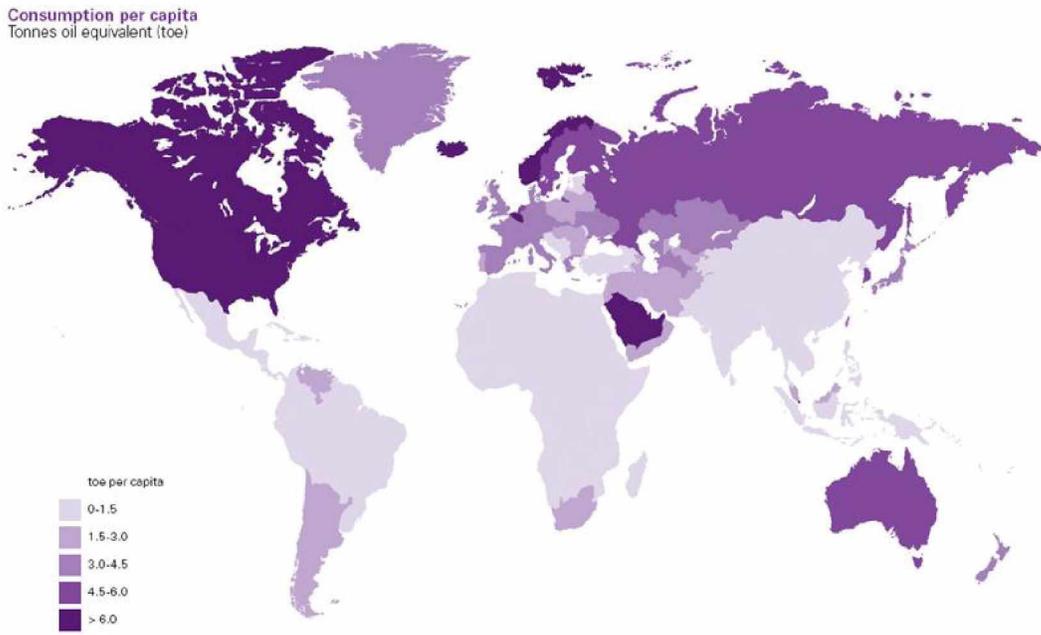
FLUJO DEL CO₂ EN LA ATMÓSFERA



Fuente: Energy Information Administration Brochures (s/f), "Greenhouse gases, climate change an energy, en <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggccebro/chapter1.html>

Figura 2

CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA



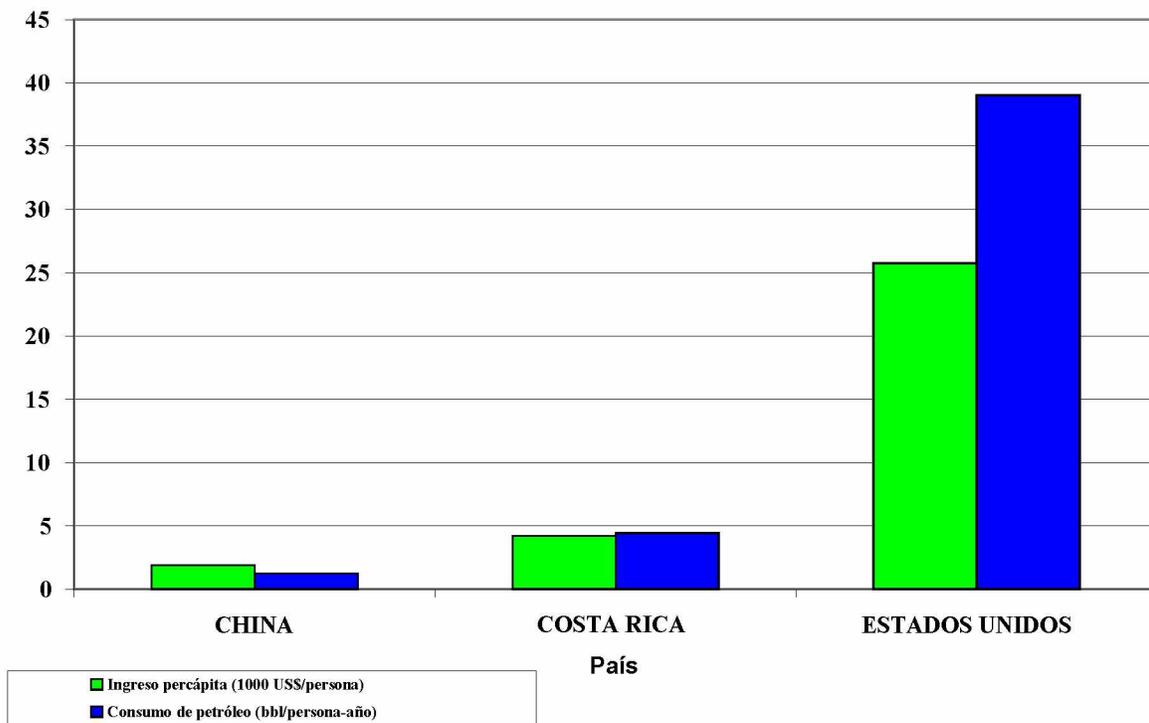
Fuente: British Petroleum (2006), *Statistical Review of World Energy*.

.Debido a que las economías en vías de desarrollo como las centroamericanas y las asiáticas están creciendo significativamente, la Agencia de Administración de la Información Energética de los Estados Unidos (EIA) estima que para el año 2025 tal y como se muestra en el gráfico 4; la mayor parte de las emisiones de CO₂ serán emitidas en países en vías de desarrollo.

Por otro lado, el incremento en el consumo mundial de petróleo, está provocando un aumento en los precios internacionales que a su vez impacta severamente las economías centroamericanas.

Gráfico 3

RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE PETRÓLEO Y EL INGRESO PER CÁPITA
EN VARIOS PAÍSES EN EL AÑO 2004



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y del British Petroleum (2006), *Statistical Review of World Energy*.

En el gráfico 5 se aprecia que del año 2004 al 2005, las divisas requeridas para importar el petróleo y sus derivados en Guatemala y El Salvador, aumentaron un 42% y un 33%, respectivamente.

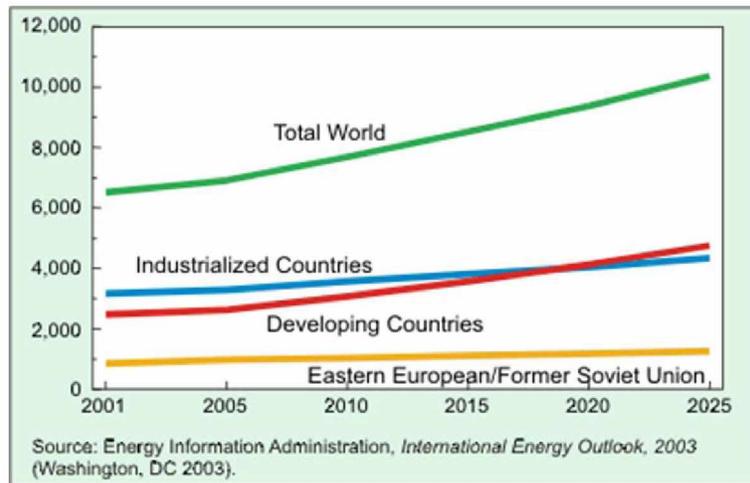
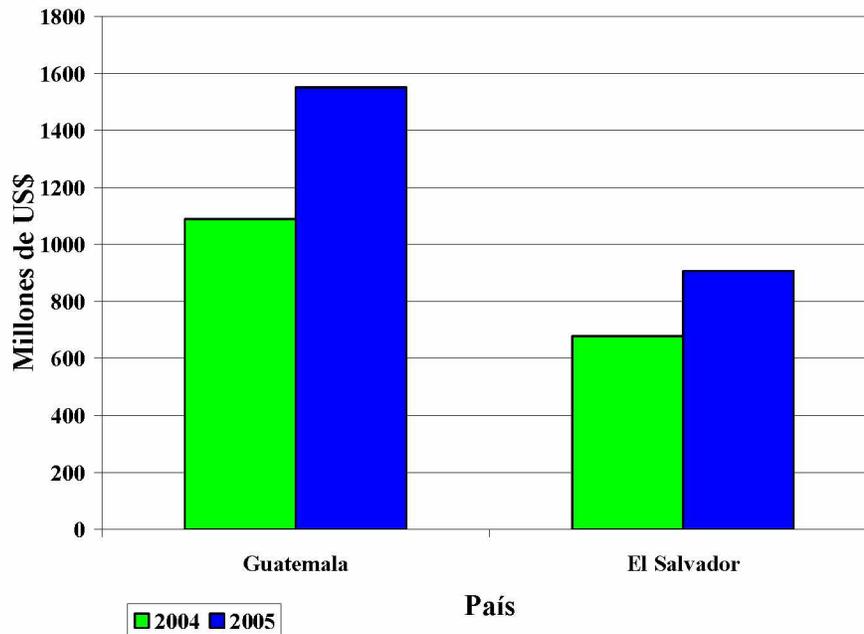
Gráfico 4¹PROYECCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ A LA ATMÓSFERA

Gráfico 5

FACTURA PETROLERA DE GUATEMALA Y EL SALVADOR EN EL AÑO 2004 Y 2005



Fuente: CEPAL (2006), *Istmo Centroamericano: Estadísticas de hidrocarburos, 2005*.

¹ Energy Information Administration Brochures (s/f), <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggcebro/chapter1.html>

A diferencia de otros aumentos en el precio del petróleo cuyo origen se debió a reducciones temporales en la oferta de crudo, los aumentos experimentados en el año 2004 y 2005 obedecieron principalmente al aumento en la demanda mundial de esta fuente de energía.

Es conveniente mencionar además que en el pasado, los aumentos en los precios del petróleo generaron serios problemas económicos en los países en vías de desarrollo debido a que sus economías no fueron capaces de generar las divisas requeridas para la compra del crudo y sus derivados, sin embargo; en la actualidad la situación es completamente distinta ya que en el presente las principales fuentes de divisas de muchos de estos países provienen de remesas, turismo y servicios cuya dependencia del petróleo es relativamente baja.

A pesar de esto, se debe tomar en cuenta que ante crisis futuras que afecten la oferta mundial de petróleo o aumentos sostenidos en la demanda de esta fuente de energía, es de esperar que los precios del crudo aumenten de tal forma que puedan impedir el acceso a servicios básicos como el transporte a una gran parte de la población mundial que vive en condiciones de pobreza.

Ante esta situación está claro que el escenario en donde el desarrollo de las economías emergentes se logra sin considerar fuentes renovables de energía, podría ocasionar severos impactos ambientales y económicos cuyas consecuencias afectarían incluso a los mismos países en vías de desarrollo.

Por esta razón, es recomendable que los programas para el desarrollo sustentable de los países centroamericanos incluyan una reducción de la dependencia energética de las fuentes fósiles mediante la utilización de biocombustibles que sean producidos localmente de tal forma que además de lograr beneficios ambientales, permitan impulsar las economías agrícolas y las zonas rurales en donde generalmente se concentran los problemas sociales.

ANTECEDENTES

En el año 2004, las Naciones Unidas por medio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) realizó el estudio “Perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central”, el cual analizó las condiciones existentes en los países centroamericanos para impulsar el uso de biodiesel y etanol.

Como una de las principales conclusiones derivadas de este estudio se tiene que el uso de etanol presenta mejores posibilidades que el biodiesel debido principalmente al área sembrada de caña de azúcar existente en los países centroamericanos.

Igualmente este informe menciona que la cantidad de melaza que se obtiene como subproducto de la producción actual de azúcar y que podría utilizarse en la producción de etanol es suficiente como para obtener el alcohol requerido para sustituir hasta un 5,4% del consumo de gasolinas en Centroamérica.

De igual forma, el estudio citado indica que es necesario incrementar el área sembrada de caña de azúcar en un 16% con el fin de contar con la materia prima necesaria para producir el etanol requerido para sustituir el 10% de las gasolinas. En este caso, el etanol se obtendría tanto a partir de la melaza como del azúcar.

El estudio también clasifica los países de acuerdo con su potencial para la introducción de mezclas de gasolina con alcohol (gasohol) agrupando por un lado a Costa Rica, El Salvador y Guatemala como los países con mayor potencial y a Nicaragua, Honduras y Panamá en un segundo nivel.

Tomando en cuenta estas conclusiones, los Directores de Hidrocarburos de Centroamérica y la CEPAL, elaboraron un programa de actividades con el fin de impulsar el uso de etanol como combustible en la región, el cual ha sido patrocinado por el Gobierno de la República de Italia.

Como parte de las acciones a realizar se contempla la necesidad de determinar la infraestructura y la logística de canales de distribución del etanol y el gasohol.

Debido a que en Costa Rica el programa de gasohol está bastante adelantado, se consideró necesario determinar la infraestructura requerida únicamente en El Salvador y Guatemala, para lo cual se contrataron los servicios de un consultor que además de evaluar la infraestructura existente, realizara una inspección a una muestra de seis estaciones de servicio en cada país para determinar si están en condiciones de almacenar y vender el gasohol adecuadamente, para lo cual se programó una misión de cuatro días a cada país con el fin de realizar las inspecciones.

Como parte de la agenda propuesta para las misiones a cada país se consideró conveniente incluir reuniones con los diferentes sectores que se verían involucrados en un futuro programa de gasohol:

- Automotriz
- Estaciones de Servicio
- Petroleras
- Gobierno
- Sector azucarero

Dentro de los objetivos de las reuniones sostenidas con cada uno de los sectores se incluyó un análisis de las tendencias actuales y su impacto en las necesidades de infraestructura de un eventual programa de gasohol

Adicionalmente, se consideró conveniente evaluar los cambios que se han presentado desde la realización del estudio de Perspectivas del programa de biocombustibles de la CEPAL hasta la fecha, lo cual será discutido en la siguiente sección.

I. TENDENCIAS ACTUALES EN LOS SECTORES AUTOMOTRIZ, AZUCARERO Y DE COMBUSTIBLES

Debido a las causas expuestas en la introducción, existen programas para el uso de etanol en todos los continentes.

Recientemente, el presidente de Los Estados Unidos de América, George Bush, dentro de su discurso anual sobre el estado de la Unión, planteó como objetivo reducir en un 20% el consumo de gasolina en este país mediante el uso de combustibles alternativos.²

De la misma forma, tal y como se observa en la figura 3, en muchos países se están implementando programas para la utilización de etanol en gasolinas que van desde mezclas con 5% de alcohol hasta más del 10%.

Esta situación podría provocar un impulso en el uso de etanol como combustible de tal magnitud, que tal y como se aprecia en el gráfico 6, la producción de etanol que sería utilizada con este fin aumentaría alrededor de un 50% en los próximos cinco años.

Figura 3

PROGRAMAS PARA EL USO DE ETANOL EN GASOLINAS EN VARIOS PAÍSES

| Hasta un 5% de etanol | Hasta un 10% de etanol | Más de un 10% de etanol |
|--|---|--|
| Union Europea India Filipinas Ecuador Bolivia Vietnam Japón | Estados Unidos, Canadá, China, Tailandia, Sudáfrica, Etiopía, Nigeria, Australia, Perú, Colombia Venezuela, Jamaica República Dominicana | Brazil * Paraguay Mawi Estados Unidos * Canadá * Suecia * Reino Unido * |

* Países en donde existen vehículos flex fuel

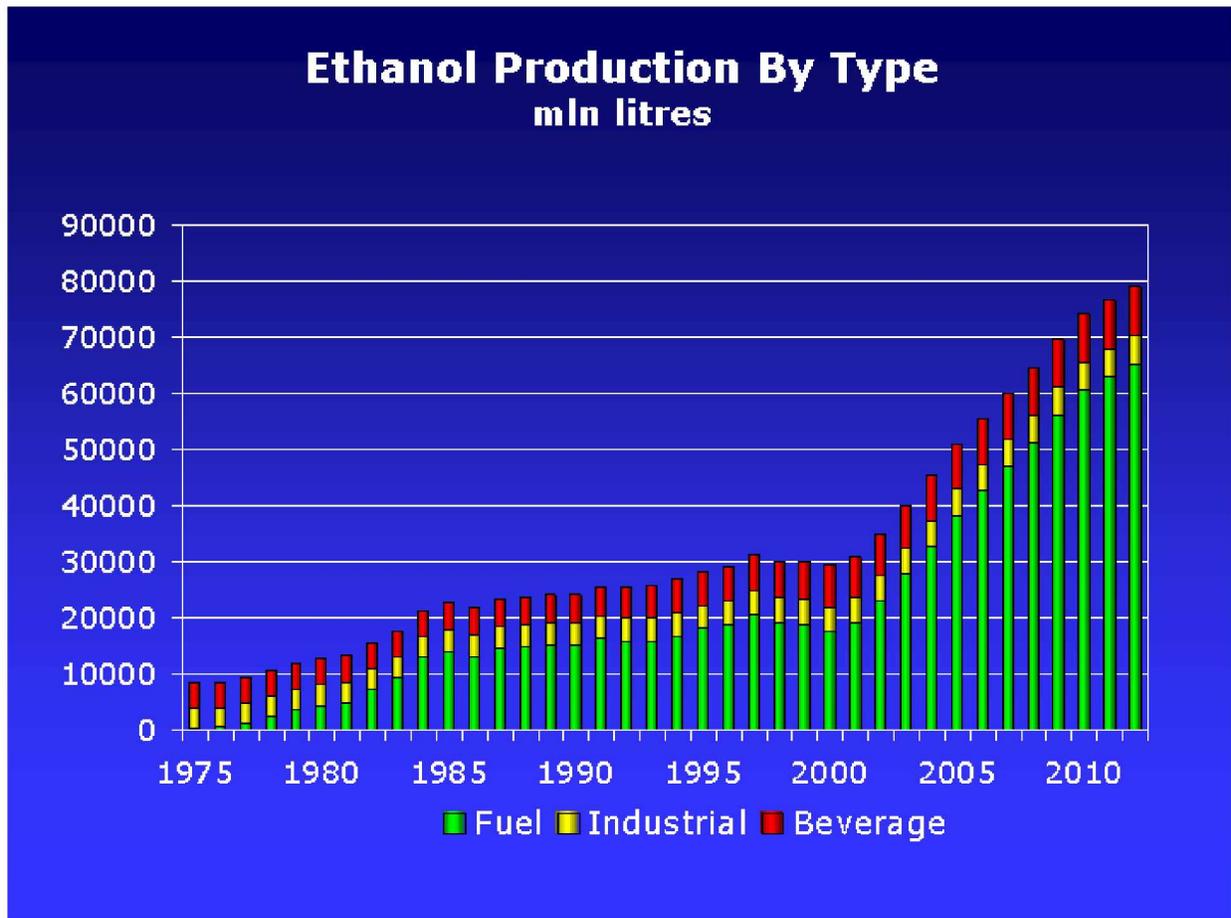
Fuente: Carvalho, E. (2006), "Outlook on Ethanol".

Esta tendencia además, está contribuyendo a que el precio internacional del etanol tienda a subir de tal forma que como se indica en el gráfico 7, el mismo pasó de 140 centavos de dólar por galón a casi 240 en tan solo 18 meses, mientras que de acuerdo con el gráfico 8 en el mismo periodo el precio de las gasolinas prácticamente regresó al mismo nivel.

² Ullet, Lisbet y Agencias Internacionales, 2007.

Gráfico 6

PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ETANOL



Fuente: Berg, Ch. (2004), "World Fuel Ethanol Analysis and Outlook".

Si bien este aumento en el precio del etanol obedece a muchos factores que afectan directamente el precio del azúcar y el maíz, es de esperar que un aumento en la demanda mundial de etanol tienda a incrementar el precio de este biocombustible.

El uso de etanol en las gasolinas también ha afectado al sector automotriz en donde los fabricantes de vehículos han realizado modificaciones con el fin de que sus modelos estén en capacidad de consumir gasolinas con altos contenidos de etanol. Incluso, se han desarrollado modelos como el Flex Fuel que pueden consumir tanto, gasolinas con etanol como alcohol hidratado.

Gráfico 7

PRECIO HISTÓRICO DEL ETANOL

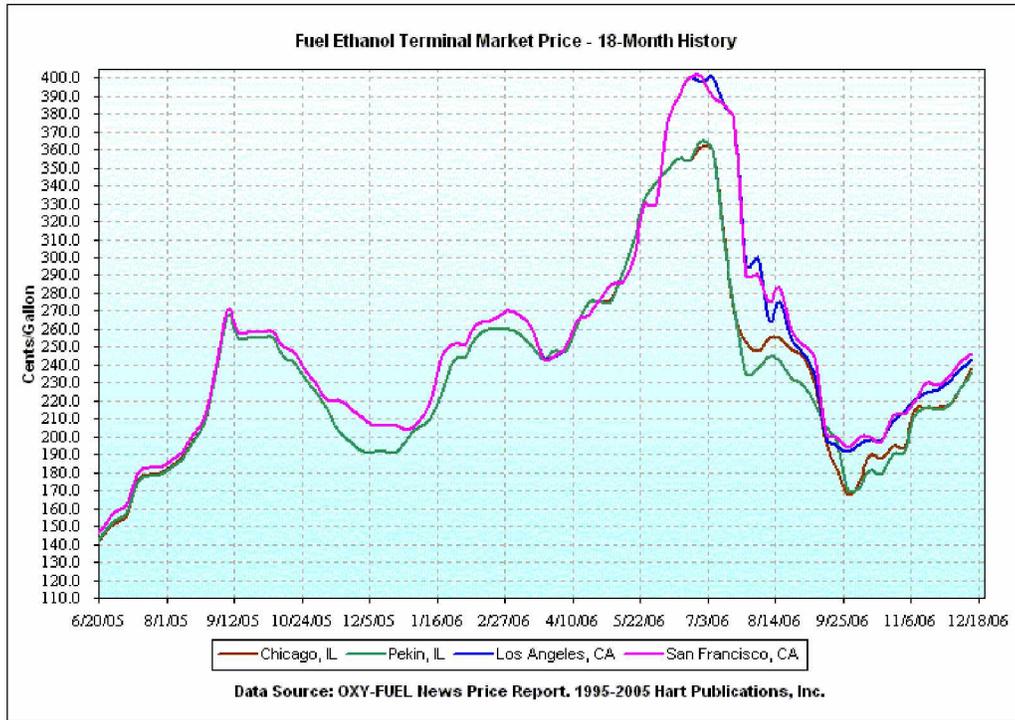
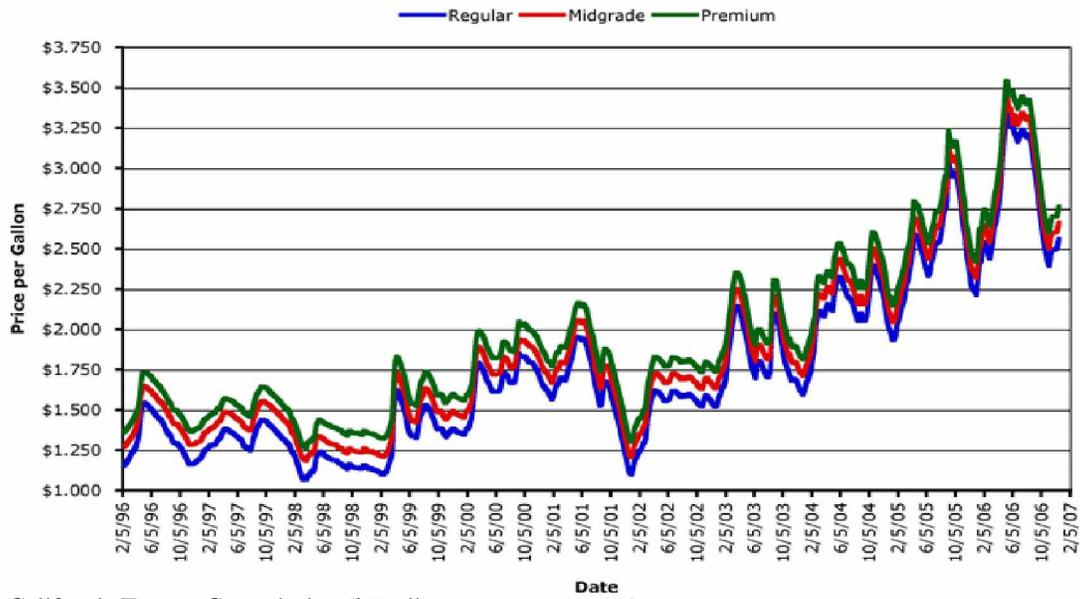


Gráfico 8

PRECIO HISTÓRICO DE LA GASOLINA EN CALIFORNIA



Fuente: California Energy Commission (<http://www.energy.ca.gov>)

La figura 4, muestra que en la actualidad, los vehículos nuevos están en capacidad de consumir gasolinas con hasta un 10% de etanol sin tener que realizar cambios en los motores.

Por otro lado, así como el consumo mundial de petróleo ha aumentado, también se ha experimentado un crecimiento en la demanda de azúcar que a su vez ha impulsado los precios de este producto.

En el gráfico 9 se observa que en los últimos 18 meses, el precio del azúcar ha aumentado alrededor de un 42%, lo cual en caso de que esta tendencia se mantenga podría impulsar el crecimiento de la actividad azucarera en Centroamérica, lo que a su vez incrementaría la disponibilidad de melaza para la producción de etanol.

Adicionalmente, expertos internacionales que participaron en el Foro Económico Mundial del 2007 en Davos, Suiza, han señalado que la región de América Latina es la mejor preparada para producir biocombustibles debido principalmente a su baja densidad de población.³

Figura 4

NECESIDAD DE MODIFICACIÓN EN LAS DIFERENTES SECCIONES DE UN MOTOR CON EL CONTENIDO DE ETANOL EN LA GASOLINA

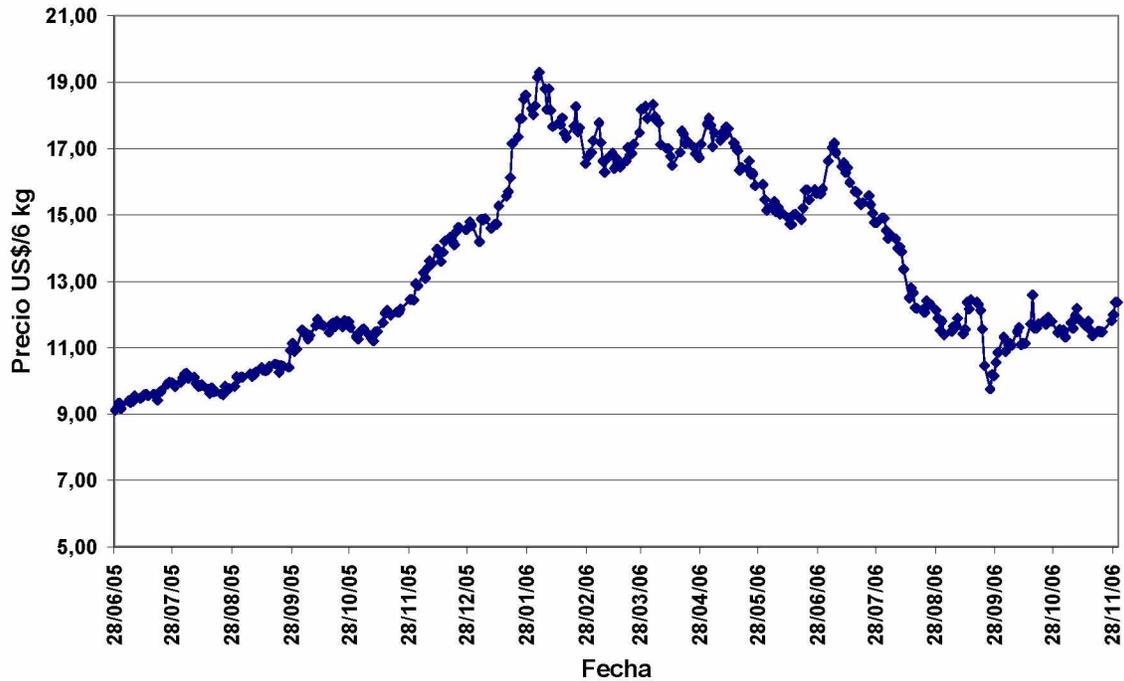
| Contenido de Etanol en el combustible | Carburador | Inyectores de Combustible | Bomba de Combustible | Dispositivos de control de presión | Filtro de Gasolina | Sistema de Ignición | Sistema Evaporativo | Tanque de combustible | Convertidor catalítico | Motor | Aceite del Motor | Manifold | Sistema de gases de escape | Sistema de arranque en frío |
|---------------------------------------|---|---------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-------|------------------|----------|----------------------------|-----------------------------|
| < 5% | Cualquier Vehículo | | | | | | | | | | | | | |
| 5 ~ 10% | Para Flotas de 10 a 15 años de antigüedad | | | | | | | | | | | | | |
| 10 ~ 25% | Vehículos con diseños especiales | | | | | | | | | | | | | |
| 25 ~ 85% | | | | | | | | | | | | | | |
| > 85% | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Joseph, H. (2006), "Etanol & Flex Fuel Vehicles".

³ Ullet, Lisbeth y Agencias Internacionales (2007).

Gráfico 9

Precios Históricos del azúcar



Fuente: New York Board of Trade, (<http://www.nybot.com/>)

De lo anteriormente expuesto, se puede concluir que las circunstancias actuales y las tendencias de los últimos meses favorecen considerablemente al sector azucarero centroamericano.

Ante esta situación, este sector podría ver favorecida su actividad complementándola con la producción de etanol.

Por lo anterior, está claro que en los últimos dos años se han presentado situaciones en el mercado internacional que permiten impulsar los programas de producción y uso de biocombustibles en Centroamérica.

Sin embargo, es conveniente que a la hora de determinar la infraestructura necesaria para la preparación y distribución del gasohol, se consideren otros escenarios que en caso de presentarse podrían demandar infraestructura adicional.

II. OBJETIVOS Y SUPUESTOS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO

Este estudio tiene como objetivos:

- a) Identificar las instalaciones industriales requeridas y los posibles actores para la comercialización y consumo del bioetanol, en particular en el tema del mezclado alcohol-gasolina, así como los medios de transporte en El Salvador y en Guatemala.
- b) Evaluar preliminarmente las estaciones de servicio de El Salvador y Guatemala con el fin de identificar su estado físico con respecto a la recepción de gasohol.

Para lograr lo anterior, se realizaron reuniones con las Direcciones de Hidrocarburos de ambos países en las cuales se definieron las siguientes consideraciones:

i) Contenido de etanol en gasolinas. Se consideró que la evaluación debe considerar un contenido máximo de etanol en las gasolinas de un 10%.

ii) Oferta de gasolinas. Se considerará que en ambos países todas las gasolinas comercializadas en la actualidad contendrán etanol y que el número de productos ofrecidos se mantiene, en otras palabras; no se introducirá una nueva gasolina de tal forma que las estaciones de servicio no tendrán que realizar inversiones adicionales para la venta de las gasolinas con etanol.

iii) Procedencia del etanol. En este caso se plantea la necesidad de que el gasohol sea ofrecido todo el año por lo que se plantean dos escenarios. En el primero, el etanol es producido localmente mientras que en el segundo se considera la infraestructura necesaria para importar el alcohol.

Con este supuesto, se pretende detectar las inversiones necesarias para lograr el éxito del proyecto y que el mismo no fracase debido a un eventual desabastecimiento de etanol producido por un aumento en los precios del azúcar o una reducción en el precio de las gasolinas.

iv) Oferta de alcohol hidratado. Si bien existe la posibilidad de utilizar el alcohol hidratado como combustible sin mezclarlo con gasolinas, debido a que esta alternativa requiere una renovación del parque automotor y la introducción de tecnologías automotrices como el Flex Fuel no se considerará dentro de los alcances de este estudio.

III. EXPERIENCIAS PREVIAS EN EL USO DE ETANOL EN GASOLINAS

Antes de analizar la infraestructura que se requiere en Guatemala y El Salvador para la preparación, mezclado y distribución del gasohol, es conveniente describir proyectos similares que se están ejecutando con el fin de conocer los problemas que se han experimentados y tomarlos en cuenta en la definición de las estrategias a seguir en los eventuales proyectos de uso de etanol en gasolinas en ambos países.

Por esta razón, a continuación se describen tanto la experiencia de un proyecto piloto que se está ejecutando en Costa Rica como el sistema utilizado en Brasil desde hace más de 15 años.

1. Plan piloto en Costa Rica de manejo de etanol y mezcla de gasolina-etanol

En los años ochenta se presentó una crisis petrolera mundial derivada de una reducción en la oferta de crudo que provocó que los precios del petróleo llegaran a valores tales que actualmente equivaldrían a los US\$ 90/bbl.

Esta situación impulsó un programa en Costa Rica dirigido a la sustitución del petróleo por otras fuentes alternas de energía. Para esto se copió el esquema brasileño y se inició un programa de uso de etanol en la gasolina con 20% de mezcla. Esto hace que Costa Rica invierta en infraestructura de etanol construyéndose plantas de producción de alcohol y deshidratación. Al caer los precios del petróleo en la segunda mitad de los años ochenta, el proyecto es descontinuado pero queda una infraestructura suficiente para el comercio internacional de alcohol que se mantiene hasta el presente.

En el año 2004 se inicia un nuevo proceso de sustitución de petróleo por fuentes alternas, donde el etanol juega un papel primordial. Pero el enfoque del mismo busca no sólo reducir la dependencia petrolera de Costa Rica, sino también los efectos ambientales producidos por el consumo de fuentes fósiles de energía descrito en la introducción.

Costa Rica presenta varias condiciones que favorecen la introducción de mezclas de etanol con gasolina.

Por un lado, el estado tiene el monopolio de la importación, refinación y venta a granel de los combustibles derivados del petróleo, por lo que los actores de decisión se reducen a dos: RECOPE, empresa pública que administra el monopolio del estado y el sector cañero, liderado por Laica, que ha desarrollado una gran experticia en el manejo de etanol, tanto nacionalmente como internacionalmente.

El estado decide tomar la iniciativa y con su empresa estatal inicia un programa consistente de introducción del etanol en Costa Rica.

RECOPE inicia un primer Plan piloto en enero de 2005 con una flota de 30 vehículos propios que durante seis meses y con un recorrido mínimo de 3.000 kilómetros, demuestran que la gasolina con etanol al 10% no representa un problema para el parque automotor costarricense y que más bien las emisiones perjudiciales a la salud pública se ven disminuidas.

Con estos primeros resultados, RECOPE hace un convenio de cooperación con Petrobrás, la compañía estatal brasileña, diseñando un Plan piloto regional en el Pacífico Central y la provincia de Guanacaste que representa el 12,5% del consumo nacional de gasolina regular.

Actualmente, RECOPE realiza la distribución de los combustibles a través de sus cuatro terminales de distribución (Moín, Barranca, El Alto de Ochomogo y Garita) y dos aeropuertos (Aeropuerto Juan Santamaría y el Aeropuerto Daniel Oduber), interconectados por una red de poliductos.

El plan piloto de la producción de la gasolina regular con etanol anhidro se desarrolla en la Terminal de Distribución de Barranca, RECOPE en Puntarenas, donde se distribuyen los combustibles para el sector del Pacífico Central y la provincia de Guanacaste.

Este plan piloto tiene como objetivo evaluar la logística del manejo de la mezcla de la gasolina regular junto con el etanol anhidro, con el fin de medir la capacidad real de las operaciones involucradas: transporte del etanol, mezclado con gasolina, venta a granel, transporte al punto de consumo y grado de confianza del distribuidor y consumidor final.

a) Producto del plan piloto

Para realizar la mezcla, se utiliza gasolina regular de 90 RON la cual es mezclada con etanol anhidro en un rango del 7% al 10%. El producto final de esta mezcla debe cumplir con la norma nacional para gasolina regular. El alcohol anhidro es etanol al 99.3% de pureza, de tal manera que el producto final se comercializa siempre como gasolina regular con un porcentaje de oxígeno no mayor al 2.8%.

b) Distribuidores y consumidores

Los distribuidores y consumidores a los cuales se les suministrara el producto en el plantel Barranca son los siguientes:

- Estaciones de servicio (64)
- Clientes directos (industria, transporte masivo de personas, etc.)
- Distribuidores sin punto fijo (Peddlers)
- Pescadores

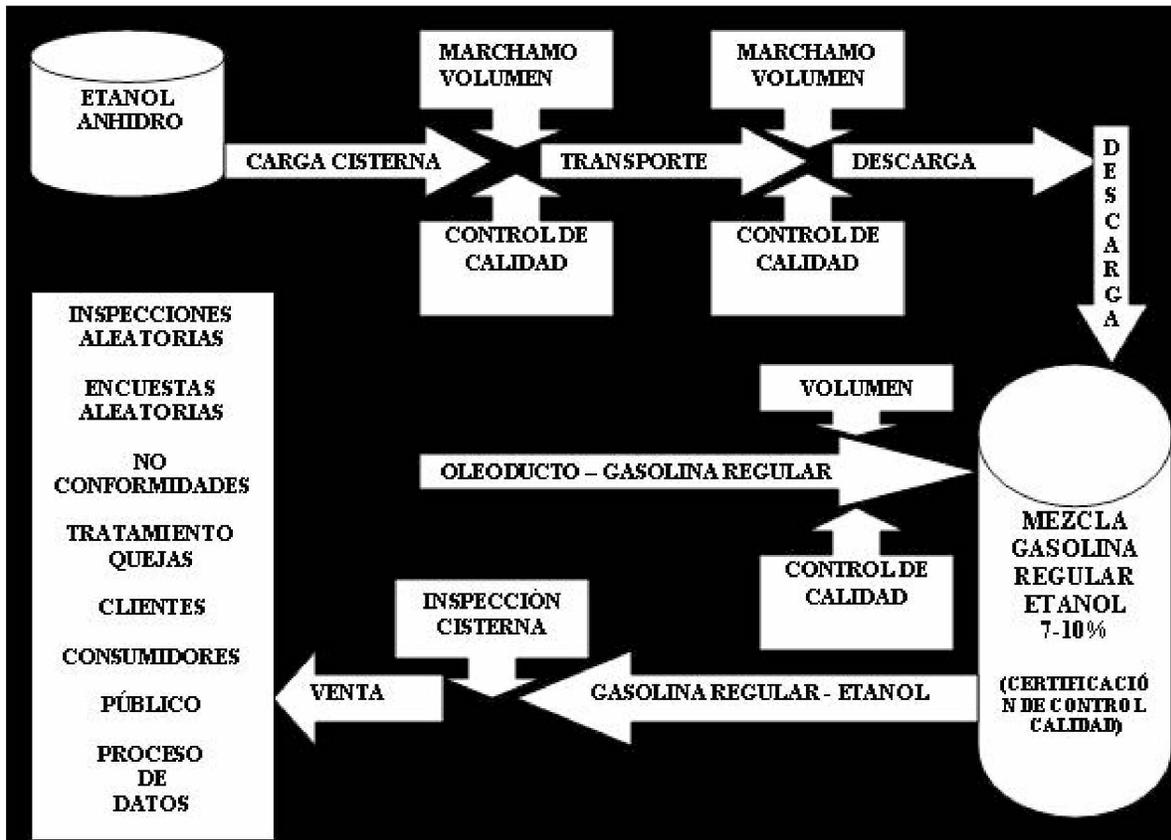
El mercado que cubre el plan piloto en Barranca es del 12.5% del consumo nacional de gasolina regular.

c) **Proceso de mezclado, distribución y venta final**

Tal y como se aprecia en la figura 5, el proceso se compone de varias etapas:

Figura 5

PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA GASOLINA REGULAR CON ETANOL



Fuente: Gerencia de Mercadeo y Distribución, RECOPE

i) El etanol se carga en cisternas en las instalaciones del proveedor donde se le realizan pruebas de calidad y volumen.

ii) Se transporta por cisternas aptas para alcohol anhidro hasta el plantel Barranca. Antes de descargar la cisterna de etanol al tanque de gasolina, se realizan pruebas de calidad y volumen.

iii) La gasolina se recibe por oleoducto con especificaciones de gasolina regular y antes de entrar al tanque pasa por filtros separadores que mantienen los niveles de agua por debajo de 5 ppm.

iv) La mezcla se realiza en el tanque de gasolina después de que las características del alcohol y la gasolina han sido analizadas con el fin de calcular las proporciones de ambos productos.

v) La mezcla es realizada por el método de recirculación del tanque, tomándose muestras periódicamente hasta que el tanque este homogéneo.

vi) Terminado el mezclado se envían muestras a control de calidad para que certifique el producto bajo las normas de gasolina regular.

vii) Antes de cargar la cisterna en el cargadero de RECOPE el cargador junto con el chofer revisan que los compartimentos estén libres de agua y sedimentos, los respiraderos y la empaquetadura de los “manholes” estén en buen estado y drenan las tuberías de descarga del compartimiento(os). Si alguno de estos aspectos no están conformes o si existen riesgos para realizar la maniobra, el cisterna no es cargado y se retira de las instalaciones de RECOPE. Para ello se hace una nota de advertencia al chofer con copia al dueño de la cisterna y al cliente a quien pretendía transportar el producto. Esta revisión se realiza por cada carga de gasolina regular, las veces que ingrese la cisterna.

viii) Si una cisterna rechazada por el procedimiento del punto 8 desea ingresar a cargar, antes de entrar al patio de espera, debe pedir por escrito al inspector de patio la inspección en el sitio de espera a la entrada del plantel. Si el resultado de la inspección es positiva, el cisterna podrá ingresar con autorización escrita del inspector de patio, si es negativa permanece la prohibición de ingreso.

ix) A cada cisterna que transporta gasolina regular, el cargador le toma una muestra de 50 ml del producto en una probeta y hace una prueba abreviada de porcentaje de alcohol (ver detalle en anexo I), la cual anota en la orden de entrega, tanto en el original como en las copias. El agua de la prueba es desechada en el sistema de aguas oleaginosas y la gasolina regular restante se vierte al compartimiento de la cisterna de gasolina regular.

x) En la liquidación de la factura el facturador anota en observaciones el porcentaje de alcohol informado en la orden de entrega.

xi) A la salida el guarda verifica que las características de la cisterna y los marchamos sean los consignados en la factura. Además, debe inspeccionar que la colocación de los marchamos y sus datos sean los correctos. Si hay diferencias o dudas, la cisterna es regresada al patio de espera y reportado por escrito al inspector de patio y el supervisor de facturación, estos analizan la situación y deciden si autorizan la salida, inspeccionan volúmenes, devuelven el producto al tanque a través de sumidero del poliducto o cualquier otra acción pertinente. Cada vez que esto sucede, el inspector de patio junto con el supervisor de facturación, realizan un reporte detallado de lo sucedido y justifican minuciosamente sus decisiones.

d) Recibo en los tanques del distribuidor y consumidor

El aspecto más importante a cuidar en el recibo de gasolina con alcohol es el agua libre:

i) Todas las mañanas, preferiblemente entre las 5 y 6 a.m., se verifica que el tanque de almacenamiento este libre de agua en el fondo, por los métodos de pasta detectora de agua. Si se encuentra agua, se extrae por medio de una bomba manual.

ii) Antes de depositar el producto al tanque de almacenamiento, se dispone del área de seguridad de descarga según las normas vigentes, se revisa la cisterna, volumen, agua libre en el fondo por pasta detectora, se drenan completamente las tuberías de descarga de la cisterna y se verifica la no presencia de agua. Se mantienen siempre los “manholes” de la cisterna cerrados y se asegura que los respiraderos de la cisterna y el tanque de almacenamiento funcionen. Se mide el tanque de almacenamiento antes y después de la descarga de la cisterna para verificar el volumen de compra. La caja de registro donde se encuentra la boca de llenado del tanque de almacenamiento debe estar libre de agua y sedimentos (suciedad), si no es así, se procede con su limpieza antes de la descarga de la cisterna

iii) Es recomendable hacer la prueba de contenido de alcohol antes del vaciado de la cisterna, para lo cual debe tener como único instrumento una probeta calibrada de 100 ml.

iv) El acople al cisterna y a la boca del tanque de almacenamiento deben ser completamente herméticos. Se recomienda que los acoples de la cisterna, mangueras de descarga y boca del tanque de almacenamiento sean del tipo seco, estos además deben garantizar la hermeticidad y la imposibilidad de ingreso de agua en cualquier condición lluviosa, con lo que se obtiene una mayor seguridad contra manipulaciones indebidas de producto.

v) Si durante el proceso de carga se presenta la lluvia, los puntos de descarga de la cisterna y el tanque de almacenamiento se cubren con lonas o sombrillas, de tal manera que se evite el ingreso de agua. Los “manholes” del tanque de almacenamiento permanecen cerrados siempre durante la descarga.

vi) Periódicamente se toman muestras del surtidor para pruebas de alcohol.

vii) En caso de inconformidades o dudas del producto, se llama al número telefónico identificado para atender estos casos.

e) Descripción de las Instalaciones

El plan piloto se ubica en el Plantel Barranca, en la provincia de Puntarenas, el cual cuenta con un poliducto (figura 6a) por donde se recibe la gasolina regular, además posee tres tanques de almacenamiento (figura 6b), dos de un millón de litros y uno de tres millones de litros. Los tanques son herméticos con techo flotante y válvula de presión positiva.

El etanol anhidro se recibe en un descargadero de cisternas con mangueras de acople seco (figura 6c) y dos bombas que conectan a un sistema de tuberías por donde fluye el alcohol al tanque de recibo (figura 6d). Este sistema de tuberías también es utilizado para la recirculación requerida para el mezclado. El área de recibo por poliducto es otro sistema de tuberías con válvulas de control, filtros y tanque sumidero para el recibo de la gasolina regular (figura 6e).

Adicionalmente, se cuenta con un cuarto de control de poliducto (figura 6f) y un laboratorio de control de calidad para las pruebas de control y ensayo de la gasolina, el alcohol y la mezcla.

Para la venta se tiene un patio de recibo de cisternas, una oficina de facturación, dos cargaderos y un sistema de bombeo y medición de volumen cargado.

Las instalaciones en Barranca tienen adicionalmente un sistema contra incendios, carretillas de espuma, centro médico, talleres de mantenimiento, oficinas administrativas y un sistema de vigilancia por casetillas con guardas y malla ciclón.

Figuras 6 (a al f)
INSTALACIONES DEL PLANTEL BARRANCA



Fig. 6a. Poliducto



Fig. 6b. Tanques de almacenamiento



Fig. 6c. Acoples Secos



Fig. 6d. Bomba de descarga



Fig. 6e. Área de recibo de gasolinas



Fig. 6f. Control de Poliducto

2. La infraestructura brasileña utilizada para producción de gasohol

En Brasil se tiene todo un sistema logístico muy bien consolidado, producto de 40 años de investigación y desarrollo en el uso de etanol como combustible, ya sea al 100% o con mezcla de 20 a 25% en la gasolina.

La tecnología vehicular ha sido desarrollada por Brasil específicamente para el manejo de gasolina con etanol, al punto que actualmente se produce en gran escala el vehículo “Flex Fuel” que permite cualquier rango de mezcla de etanol con gasolina, desde 0% hasta 100%.

a) Estructura de producción y distribución de combustibles

El país en el año 2006 alcanzó la independencia energética y dentro de su matriz está los derivados del petróleo y biocombustibles como las principales fuentes de energía, principalmente en el sector transporte. La logística de producción y distribución cuenta con la siguiente infraestructura:

- 15 refinerías
- 3 centrales petroquímicas
- 300 ingenios y destilerías de etanol anhidro y deshidratado
- 156 importadoras
- 272 distribuidoras
- 33,620 estaciones de servicio
- 759 compañías de transporte de combustibles por cisterna

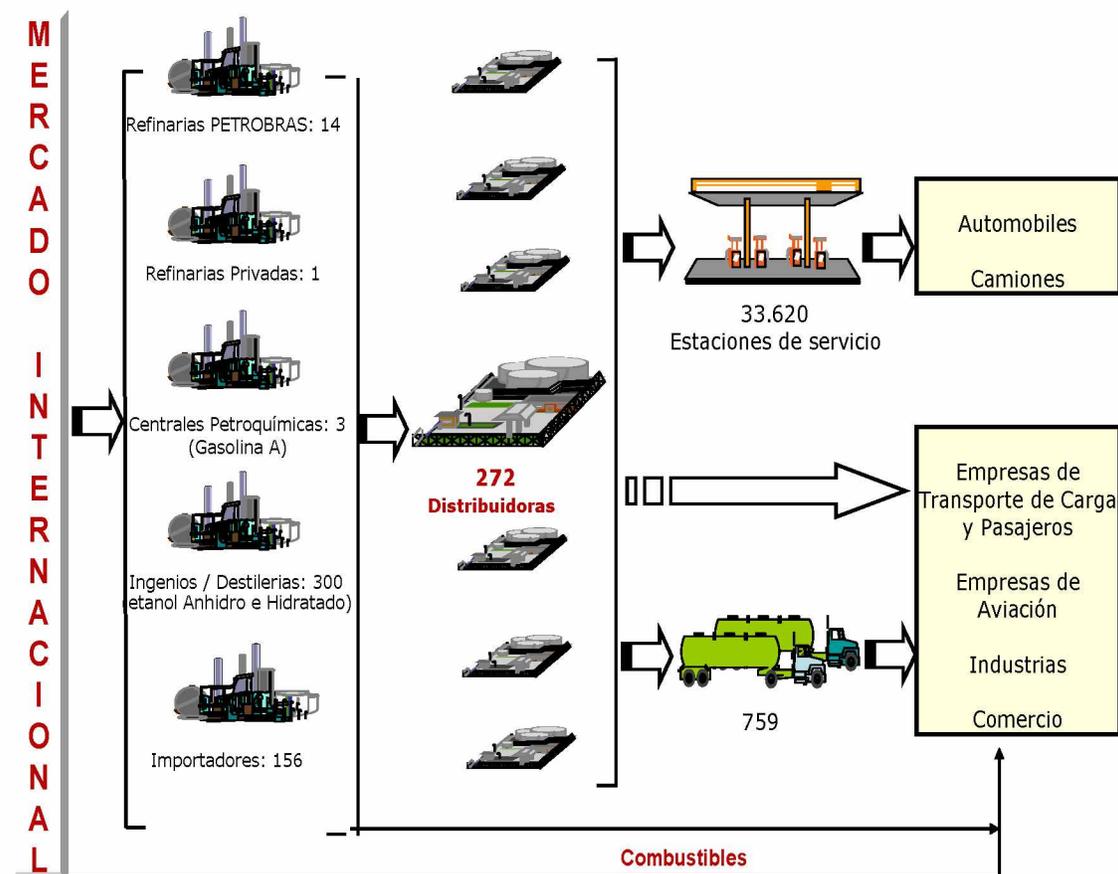
La logística del país es la siguiente:

- i) Las importadoras, refinerías, ingenios, destilerías y petroquímicas se dedican a la producción y suplen a las grandes distribuidoras.
- ii) Las grandes distribuidoras compran a precios libres de mercado a las productoras e importadoras y venden al los grandes consumidores y estaciones de servicio con un margen de comercialización regulado.
- iii) Los grandes consumidores utilizan los combustibles para auto consumo y les es prohibido la comercialización.
- iv) Las estaciones de servicio compran a las grandes distribuidoras y venden al consumidor final a precios libres de mercado pero regulado por un tope.
- v) Los márgenes de comercialización, volúmenes mínimos y máximos y precio final al consumidor son fiscalizados por equipos técnicos especializados de la Agencia Nacional del Petróleo.

La carga tributaria es compleja pues hay impuestos federales, estatales y municipales.

Figura 7

DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN BRASIL PARA LA DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES



b) Tecnología de preparación de la gasolina con etanol en terminales de distribución

Para realizar la mezcla de gasolina con etanol se tienen dos filosofías de operación y logística:

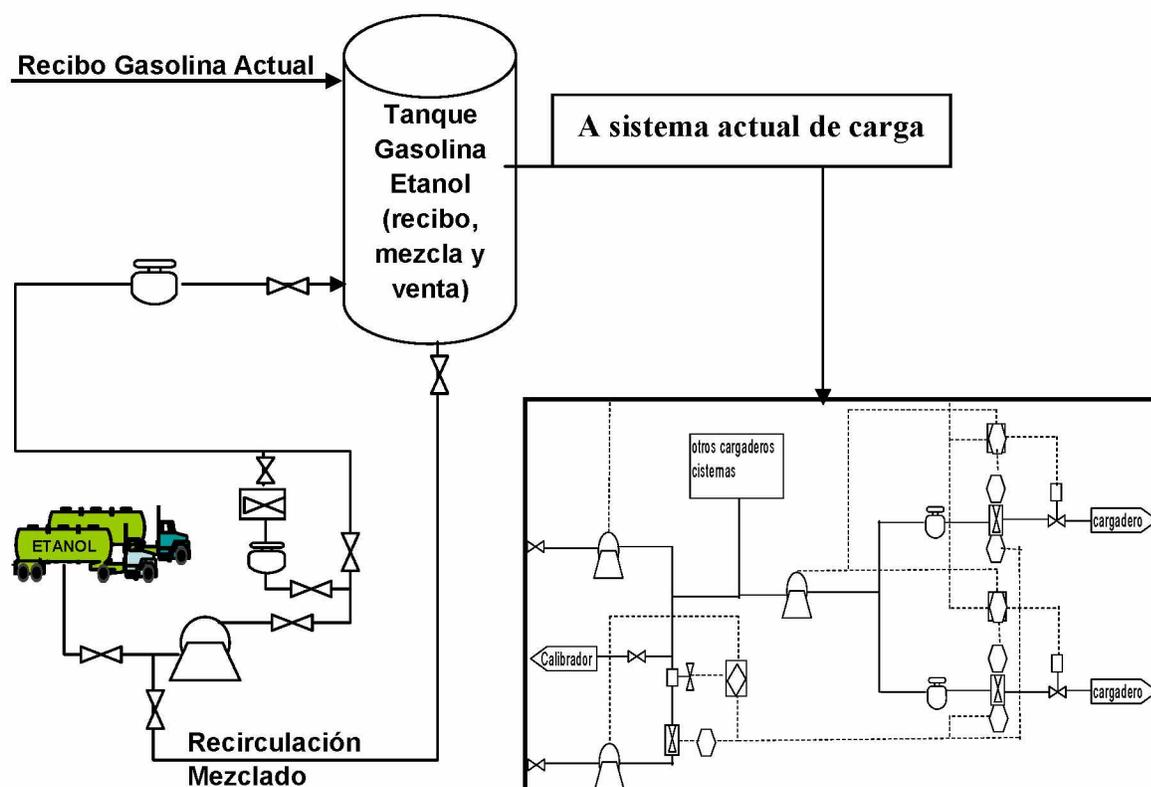
- Mezcla en tanque
- Mezcla en línea

La mezcla en tanque consiste en tener tres grupos de tanques: gasolina, etanol y mezcla-entrega. En un sistema de este tipo la inversión más fuerte es en tancaje y es utilizada generalmente cuando se tienen grandes volúmenes de manejo sin transporte por poliductos y alcoholductos. Una alternativa a este sistema que permite reducir las inversiones es utilizar

cisternas para adicionar el etanol tal y como se muestra en la figura 8. Con esto se reduce el número de tanques ya que no es necesario instalar tanques de etanol en la terminal.

Figura 8

ESQUEMA DEL MEZCLADO EN TANQUE CON CISTERNA



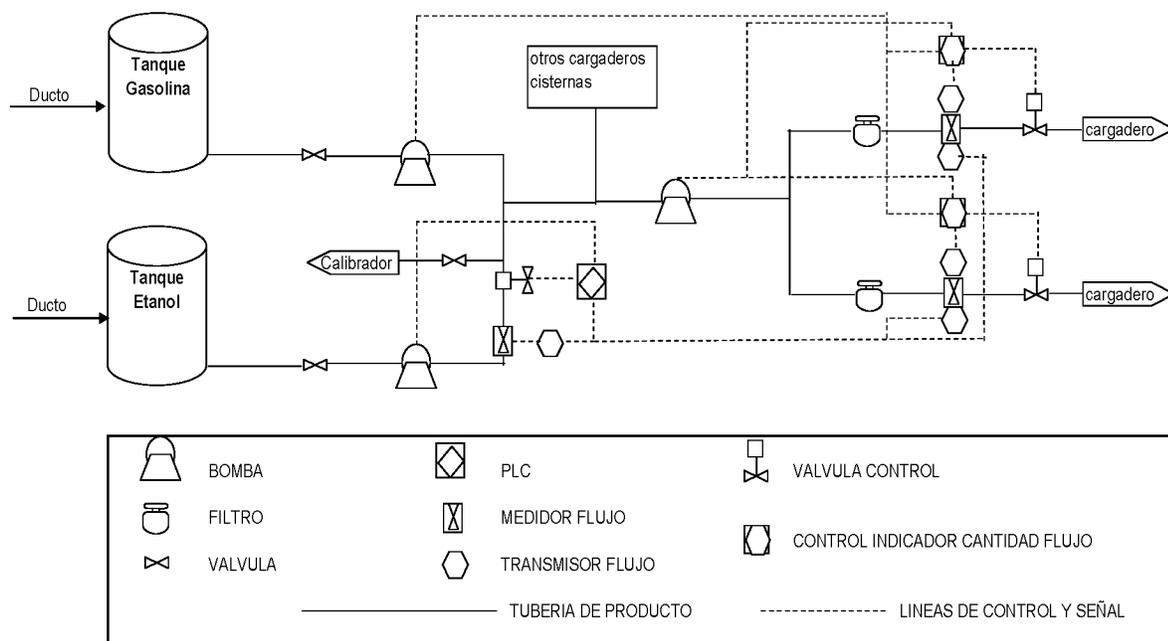
La mezcla en línea sólo requiere tanques de gasolina y etanol, ya que mediante dispositivos de mezclado se controla la inyección de etanol en la tubería que llena las cisternas. Este sistema requiere menos tancaje y se utiliza cuando comúnmente se tienen ductos de trasiego de gasolina y etanol.

Dependiendo de las condiciones de logística entre los centros de producción, mezcla y distribución, se puede dar uno u otro sistema o una combinación de ambos, lo cual es determinado por la viabilidad en inversión y costos logísticos.

En Brasil el sistema más utilizado es la mezcla en línea (figura 9) pues los grandes distribuidores son alimentados por poliductos y alcoholductos.

Figura 9

MEZCLADO EN LÍNEA



Tal y como se observa en esta figura, es recomendable que el punto de mezcla esté lo más cercano posible a los brazos de carga.

Para realizar la mezcla en línea se requiere:

- Un tanque de gasolina
- Un tanque de etanol
- Bombas de trasiego para la gasolina
- Bombas de trasiego para el etanol
- Equipo medidor de flujo y válvula de control para el etanol
- Transmisor de flujo para llevar la señal al controlador lógico programable, que a su vez controla los flujos de cada producto y su mezcla, lo cual requiere transmisores de señal.
- Calibrador, preferiblemente bidireccional con medidores de flujo tipo turbina, que es el equipo que da el mínimo error, máxima exactitud y precisión y mejor trazabilidad.

Una desventaja del sistema de mezclado en tanque es que el mismo queda fuera de operación mientras la mezcla se homogeniza por lo que durante el proceso de mezclado el tanque no puede ser utilizado para llenar cisternas.

Sin embargo, la selección definitiva del sistema de mezclado óptimo requiere considerar la infraestructura disponible para la importación, distribución y venta tanto de las gasolinas como del etanol.

IV. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA LA IMPORTACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GASOLINAS Y ETANOL.

Antes de determinar el sistema más adecuado para preparar el gasohol es necesario comprender la logística que actualmente se utiliza para la importación, preparación, distribución y venta de las gasolinas en cada país, así como conocer la capacidad de suministro de etanol.

1. El Salvador

En este país la importación de gasolinas se realiza por medio de tres empresas privadas: PUMA, RASA de CV y TEXACO.

Estas empresas poseen sus terminales de importación en el puerto de Acajutla y como se puede observar en la figura No. 19, se encuentran muy cerca una de otra.

Figura 10

UBICACIÓN DE LAS TERMINALES DE GASOLINAS EN EL PUERTO DE ACAJUTLA EL SALVADOR



Cada terminal cuenta con los tanques de almacenamiento mostrados en el cuadro 1.

Nótese que la disponibilidad de tanques de gasolina es bastante reducida en cada terminal, por lo que se dificulta la posibilidad de realizar un mezclado en tanque ya que tal y como se comentó anteriormente esta operación requiere de un tiempo para homogenizar la mezcla durante el cual no es posible enviar el producto a los cargaderos.

De la misma forma, debido a que la gasolina es recibida directamente de barcos petroleros, al momento de descargar el barco se tendría que contar en cada plantel con el etanol requerido de acuerdo con el tamaño del embarque recibido ya que de lo contrario no se dispondría de producto terminado para la venta por cuanto el mezclado se tendría que realizar en los mismos tanques en donde fue recibido el embarque.

Con respecto a los volúmenes importados por cada compañía, en el cuadro 2 se observa que RASA de CV y TEXACO importan prácticamente un 43% del volumen de gasolina cada una y el restante 14% lo hace PUMA. Para esto cada compañía cuenta con sus propio poliducto marino para enviar los combustibles desde los buques hasta los tanques cuyas características se muestran en el cuadro 3.

Durante esta operación, las tres compañías tienen procedimientos adecuados para eliminar el agua y los sedimentos que arrastra la gasolina y que dificultarían la preparación del gasohol.

Con respecto a la producción local de etanol, existen dos plantas productoras actualmente: una destilería ubicada en La Cabaña al norte de San Salvador (figura 11) y la deshidratadora de la empresa American Renewable Fuel Suppliers (ARFS) (figura 12) que se encuentra en el puerto de Acajutla, la primera con una capacidad de producción de 120.000 litros por día y la segunda de 620.000 litros por día y con capacidades de almacenamiento de 8,86 y 60 millones de litros, respectivamente.

Como se observa en la figura 13, la destilería de La Cabaña podría enviar el etanol producido localmente hasta el puerto de Acajutla en donde se encuentran las terminales de hidrocarburos ya que se encuentra a menos de 200 Km. Para esto se pueden utilizar las mismas cisternas de gasolina que llevan el producto a la ciudad de San Salvador, sin embargo, esta operación requiere que se cumplan adecuadamente los procedimientos de aterrizaje de las unidades antes de proceder a realizar la carga del etanol.

Es conveniente indicar además, que cerca del puerto de Acajutla, existe una zona cañera en donde se encuentra el Ingenio Central Izalco, el cual podría en el futuro incursionar en el mercado de etanol.

Cuadro 1

| MINISTERIO DE ECONOMIA | | Dirección de Hidrocarburos y Minas-Subdirección de Hidrocarburos | |
|--|--|--|--|
| CAPACIDAD REAL DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA EN PUERTO, DE LAS COMPAÑIAS DE EL SALVADOR, 2006 | | | |
| RASA de C.V. (Puerto de Acajutla, Sonsonate) | | | |
| PRODUCTO | CAPACIDAD (KBL) | TIPO DE TANQUES | |
| Gasolina Superior | 75.02 | Techo flotante interior | |
| Gasolina Regular | 117.39 | Techo flotante interior | |
| TOTAL | 192.41 | | |
| TEXACO CARIBBEAN INC. (Acajutla, Sonsonate) | | | |
| PRODUCTO | CAPACIDAD (KBL) | TIPO DE TANQUES | |
| Gasolina Superior | 43.81 | Techo flotante interior | |
| Gasolina Superior | 9.88 | Techo fijo | |
| Gasolina Regular | 106.75 | Techo flotante interior | |
| TOTAL | 160.44 | | |
| PUMA EL SALVADOR, S.A. de C.V. (Recinto Portuario CEPA - Acajutla, Sonsonate) | | | |
| PRODUCTO | CAPACIDAD (KBL) | TIPO DE TANQUES | |
| Gasolina Superior | 32.29 | Membrana flotante interior | |
| Gasolina Regular | 31.45 | Membrana flotante interior | |
| TOTAL | 63.74 | | |
| PRODUCTO | CAPACIDAD REAL ALMACENAMIENTO (KBL) | | |
| Gasolina Superior | 151.12 | | |
| Gasolina Regular | 255.581 | | |
| T O T A L E S | 406.701 | | |

Fuente: Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Economía, El Salvador

Cuadro 2

**VOLUMENES ANUALES DE IMPORTACIÓN (MARÍTIMA Y TERRESTRE
POR TIPO DE GASOLINA**

| AÑO | TIPO DE GASOLINA | VOLUMENES RECIBIDOS POR COMPAÑÍA | | | TOTALES (bl) |
|----------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------|------------|--------------|
| | | RASA de CV (bl) | TEXACO (bl) | PUMA (bl) | |
| 2003 | Superior (95 RON o más) | 591,035.16 | 411,846.21 | 78,581.19 | 1,081,462.56 |
| | Regular (87 RON o más) | 418,437.94 | 750,371.25 | 154,692.89 | 1,323,502.08 |
| | Total | 1,009,473.10 | 1,162,217.46 | 233,274.08 | 2,404,964.64 |
| 2004 | Superior (95 RON o más) | 324,435.53 | 440,424.68 | 97,808.91 | 862,669.12 |
| | Regular (87 RON o más) | 674,329.00 | 815,920.64 | 182,752.53 | 1,673,002.17 |
| | Total | 998,764.53 | 1,256,345.32 | 280,561.44 | 2,535,671.29 |
| 2005 | Superior (95 RON o más) | 325,473.27 | 403,904.48 | 131,772.94 | 861,150.69 |
| | Regular (87 RON o más) | 593,829.48 | 696,501.14 | 215,602.52 | 1,505,933.14 |
| | Nafta catalítica (91 RON) | 105,665.51 | 0.00 | 0.00 | 105,665.51 |
| | Total | 1,024,968.26 | 1,100,405.62 | 347,375.46 | 2,472,749.34 |
| 2006 (Hasta Set.) | Superior (95 RON o más) | 280,473.77 | 307,750.46 | 98,617.05 | 686,841.28 |
| | Regular (88 RON o más) | 308,130.29 | 582,001.22 | 165,090.91 | 1,055,222.42 |
| | Nafta catalítica (91 RON) | 233,346.15 | 0.00 | 0.00 | 233,346.15 |
| | Total | 821,950.21 | 889,751.68 | 263,707.96 | 1,975,409.85 |

Fuente: Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Economía, El Salvador

Cuadro 3

**EQUIPAMIENTO SUBSECTOR HIDROCARBUROS
EL SALVADOR, 2006
Poliductos utilizados para gasolina**

| | | | Diámetro Pulgadas | Capacidad 10 ³ bbl/día | longitud Km | Inicio de Operación |
|-------------------------------------|--|--------|-------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------|
| Poliductos utilizados para gasolina | RASA de CV - Boyas marinas - RASA de CV (Circuito Cerrado) | 100% P | 10,0 | 120,0 | 3,3 | 1961 (**) |
| | Terminal TEXACO - Muelle "C7" Acajutla | 100% P | 12,0 | 72,0 | 1,8 | 1993 |
| | PUMA El Salvador, SA de CV - Muelle "C7" Acajutla | 100% P | 6,0 | 21,6 | 2,1 | 1989 |
| SUB-TOTALES | | | 9,3 | 213,6 | 7,2 | |

Fuente: Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Economía, El Salvador

Notas:

100% P significa que el ducto es 100% de propiedad privada y 100% E significa de propiedad estatal.

(**) En 1995 fue sometido a una reparación mayor.

Figura 11

INGENIO LA CABAÑA



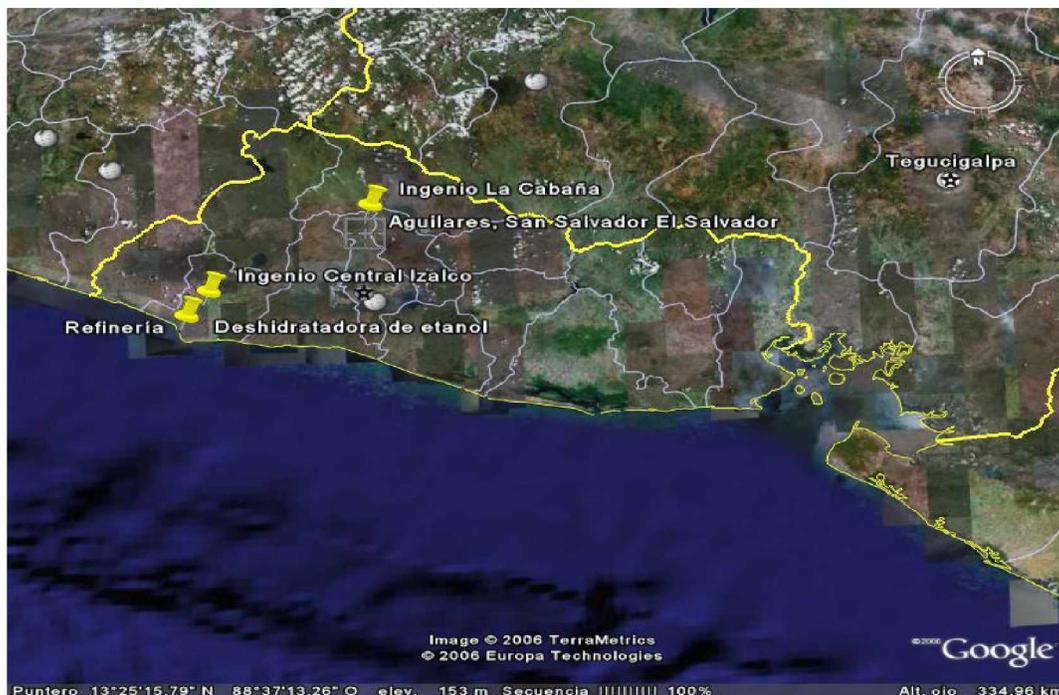
Figura 12

DESHIDRATADORA ARFS



Figura 13

UBICACIÓN DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ETANOL EN EL SALVADOR



En cuanto a la disponibilidad de estaciones de servicio, El Salvador cuenta con alrededor de 380 estaciones de servicio, las cuales en su mayoría están en capacidad de vender tres productos: dos tipos de gasolina y diesel.

Por lo anterior la posibilidad de introducir una tercera gasolina con etanol implica la realización de inversiones tanto en tanques como en surtidores, bombas y equipo auxiliar. De ahí que la mejor opción para introducir el etanol en las gasolinas es mediante el uso del alcohol en la formulación de las gasolinas existentes actualmente.

2. Guatemala

En el caso de Guatemala, la adición de etanol en las gasolinas implica una logística más compleja debido a que existen nueve terminales de las cuales: Puma Energy posee instalaciones en ambas costas mientras que OTSA, Carcasa y ESSO se encuentran en el litoral Pacífico; TASA, TEXACO y Petrolatin están en la costa Atlántica; mientras que CEMASA importa combustibles a través de la frontera con México.

Adicionalmente, Guatemala cuenta con un territorio mucho más extenso que el resto de los países de Centroamérica, además es el país con mayor población y posee un gran potencial de desarrollo. Por esta razón, es conveniente dividir el análisis en las zonas que se denominarán Atlántica y Pacífica.

Las capacidades de almacenamiento en cada una de las zonas se muestran en el cuadro 4 en donde se observa que la mayor parte del almacenamiento está concentrado en la zona del pacífico.

Al igual que en El Salvador, las terminales de combustibles de Guatemala no cuentan con tancaje disponible como para considerar la posibilidad de mezclado en tanque agregando el etanol directamente desde los camiones cisternas.

Cuadro 4

CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINAS
EN LAS TERMINALES DE GUATEMALA (BARRILES)

| Pacífico | Super 98 | Super 95 | Regular 88 | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------|
| Puma Energy | | 295 000 | 205 000 | | |
| OTSA (Texaco, Chevron, Shell) | | 130 000 | 185 000 | | |
| Carcasa (Alka Wenker) | | 145 500 | 114 000 | | |
| Esso | | 82 500 | 60 000 | | |
| | | 718 000 | 499 000 | 1 217 000 | 71,8% |
| Atlántico | Super 98 | Super 95 | Regular 88 | | |
| Tasa (Shell) | 50 000 | 160 000 | 103 000 | | |
| Puma Energy | | 33 000 | 33 000 | | |
| Texaco | | 47 500 | 29 500 | | |
| PetroLatin | | | 13 600 | | |
| | 50 000 | | 179 100 | 469 600 | 27,7% |
| Frontera México | Super 98 | Super 95 | Regular 88 | | |
| Cemasa | | | 7 143 | | |
| | | | 7 143 | 7 143 | 0,5% |
| | | | | 1 693 743 | 100% |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Dirección General de Hidrocarburos, Guatemala

Como se observa en la figura 14, las terminales del Puma, Carcasa, OTSA y Esso en el Pacífico se encuentran ubicadas en el puerto de San José.

Figura 14

UBICACIÓN DE TERMINALES DE COMBUSTIBLES DE GUATEMALA EN EL PACÍFICO



De la misma forma y como se aprecia en la figura 15; las terminales ubicadas en el Atlántico (PUMA, TEXACO, PETROLATIN Y TASA), están ubicadas en el mismo complejo portuario que incluye el Puerto Barrios y el Puerto Santo Tomás de Castilla.

Con respecto a las ventas de gasolina correspondientes a cada región, se estima que un 30% de las ventas de gasolina son suministradas por las terminales del atlántico un 69% por el pacífico y un 1% a través de la frontera con México.

En cuanto a la capacidad de producción de etanol, existen dos destilería en construcción (Bioetanol y Alcoholes MAG) y tres en operación: SM, DARSA y Palo Gordo; está última en capacidad de producir alcohol anhidro. Se espera que tanto la destilería de Bioetanol como Alcoholes MAG entrarán a operar en el año 2007 y tal y como se puede apreciar en el cuadro 5, con estas plantas la capacidad total instalada en Guatemala alcanzará los 790 mil litros por día.

Figura 15

UBICACIÓN DE LAS TERMINALES DE COMBUSTIBLES DE GUATEMALA EN EL ATLÁNTICO



Sin embargo, es conveniente mencionar que muchas de estas destilerías no están en capacidad de operar todo el año debido a que su operación está integrada al proceso de obtención de azúcar por lo que para suplir el etanol requerido durante todo el año deberán o almacenar melaza, caña o azúcar; o producir el etanol requerido anualmente durante los meses de zafra y almacenarlo en tanques. Esta última opción podría ser más interesante desde un punto de vista económico ya que la capacidad instalada permitiría operar de esta forma. Sin embargo, no ha sido posible conocer la capacidad de almacenamiento de etanol existente con el fin de determinar si es necesario realizar inversiones adicionales en tancaje.⁴

⁴ En caso de que se pretenda operar las destilerías en periodos post-zafra y no se cuente con caña de azúcar o bagazo suficiente se deberá analizar en detalle el sistema actual para el suministro del vapor requerido en la destilería, ya que las calderas existentes operan con bagazo y en caso de que se tenga que utilizar un combustible alternativo, será necesario contar con tanques de almacenamiento y evaluar si las calderas existentes podrían operar con combustibles líquidos como el fuel oil o el diesel.

Tal y como se observa en la figura 16, las destilerías de Guatemala se encuentran relativamente cerca de las principales terminales de importación de gasolinas en el Pacífico, las cuales están concentradas en el Puerto San José.

Cuadro 5

DESTILERÍAS EXISTENTES Y FUTURAS EN GUATEMALA

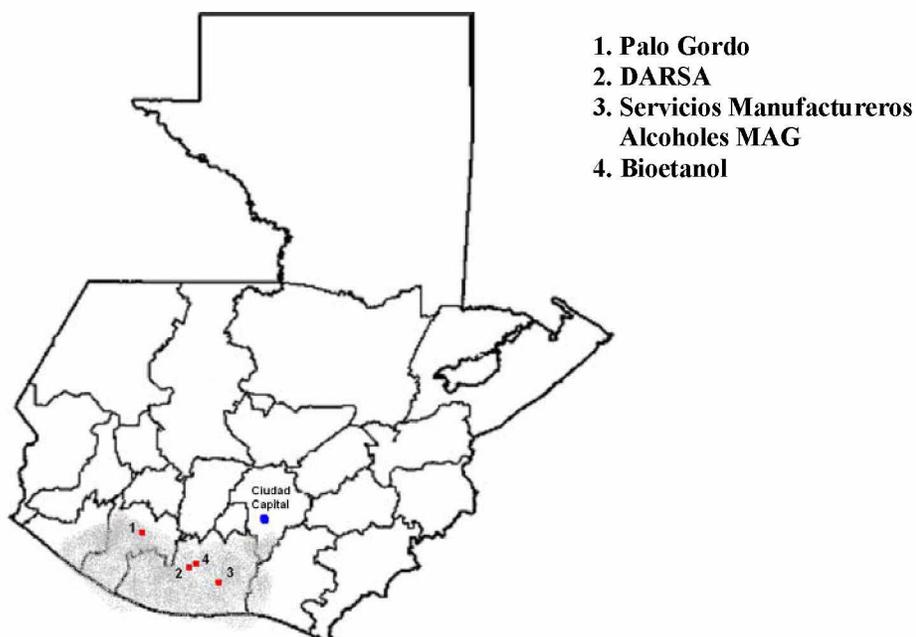
| | Capacidad lt/día | Capacidad gal/día | Factor planta | Días operac. |
|---------------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|
| Bioetanol | 150 000 | 39 630 | 65% | 150 |
| Palo Gordo | 120 000 | 31 704 | 65% | 150 |
| S. M. | 120 000 | 31 704 | 95% | 330 |
| DARSA | 100 000 | 26 420 | 95% | 310 |
| Alcoholes MAG | 300 000 | 79 260 | 95% | 330 |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Dirección General de Hidrocarburos, Guatemala

Por lo anterior, es posible pensar en transportar el etanol desde las destilerías hasta las terminales de distribución de hidrocarburos del Pacífico utilizando los mismos camiones cisternas de gasolina que regresan vacíos a las terminales después de abastecer las estaciones de servicio de la capital. En el caso de las terminales de la región Atlántica se deberá analizar la disponibilidad de cisternas ya que en este caso los camiones deberán ser utilizados exclusivamente para el transporte de etanol.

Figura 16

MAPA DE UBICACIÓN DE LAS DESTILERÍAS EN GUATEMALA



Fuente: Ministerio de Ambiente y Dirección General de Hidrocarburos, Guatemala

Con respecto a las estaciones de servicio, Guatemala cuenta con más de 1000 centros de venta de combustibles en todo su territorio la mayoría con capacidad para vender solo tres tipos de combustibles, por lo que de la misma forma que en el caso de El Salvador, la introducción de una tercera gasolina implicaría inversiones adicionales en tanques, surtidores, etc.; por esta razón, es preferible considerar el uso del etanol como un componente de las gasolinas que se ofrecen actualmente.

V. NORMATIVA EXISTENTE EN LAS ÁREAS DE INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD, CAPACITACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

1. El Salvador

Los requisitos a cumplir para el almacenamiento, la distribución y la venta de combustibles están definidos, tanto en los Reglamentos Técnicos Centroamericanos vigentes como en el Reglamento para la Aplicación de la Ley Reguladora del Depósito, Transporte y Distribución de Productos de Petróleo y entre los requerimientos se encuentran:

- La presentación de planos arquitectónicos, eléctricos, civiles, hidráulicos y neumáticos, sanitarios, mecánicos y del sistema contra incendio.
- La necesidad de existencia de carteles e indicaciones de seguridad
- Las especificaciones y planos constructivos de los tanques de almacenamiento
- La ejecución de pruebas de hermeticidad para tanques y tuberías aisladas
- Especificaciones para las líneas de venteo, etc.

En términos generales, este reglamento garantiza que las nuevas estaciones de servicio cumplirán con los requisitos necesarios para el almacenamiento de gasolinas con etanol.

Es importante señalar que no se exige que los tanques cuenten con tuberías para el drenado de los fondos ni entradas hombre.

Aunque es recomendable que los tanques utilizados para almacenar gasohol cuenten con estos dispositivos, no es estrictamente necesario siempre y cuando los tanques se encuentren en buen estado y existan buenas prácticas que eviten la contaminación del tanque con agua y otros sedimentos.

Es conveniente que antes de iniciar el proyecto de uso de etanol en gasolinas se debe elaborar un procedimiento que garantice que el tanque será debidamente inspeccionado con el fin de detectar y eliminar cualquier contenido de agua en el fondo del tanque.

También es importante prestar atención especial a los requisitos establecidos sobre los desniveles mínimos entre las escotillas de inspección y descarga de hidrocarburos y el suelo para garantizar que en caso de lluvia, el agua no se acumule en la trampa de hidrocarburos y pueda ingresar al tanque.

En caso de iniciar un proyecto de uso de etanol en gasolinas es importante incluir en el reglamento disposiciones que garanticen que las estaciones de servicio contarán con el equipo necesario para realizar las pruebas abreviadas para determinar el contenido de etanol en las gasolinas (véase el anexo I).

2. Guatemala

La actividad de importación, distribución y comercialización está regulado mediante varias leyes y reglamentos: entre los cuales se encuentran:

- Ley de Comercialización de Hidrocarburos, Decreto número 109-97.
- Reglamento de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos, Acuerdo Gubernativo número 522-99.
- Reforma del Reglamento, Acuerdo Gubernativo número 410-2004.
- Reforma del Reglamento, Acuerdo Gubernativo número 19-2006.
- Circular DGH-CIRC-001-2005, Requisitos y procedimiento para autorizar empresas que emitan certificado de funcionalidad de las unidades de transporte de petróleo y productos petroleros (excepto GLP).
- Reglamento Técnico de Unión Aduanera Centroamericana R-UAC 13.0125:04.

Dentro de las disposiciones a resaltar se encuentra la obligatoriedad de realizar pruebas de hermeticidad cada cinco años.

En este caso también aplican las recomendaciones brindadas en la sección anterior e igualmente se deben establecer pruebas diarias que verifiquen el contenido de alcohol en las gasolinas.

Tomando en cuenta el contacto del personal de las estaciones de servicio con el cliente final, en ambos países se debe reforzar la capacitación del mismo sobre los requisitos mínimos de mantenimiento que deberán ser realizados a los vehículos cuando inicien el consumo de gasohol, específicamente lo relacionado con la limpieza del tanque y el reemplazo de los filtros de la gasolina.

Es conveniente comentar que en países en donde se han iniciado programas de gasohol, como es el caso de Costa Rica; se han realizado comentarios negativos por parte de los funcionarios de las estaciones de servicio que afectan la credibilidad en el producto y el programa como un todo. Estos comentarios han nacido debido al desconocimiento sobre las propiedades del etanol como lo es el caso de su poder como solvente y su corrosividad, las cuales podría generar problemas de obstrucción de los filtros de la gasolina, ataques a empaques, etc.; sin embargo, una adecuada capacitación permitirá considerar estos problemas como inconvenientes normales de la introducción de nuevas especificaciones en las gasolinas.

VI. RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES

Con el fin de verificar el estado de las estaciones de servicio existentes en ambos países, se realizaron seis inspecciones para lo cual se utilizaron cuestionarios en donde se evaluaron aspectos como:

- Seguridad,
- Capacidad y entrenamiento del personal,
- Procedimientos de operación,
- Condiciones de los tanques de almacenamiento.

Muchos de los aspectos analizados no son exclusivos para el buen manejo de gasolinas con etanol, sin embargo, se consideró conveniente aprovechar la situación para brindar capacitación al personal sobre buenas prácticas de operación de estaciones de servicio.

En el cuadro 6 aparecen resumidos los resultados de las inspecciones realizadas en El Salvador mientras que en el cuadro 7 aparecen las correspondientes a Guatemala.

Obsérvese que en ambos casos, se debe reforzar algunas medidas básicas de seguridad como lo es la existencia de botiquines y los controles del registro de las capacitaciones que se le da al personal, sobre todo considerando que el buen mantenimiento de la estación es de gran importancia para garantizar la integridad del gasohol.

De igual forma se debe ser más estricto en el control de las entradas de agua a los tanques de las estaciones ya que en ambos países se encontró agua en dos estaciones.

Ante esta situación, se deben tomar acciones más estrictas ya que de acuerdo con los comentarios del personal, en algunos casos el agua encontrada se acumuló en periodos menores a las dos semanas lo que presume una contaminación durante la descarga de los camiones cisternas.

También es conveniente señalar que dos de las estaciones en las cuáles apareció agua, no contaban con un buen desnivel entre las escotillas de inspección y el suelo y que en todas las estaciones inspeccionadas las escotillas no tenían empaques que garantizaran la hermeticidad con lo que se permite que ingrese suciedad y agua a la trampa.

En términos generales, el personal de las estaciones cuenta con el nivel adecuado de capacitación para poder entender y aplicar procedimientos de operación y de emergencia.

De la misma forma es conveniente señalar que una buena parte de las estaciones cuentan con tanques de doble pared y que los materiales utilizados son compatibles para almacenar gasohol.

Cuadro 6

| RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES DE ESTACIONES DE SERVICIO EN EL SALVADOR | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| ASPECTOS EVALUADOS | ESTACIONES INSPECCIONADAS | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Promedio |
| AREA DE SEGURIDAD Y ATENCION DE EMERGENCIAS | | | | | | | |
| i. Existe un programa de entrenamiento en combate de incendios y derrames de combustibles | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ii. Existen registros de un ejercicio anual de combate de incendios y derrames de combustibles | SI | SI | NO | NO | NO | NO | 33,3% |
| iii. Existen rótulos de seguridad de no fumado, apagado de motor, no uso de celulares y beeper, advertencia de materiales peligrosos e inflamables. | SI | SI | NO | SI | SI | SI | 83,3% |
| iv. Cuenta con un botiquín de primeros auxilios bien aprovisionado | NO | SI | NO | SI | SI | NO | 50,0% |
| v. Hay acceso a un teléfono con rótulo que indique el número de emergencias | NO | SI | NO | SI | SI | NO | 50,0% |
| vi. Se tienen extintores de fuego cerca de las áreas de manejo de combustibles | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| vii. Hay registros de inspección, mantenimiento y recarga de los extintores | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| viii. Están los extintores debidamente etiquetados con las fechas de la última inspección, próxima inspección y próxima recarga | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ix. Las áreas se encuentran limpias, debidamente demarcadas y sin derrames de combustibles | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| x. El estado de las mangueras es aceptable | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| xi. No se detectan fugas de combustible en conexiones, válvulas y otros accesorios | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| xii. Existe material absorbente de derrames de combustibles, canales de recolección y separador de aguas oleaginosas | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| xiii. Están los canales y el separador de aguas oleaginosas limpios y en buen estado | NO | NO | SI | NO | SI | SI | 50,0% |
| xiv. Están los tanques debidamente rotulados con el nombre del producto, con el código de color correspondiente y con rotulación de advertencia de seguridad | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| xv. Las muestras de producto y las recolecciones de derrames se almacenan en recipientes herméticos y rotulados. Se almacena el recipiente en un área restringida y ventilada | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| Calificación final en el área de seguridad y atención de emergencias | 66,7% | 80,0% | 60,0% | 73,3% | 80,0% | 66,7% | 71,1% |
| PERSONAL | | | | | | | |
| i. El uniforme del personal tiene buena apariencia e identifica al trabajador. Su material es de algodón o fibra retardante de fuego | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ii. Existen registros de entrenamiento del personal en cuanto a las labores que desempeña | SI | SI | NO | SI | SI | SI | 83,3% |
| iii. Existen registros de entrenamiento del personal en cuanto a seguridad y derrames | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| iv. En evaluación de campo el personal demuestra conocimiento de su trabajo y el equipo que maneja | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| Calificación final en el área de aspectos relacionados con el personal | 100,0% | 100,0% | 75,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 95,8% |
| PROCEDIMIENTOS | | | | | | | |
| i. Existen procedimientos adecuados de operaciones de abastecimiento a vehículos | SI | SI | SI | NO | NO | SI | 66,7% |
| ii. Existen procedimientos adecuados de recibo de camiones cisterna y descarga. Incluye las pruebas abreviadas de calidad | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| iii. Hay procedimientos adecuados de drenado de tanques y medición | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| iv. Se tiene una tabla de calibración del tanque | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| v. Se tiene equipo básico de determinación de porcentaje de etanol en la gasolina. Se tienen registros | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| vi. Se tiene un registro de volumen cargado al cisterna y recibido en la estación de servicio | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| vii. Se drenan los tanques diariamente en las primeras horas de la mañana. Hay registros de este drenado | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| Calificación final en procedimientos | 57,1% | 57,1% | 57,1% | 42,9% | 42,9% | 57,1% | 52,4% |
| INSPECCION EXTERNA DEL TANQUE | | | | | | | |
| i. Registro para acceso humano. Con dimensiones suficientes para que se pueda introducir una persona a su interior para su inspección | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| ii. La tapa de la caja de registro de los tanques de almacenamiento cuenta con un talud de cinco (5) centímetros de alto para evitar la entrada de agua | SI | NO | NO | SI | SI | NO | 50,0% |
| iii. Los tubos de ventilación de los tanques de almacenamiento terminan en válvulas arresta flama con cierre automático u otros dispositivos protectores que minimicen la posibilidad de entrada de materias extrañas | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| iv. Las bocas de llenado cuentan con acoples de cierre hermético para el recibo de combustibles y permanecerán cerradas, excepto durante el tiempo de operación | SI | SI | NO | SI | SI | SI | 83,3% |
| v. Todas las conexiones de los tanques son impermeables | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| vi. Existe una toma para drenado de fondo | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| Calificación final en inspección externa del tanque | 50,0% | 33,3% | 16,7% | 50,0% | 50,0% | 33,3% | 38,9% |
| INSPECCION INTERNA | | | | | | | |
| i. Son cilíndricos horizontales atmosféricos | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ii. Son de doble pared | SI | SI | NO | SI | SI | SI | 83,3% |
| iii. El material de fabricación del tanque es adecuado para el manejo del gasohol | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| iv. Se tienen datos de diseño y construcción | SI | SI | NO | SI | SI | SI | 83,3% |
| v. Cumple con requisitos sobre suciedad o humedad en los visores de nivel | SI | NO | SI | NO | NO | NO | 33,3% |
| vi. Cumple requisitos sobre presencia de agua y sedimentos en el fondo del tanque | SI | SI | SI | SI | NO | NO | 66,7% |
| vii. Se hace una limpieza de tanque anual. Existe registro | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| viii. El estado de limpieza del tanque es buena en general | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ix. Se hacen pruebas de hermeticidad periódicamente | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| x. Se inspecciona por humedad al menos una vez por mes. | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| Calificación final en inspección interna del tanque | 80,0% | 70,0% | 60,0% | 70,0% | 60,0% | 60,0% | 66,7% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7

| RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES DE ESTACIONES DE SERVICIO EN GUATEMALA | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| ASPECTOS EVALUADOS | ESTACIONES INSPECCIONADAS | | | | | | Promedio |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| AREA DE SEGURIDAD Y ATENCION DE EMERGENCIAS | | | | | | | |
| i. Existe un programa de entrenamiento en combate de incendios y derrames de combustibles | SI | NO | NO | NO | SI | SI | 50,0% |
| ii. Existen registros de un ejercicio anual de combate de incendios y derrames de combustibles | SI | NO | NO | NO | SI | SI | 50,0% |
| iii. Existen rótulos de seguridad de no fumado, apagado de motor, no uso de celulares y beeper, advertencia de materiales peligrosos e inflamables. | SI | SI | SI | NO | SI | SI | 83,3% |
| iv. Cuenta con un botiquín de primeros auxilios bien provisionado | SI | NO | NO | NO | SI | SI | 50,0% |
| v. Hay acceso a un teléfono con rótulo que indique el número de emergencias | SI | NO | NO | NO | NO | NO | 16,7% |
| vi. Se tienen extintores de fuego cerca de las áreas de manejo de combustibles | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| vii. Hay registros de inspección, mantenimiento y recarga de los extintores | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| viii. Están los extintores debidamente etiquetados con las fechas de la última inspección, próxima inspección y próxima recarga | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ix. Las áreas se encuentran limpias, debidamente demarcadas y sin derrames de combustibles | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| x. El estado de las mangueras es aceptable | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| xi. No se detectan fugas de combustible en conexiones, válvulas y otros accesorios | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| xii. Existe material absorbente de derrames de combustibles, canaletes de recolección y separador de aguas oleaginosas | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| xiii. Están los canaletes y el separador de aguas oleaginosas limpios y en buen estado | SI | SI | NO | SI | NO | SI | 66,7% |
| xiv. Están los tanques debidamente rotulados con el nombre del producto, con el código de color correspondiente y con rotulación de advertencia de seguridad | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| xv. Las muestras de producto y las recolecciones de derrames se almacenan en recipientes herméticos y rotulados. Se almacena el recipiente en un área restringida y ventilada | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| Calificación final en el área de seguridad y atención de emergencias | 86,7% | 60,0% | 53,3% | 53,3% | 73,3% | 80,0% | 67,8% |
| PERSONAL | | | | | | | |
| i. El uniforme del personal tiene buena apariencia e identifica al trabajador. Su material es de algodón o fibra retardante de fuego | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ii. Existen registros de entrenamiento del personal en cuanto a las labores que desempeña | SI | SI | SI | NO | SI | SI | 83,3% |
| iii. Existen registros de entrenamiento del personal en cuanto a seguridad y derrames | SI | SI | SI | NO | SI | SI | 83,3% |
| iv. En evaluación de campo el personal demuestra conocimiento de su trabajo y el equipo que maneja | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| Calificación final en el área de aspectos relacionados con el personal | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 50,0% | 100,0% | 100,0% | 91,7% |
| PROCEDIMIENTOS | | | | | | | |
| i. Existen procedimientos adecuados de operaciones de abastecimiento a vehículos | SI | NO | NO | NO | SI | SI | 50,0% |
| ii. Existen procedimientos adecuados de recibo de camiones cisterna y descarga. Incluye las pruebas abreviadas de calidad | SI | NO | NO | SI | SI | SI | 66,7% |
| iii. Hay procedimientos adecuados de drenado de tanques y medición | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| iv. Se tiene una tabla de calibración del tanque | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| v. Se tiene equipo básico de determinación de porcentaje de etanol en la gasolina. Se tienen registros | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| vi. Se tiene un registro de volumen cargado al cisterna y recibido en la estación de servicio | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| vii. Se drenan los tanques diariamente en las primeras horas de la mañana. Hay registros de este drenado | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| Calificación final en procedimientos | 57,1% | 28,6% | 28,6% | 42,9% | 57,1% | 57,1% | 45,2% |
| INSPECCION EXTERNA DEL TANQUE | | | | | | | |
| i. Registro para acceso humano. Con dimensiones suficientes para que se pueda introducir una persona a su interior para su inspección | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| ii. La tapa de la caja de registro de los tanques de almacenamiento cuenta con un talud de cinco (5) centímetros de alto para evitar la entrada de agua | NO | SI | NO | SI | SI | NO | 50,0% |
| iii. Los tubos de ventilación de los tanques de almacenamiento terminan en válvulas arresta flama con cierre automático u otros dispositivos protectores que minimicen la posibilidad de entrada de materias extrañas | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| iv. Las bocas de llenado cuentan con acoples de cierre hermético para el recibo de combustibles y permanecerán cerradas, excepto durante el tiempo de operación | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| v. Todas las conexiones de los tanques son impermeables | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| vi. Existe una toma para drenado de fondo | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| Calificación final en inspección externa del tanque | 33,3% | 50,0% | 33,3% | 50,0% | 50,0% | 33,3% | 41,7% |
| INSPECCION INTERNA | | | | | | | |
| i. Son cilíndricos horizontales atmosféricos | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ii. Son de doble pared | SI | NO | NO | NO | SI | SI | 50,0% |
| iii. El material de fabricación del tanque es adecuado para el manejo del gasohol | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| iv. Se tienen datos de diseño y construcción | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| v. Cumple con requisitos sobre suciedad o humedad en los visores de nivel | SI | NO | SI | SI | SI | NO | 66,7% |
| vi. Cumple requisitos sobre presencia de agua y sedimentos en el fondo del tanque | SI | NO | SI | SI | SI | NO | 66,7% |
| vii. Se hace una limpieza de tanque anual. Existe registro | NO | NO | NO | NO | NO | NO | 0,0% |
| viii. El estado de limpieza del tanque es buena en general | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| ix. Se hacen pruebas de hermeticidad periódicamente | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| x. Se inspecciona por humedad al menos una vez por mes. | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 100,0% |
| Calificación final en inspección interna del tanque | 90,0% | 60,0% | 80,0% | 80,0% | 90,0% | 70,0% | 78,3% |

Fuente: Elaboración propia

En resumen se puede afirmar que de acuerdo con las estaciones inspeccionadas, no se encontraron impedimentos para el almacenamiento y manejo de gasohol y son necesarias únicamente algunas modificaciones menores en algunas de ellas para reducir la posibilidad de que ingrese agua a los tanques de almacenamiento.

Sin embargo, las recomendaciones relacionadas con el cambio de filtros y la limpieza previa de los tanques antes de iniciar el manejo de gasolinas con etanol, son de suma importancia para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

También es conveniente señalar, que la infraestructura necesaria en estaciones de servicio dependerá del número de gasolinas a ofrecer en cada una, para lo cual se supuso que se mantendría la misma cantidad actual.

Sin embargo, se debe considerar que de acuerdo con las características del parque automotor de Guatemala y El Salvador que aparecen en los anexos II y III, existen alrededor de 350.000 y 550.000 vehículos, respectivamente; con más de 20 años de antigüedad que podrían experimentar problemas en los primeros meses de utilizar la gasolina con etanol.

Ante esta situación, es conveniente recomendar que antes de ejecutar un proyecto a nivel nacional, se analice la posibilidad de realizar un proyecto piloto que involucre al Gobierno, a talleres de servicio, importadores de automóviles, estaciones de servicio, representantes del sector cañero y a las empresas importadoras de combustibles con el fin de adquirir experiencia sobre los ajustes en los programas de mantenimiento preventivo que se deben realizar para garantizar la adecuada operación de los vehículos y las estaciones que ofrezcan gasolinas con etanol y preparar los programas de capacitación para el personal involucrado.

Finalmente, es necesario aclarar que el número de estaciones de servicio no permite realizar análisis estadístico a los resultados obtenidos. Adicionalmente, no fue posible inspeccionar estaciones de servicio ubicadas en zonas rurales o alejadas de los centros urbanos, las cuales son por lo general, las menos controladas.

Ante esta situación es conveniente que el personal de las Direcciones de Hidrocarburos realice más inspecciones utilizando como referencia el cuestionario de inspección que aparece en el anexo IV y la guía para la elaboración de procedimientos para terminales de distribución y estaciones de servicio que se aprecia en el anexo V.

VII. CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDAS PARA EL MANEJO DE GASOLINAS CON ETANOL

Tal y como se comentó anteriormente, los motores de combustión interna a gasolina con hasta un 10% de etanol anhidro no tendrán dificultades ya que la mezcla y la gasolina sin etanol guardan propiedades en un mismo rango de especificaciones. Sin embargo, hay diferencias en el manejo de una gasolina sin alcohol y otra con este componente de mezcla que deben ser del conocimiento de quienes tratan este combustible para evitar problemas durante el almacenamiento, manejo y consumo.

El principal objetivo en la práctica del manejo de mezclas de gasolina con etanol radica en evitar la separación de los componentes debido a la presencia de agua libre.

Este capítulo se basa en la norma API 1626 y las complementarias a esta que se refieren al almacenamiento, manejo y protección contra incendio de etanol y la gasolina-etanol.

a) Principales características del etanol

El punto de inflamación es a los 13°C, pero si es desnaturalizado mediante la adición de hidrocarburos puede descender. A diferencia de la gasolina, el etanol tiene una conductividad eléctrica mayor por lo que no acumula electricidad estática y ayuda a la gasolina en mezcla a disiparla, siendo una propiedad importante al disminuir, no a eliminar, el riesgo de accidentes de incendio por salto de un arco eléctrico.

b) Materiales

La mayoría de los materiales usados en el almacenamiento, mezclado y transporte de la gasolina pura pueden ser utilizados por el etanol y la mezcla de gasolina-etanol. No se recomienda el uso para etanol y gasolina-etanol de zinc-galvanizado, Buna-N, neopreno, uretano, poliuretanos y materiales en base alcohol.

Antes de utilizar instalaciones de gasolina para etanol y gasolina-etanol se deben inspeccionar y sustituir aquellas partes que tienen materiales no recomendados.

c) Consideraciones en seguridad contra incendios

Las precauciones de seguridad para la gasolina son iguales para el etanol y gasolina-etanol. Sin embargo, el etanol puro al inflamarse presenta una llama incolora e invisible a la luz del día, por lo que su manejo debe ser de especial cuidado, ya que se detecta la llama únicamente por calor.

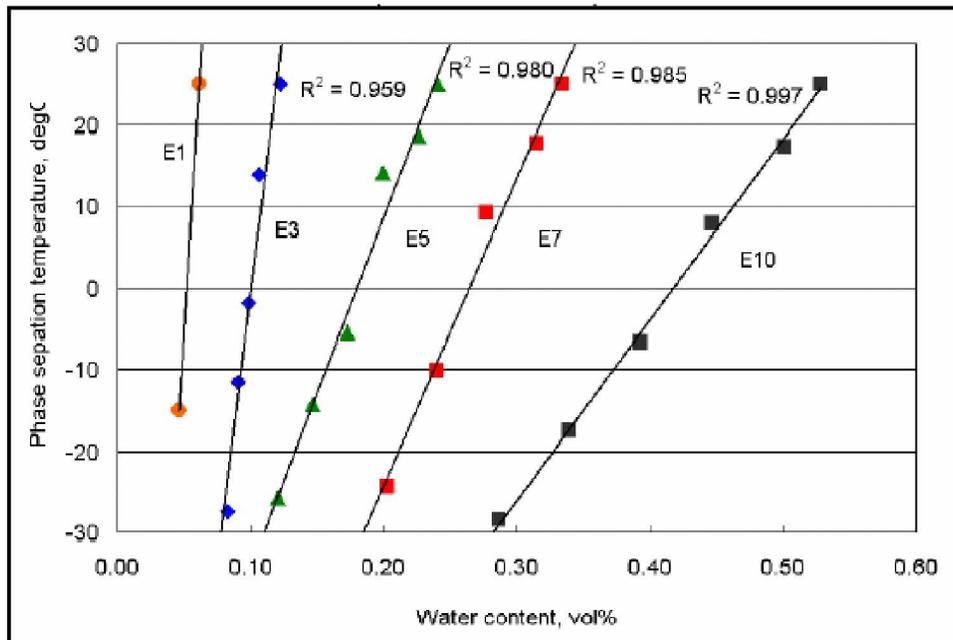
La capacitación y el entrenamiento regular del personal que maneja estos productos son claves para disminuir los riesgos de accidentes.

d) Tanques

El etanol y el gasohol pueden ser almacenados en tanques aéreos o subterráneos, únicamente se debe disponer de dispositivos que eviten la condensación de agua o que por fallas de hermeticidad la humedad pueda introducirse al interior del tanque, ya que como se aprecia en la figura 17 existe cierta tolerancia de agua libre que una mezcla de etanol y gasolina puede absorber sin que se llegue a separar el alcohol y la gasolina.

Figura 17

TOLERANCIA DE AGUA EN MEZCLAS DE GASOLINA Y ETANOL



El material de los tanques y las tuberías puede ser de acero comercial, tanto para el etanol como para la mezcla.

a) Respiraderos de tanques

Los respiraderos convencionales de los tanques pueden ser utilizados, pero, se recomiendan los de presión/vacío, que además de evitar excesivas pérdidas por evaporación disminuyen la entrada de humedad a los tanques con mezcla gasolina-etanol.

b) Tuberías y accesorios

No se recomiendan tuberías no metálicas por el alto poder solvente del etanol, se prefieren de material de acero comercial o mejor, hasta de acero inoxidable.

c) Bombas y dispositivos

El alto poder solvente del etanol, tanto puro como en mezcla con gasolina, produce el desprendimiento de óxido y material adherido al metal, el cual afecta los impulsores de las bombas y demás dispositivos, por lo que se recomiendan sistemas de filtración en la succión y la descarga.

d) Pruebas de calidad del etanol y mezclas gasolina-etanol

Las pruebas de etanol se basan en su pureza y corrosividad y aunque existen estándares internacionales, muchos países usan sus propias especificaciones.

Por ejemplo, no se debe recibir etanol sin realizar las pruebas que exige el estándar vigente para verificar su cumplimiento. También la mezcla gasolina-etanol debe ser verificada antes de ofrecerse consumidor final.

En las estaciones de servicio debe verificarse diariamente el contenido de alcohol y la cantidad de agua libre en el tanque, antes de iniciar su venta. Las terminales de distribución deben asegurarse de la misma forma que las estaciones de servicio.

Los camiones cisterna también deben ser verificados en cuanto al contenido de etanol inmediatamente después de la carga y antes de la descarga.

En resumen, el chequeo regular del agua libre en tanques de terminales, cisternas y estaciones de servicio, antes de la transferencia de producto y después de terminada esta, es de carácter obligatorio.

La cantidad de etanol se puede observar por el método rápido de separación por agua, que mantiene un rango de error del $\pm 1\%$.

Es recomendable que todos los tanques de almacenamiento, cisternas y estaciones de servicio posean como mínimo bocas de verificación de medición, puntos bajos para drenado y entrada de hombre para mantenimiento. La inspección diaria y mantenimiento por la boca de medición y punto bajo es obligatoria. Cada dos años se debe inspeccionar el tanque por la entrada de hombre, con atención especial a posibles fallas de hermeticidad, alta corrosión y problemas de drenado de agua libre.

VIII. INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA PARA EL TRANSPORTE DEL ETANOL Y LA ELABORACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GASOLINAS CON ETANOL

El presente estudio busca determinar la infraestructura requerida para transportar y mezclar el etanol desde las deshidratadoras hasta los puntos de carga a cisternas en las terminales de distribución de combustibles. La infraestructura en las estaciones de servicio no se desarrolla en este capítulo porque tal y como se señaló en el capítulo V, la normativa vigente que las regula es suficiente para el manejo de gasolina con etanol, por lo que conforme a lo concluido en el capítulo VI, únicamente se requieren pequeñas correcciones en la infraestructura y mejorar las prácticas de manejo de este tipo de producto.

Adicionalmente, es recomendable utilizar la infraestructura de tancaje existente, tanto para la deshidratadora como para las distribuidoras de gasolina, con el fin de reducir costos de inversión ya que los tanques son los de mayor peso económico en un proyecto de gasolina-etanol.

El producto terminado listo para venta consiste en una mezcla de gasolina con etanol en una relación mínima de 95%-5% y una relación máxima de 90%-10% respectivamente, esto para cualquier grado de gasolina. Bajo este supuesto, la gasolina base utilizada sería de un octanaje menor a lo que establece la norma nacional y este se ajustará con la proporción de etanol requerida para cumplir con la regulación de cada país. Es importante hacer destacar que el octanaje es el parámetro más importante para controlar las proporciones de mezcla junto con la presión de vapor.

Adicionalmente, en el capítulo IV se comentó que la infraestructura existente en El Salvador y Guatemala, no permite realizar el mezclado en tanque debido a que la disponibilidad de este tipo de equipos es limitada y no es posible disponer de un tanque para lograr homogenizar la mezcla.

Ante esta situación, se considera que lo más conveniente es preparar el gasohol en la línea de llenado hacia los cargaderos, por lo que se procederá a determinar la infraestructura requerida bajo este sistema; para esto, se considerará la información suministrada por cada país en cuanto a capacidad de almacenamiento y número de tanques, ventas anuales, proyección moderada de crecimiento del consumo y ubicación geográfica de las instalaciones.

Es importante advertir que de acuerdo con el alcance de este estudio es describir en términos generales la infraestructura requerida y los costos estimados sin entrar a realizar cálculos correspondientes a la ingeniería básica, para lo cual es necesario contar con información relacionada a diagramas de flujo, capacidades de tubería y bombeo, potencia y consumo, sistema de medición de venta, control de caudales, sistemas de control y caudales de carga, misceláneos y otros servicios complementarios.

1. El Salvador

Tal y como se comentó anteriormente, El Salvador cuenta con una planta deshidratadora con capacidad de procesar 60 millones de galones de alcohol hidratado (227 millones de litros) y con un almacenamiento de alcohol de 15,8 millones de galones (60 millones de litros).

Por otro lado, considerando que el consumo de gasolinas en el 2005 fue de 144 millones de galones (545 millones de litros), utilizando mezclas de etanol al 10%, los requerimientos serían de 490 millones de gasolinas y 55 millones de etanol, por lo que la deshidratadora tiene capacidad para suplir el mercado local y exportar etanol anhidro. Asumiendo un crecimiento anual del 5%, para el 2015 el consumo de gasolinas sería de 890 millones de litros, de los cuales el 10% serían etanol, o sea, 89 millones de litros de alcohol, por lo que la deshidratadora cubre la necesidad sin problemas en una proyección de largo plazo.

Adicionalmente, la ubicación geográfica de las distribuidoras y la deshidratadora, así como la cercanía entre ellas, facilita el mezclado en línea utilizando el tancaje y el sistema de carga a cisternas de cada instalación existente. En otras palabras, el etanol se enviaría por tuberías a cada Terminal de distribución y serían acopladas a las tuberías de carga a cisternas formando el sistema de mezclado en línea.

Aun en caso de utilizar etanol producido localmente, existe la alternativa de que el alcohol anhidro sea enviado desde el Ingenio La Cabaña y descargado en las instalaciones de la deshidratadora de la empresa ARFS.

En la figura 18, se han trazado rutas probables para el envío del etanol a cada terminal obteniéndose las siguientes distancias entre la deshidratadora y las distribuidoras:

- PUMA a 1.000 metros
- TEXACO a 400 metros
- RASA a 600 metros

Considerando una operación de ocho horas diarias promedio con una tasa de utilización del 70%, se tendrían los caudales de bombeo de gasolina y etanol por terminal de distribución que aparecen en el cuadro 8.

Figura 18

POSIBLES RUTAS PARA ALCOHOLDUCTOS EN EL SALVADOR



Cuadro 8

REQUERIMIENTOS DE BOMBEO POR TERMINAL

| CAPACIDAD REQUERIDA DE BOMBEO POR TERMINAL DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|--|-------|--------|------|--------------------|
| | RASA | TEXACO | PUMA | unidades de caudal |
| GASOLINAS | 14151 | 5443 | 2177 | LITROS/MINUTO |
| ETANOL | 1415 | 544 | 218 | LITROS/MINUTO |
| BOMBEO NOMINAL DE UNA TERMINAL EN REFERENCIA A UNA TERMINAL TÍPICA | | | | |
| | RASA | TEXACO | PUMA | unidades de caudal |
| GASOLINAS | 400 | 400 | 400 | gpm |
| ETANOL | 40 | 40 | 40 | gpm |

| DIÁMETRO ÓPTIMO DE TUBERÍAS Y BHP DE BOMBAS DE ETANOL | | | | |
|---|--------------|-------------------------|---------|-----------|
| TERMINAL | LONGITUD (m) | DIÁMETRO NOMINAL (pulg) | BHP (W) | CABEZA(m) |
| PUMA | 1000 | 3 | 332 | 9 |
| TEXACO | 400 | 3 | 392 | 11 |
| RASA | 600 | 3 | 452 | 13 |

*** tubería comercial cédula 40, STD, eficiencia bomba 70% y NPSHr 4 pies

Fuente: Elaboración propia

Como se observa del cuadro anterior los requerimientos de tubería y bombeo del etanol para ser mezclado en línea con la gasolina base son mínimas. La información en cuanto a número de brazos de carga por grado de gasolina por Terminal de distribución no fue suministrada, pero con los datos anteriores podemos inferir que RASA utiliza dos brazos por grado de gasolina, o sea cuatro, TEXACO uno por grado, o sea dos y PUMA tiene la misma situación de TEXACO.

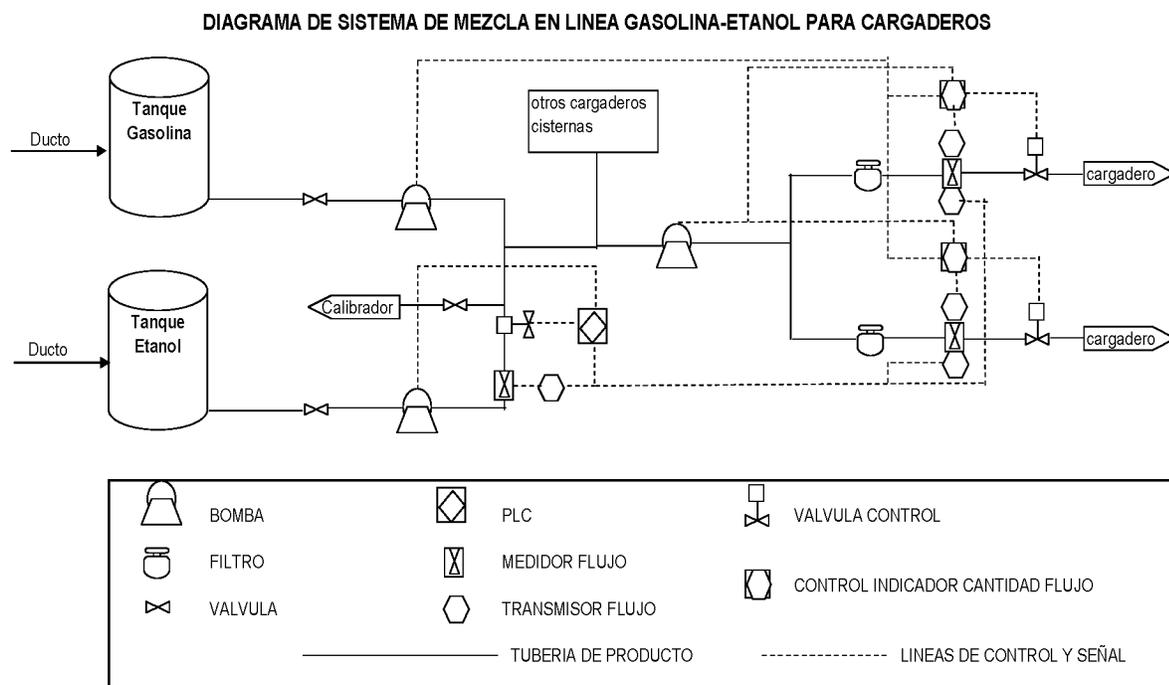
Utilizando de guía el Diagrama de Flujo típico de Mezclado en Línea, el cual se muestra nuevamente en la figura 19, es posible deducir la infraestructura necesaria en cada terminal:

- RASA
 - 600 metros de tubería en acero comercial cédula 40, STD, 3" diámetro nominal (línea principal más interconexiones)
 - 2 Bombas de 1 hp, 5 pies de NPSHr y cabeza de 42 pies, una de ellas de respaldo
 - Kit de reparación de la bomba
 - 1 sistema de control de caudal y mezcla con accesorios de tubería
 - Obras civiles
 - Obras eléctricas

- TEXACO
 - 400 metros de tubería en acero comercial cédula 40, STD, 3" diámetro nominal (línea principal más interconexiones)
 - 2 Bombas de 1 hp, 5 pies de NPSHr y cabeza de 42 pies, una de ellas de respaldo
 - Kit de reparación de la bomba
 - 1 sistema de control de caudal y mezcla con accesorios de tubería
 - Obras civiles
 - Obras eléctricas

- PUMA
 - 1.000 metros de tubería en acero comercial cédula 40, STD, 3" diámetro nominal (línea principal más interconexiones)
 - 2 Bombas de 5 hp, 5 pies de NPSHr y cabeza de 150 pies, una de ellas de respaldo
 - Kit de reparación de la bomba
 - 1 sistema de control de caudal y mezcla con accesorios de tubería
 - Obras civiles
 - Obras eléctricas

Figura 19



El detalle del costo de inversión requerido en cada Terminal aparece resumido en el cuadro 9.

Cuadro 9

| ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN EN CADA TERMINAL DE DISTRIBUCIÓN EN DOLARES | | | | | | | | | |
|--|---------|--------|-----------|---------|---------|------------|-------------|-----------|----------------|
| TERMINAL | TUBERÍA | BOMBAS | REPUESTOS | SISTEMA | OBRAS | OBRAS | 10% | IMPUESTOS | UTILIDAD |
| DE | DE | DE | DE | CONTROL | CIVILES | ELÉCTRICAS | IMPREVISTOS | ARANCELES | ADMINISTRACIÓN |
| DISTRIBUCIÓN | ETANOL | ETANOL | BOMBA | MEZCLA | | | | 30% | 30% |
| RASA | 93750 | 2500 | 250 | 100000 | 63000 | 8000 | 26750 | 88275 | 114758 |
| TEXACO | 66667 | 2500 | 250 | 75000 | 63000 | 8000 | 21541,6667 | 71088 | 92414 |
| PUMA | 175000 | 2500 | 250 | 75000 | 63000 | 8000 | 32375 | 106838 | 138889 |

*** tubería instalada, bombas incluyen motor eléctrico y controladores de arranque, sistema de control de acuerdo a diagrama y con calibrador

Fuente: Elaboración propia

y de esta forma se tiene que el monto final de las inversiones por Terminal serían:

- RASA: \$ 498.000
- TEXACO: \$ 400.000
- PUMA: \$ 601.000
- Total: 1,5 millones de dólares

Las estimaciones por ser globales tiene una variación del +/-30% por lo que la inversión total está en el rango de 1 a 2 millones de dólares.

Considerando la posibilidad de que por alguna razón, la deshidratadora de etanol ubicada en el puerto de Acajutla no participe en el proyecto, se ha procedido a calcular la inversión que sería necesaria para que el etanol sea recibido directamente en cada terminal de distribución.

Como se aprecia en el cuadro No. 10, la inversión requerida para este escenario se encuentra es de aproximadamente US\$ 2,5 millones.

Cuadro No. 10

ESTIMACIÓN DE INVERSIONES PARA EL RECIBO DEL ETANOL EN CISTERNAS EN CADA TERMINAL DE DISTRIBUCIÓN

RECIBO ETANOL

| VALVULAS | TUBERÍA | BOMBAS | REPUESTOS | SISTEMA | OBRAS | OBRAS | 10% | IMPUESTOS | UTILIDAD |
|--------------|---------|--------|-----------|----------|---------|------------|-------------|-----------|----------------|
| VACIO Y | DE | DE | DE | ACOPLE | CIVILES | ELÉCTRICAS | IMPREVISTOS | ARANCELES | ADMINISTRACIÓN |
| RESPIRADEROS | ETANOL | ETANOL | BOMBA | MEDICIÓN | | | | 30% | 30% |
| 30000 | 15000 | 5000 | 500 | 100000 | 15000 | 5000 | 14050 | 46365 | 60275 |

*** cada una de las columnas incluye instalación (dolares)

TANQUES

| CALCULO DE INVERSION EN TANCAJE | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|----------|----------------|---------|-----------|-----------|
| TERMINAL | VENTAS | ETANOL | ALMACENAMIENTO | NUMERO | CAPACIDAD | INVERSION |
| DE | DIARIAS | DIARIO | ETANOL | TANQUES | NOMINAL | DOLARES |
| DISTRIBUCIÓN | BARRILES (1) | BARRILES | 10 DIA CONSUMO | ETANOL | TANQUE | |
| RASA | 4574 | 457 | 4574 | 2 | 2500 | 175000 |
| TEXACO | 4911 | 491 | 4911 | 2 | 2500 | 175000 |
| PUMA | 1550 | 155 | 1550 | 1 | 1500 | 52500 |
| TOTAL | 11035 | 1104 | 11035 | 5 | 6500 | 402500 |

(1) VENTAS ESTIMADAS A 2015 EN RELACION A CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

MEZCLADO

| SISTEMA DE MEZCLADO EN LINEA PARA CARGADEROS | | | | | | | | | | |
|--|---------|--------|-----------|---------|---------|------------|-------------|-----------|----------------|---------|
| TERMINAL | TUBERÍA | BOMBAS | REPUESTOS | SISTEMA | OBRAS | OBRAS | 10% | IMPUESTOS | UTILIDAD | TOTAL |
| DE | DE | DE | DE | CONTROL | CIVILES | ELÉCTRICAS | IMPREVISTOS | ARANCELES | ADMINISTRACIÓN | |
| DISTRIBUCIÓN | ETANOL | ETANOL | BOMBA | MEZCLA | | | | 30% | 30% | |
| RASA | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 | 390855 |
| TEXACO | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 | 390855 |
| PUMA | 15000 | 2500 | 250 | 75000 | 45000 | 8000 | 14575 | 48098 | 62527 | 270949 |
| TOTAL | 75000 | 12500 | 750 | 275000 | 175000 | 28000 | 56625 | 186863 | 242921 | 1052659 |

*** tubería instalada, bombas incluyen motor eléctrico y controladores de arranque, sistema de control de acuerdo a diagrama y con calibrador

*** cada una de las columnas incluye instalación (dolares)

TOTAL INVERSIONES

| INVERSION TOTAL (\$) | | | | | |
|----------------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| TERMINAL | RECIBO | TANQUES | SISTEMA | SISTEMA | TOTAL |
| DE | ETANOL | | INCENDIO | MEZCLA | |
| DISTRIBUCIÓN | | | | LINEA | |
| RASA | 291190 | 175000 | 50000 | 390855 | 907044 |
| TEXACO | 291190 | 175000 | 50000 | 390855 | 907044 |
| PUMA | 291190 | 52500 | 50000 | 270949 | 664639 |
| TOTAL | 873569 | 402500 | 150000 | 1052659 | 2478727 |

Fuente: Elaboración propia

2. Guatemala

Guatemala importó un estimado de 5 millones de barriles de gasolina superior y 2,7 millones de gasolina regular en el año 2006, para un total de 7,7 millones de barriles de gasolinas, lo que representa un total de 1.259 millones de litros en el 2006, si se considera un crecimiento del 5% anual, para el año 2015 se tendrá en ese país 2.051 millones de litros de consumo en gasolinas, de los cuales 205 millones serán de etanol, 2,3 veces las necesidades de etanol de El Salvador.

De acuerdo con la capacidad de producción de etanol y la utilización de cada destilería comentada en el punto 2 del capítulo IV, Guatemala estaría en capacidad de producir el etanol requerido, sin embargo; tendría que importar o melaza o azúcar para completar los requerimientos de materia prima, además; es conveniente considerar el escenario en donde por diferentes razones no sea posible adquirir el etanol localmente.

Ante esta situación, una alternativa que no requiere de infraestructura adicional es importar el etanol necesario a través del puerto de Acajutla en El Salvador el cual está a aproximadamente 200 Km. de las principales terminales de hidrocarburos de Guatemala en el Pacífico y en donde ya existe la infraestructura necesaria para importar el etanol.

Asimismo, la deshidratadora de la empresa ARFS, cuenta con suficiente capacidad para abastecer las necesidades de El Salvador y cualquier faltante en los requerimientos de etanol de Guatemala.

Sin embargo, la distancia entre las destilerías y los centros de distribución de combustibles no permiten un mezclado en línea directo desde las primeras.

Por lo anterior, en el caso de Guatemala, la mejor opción para la preparación del etanol es el mezclado en línea, sólo que a diferencia de El Salvador, en vez de enviar el etanol a las terminales por tubería, sería recibido en cisternas, por lo que se deberán instalar tanques pequeños para realizar las mezclas en las líneas en cada terminal.

De esta forma, el esquema para cada Terminal de distribución sería el mostrado en la figura 20.

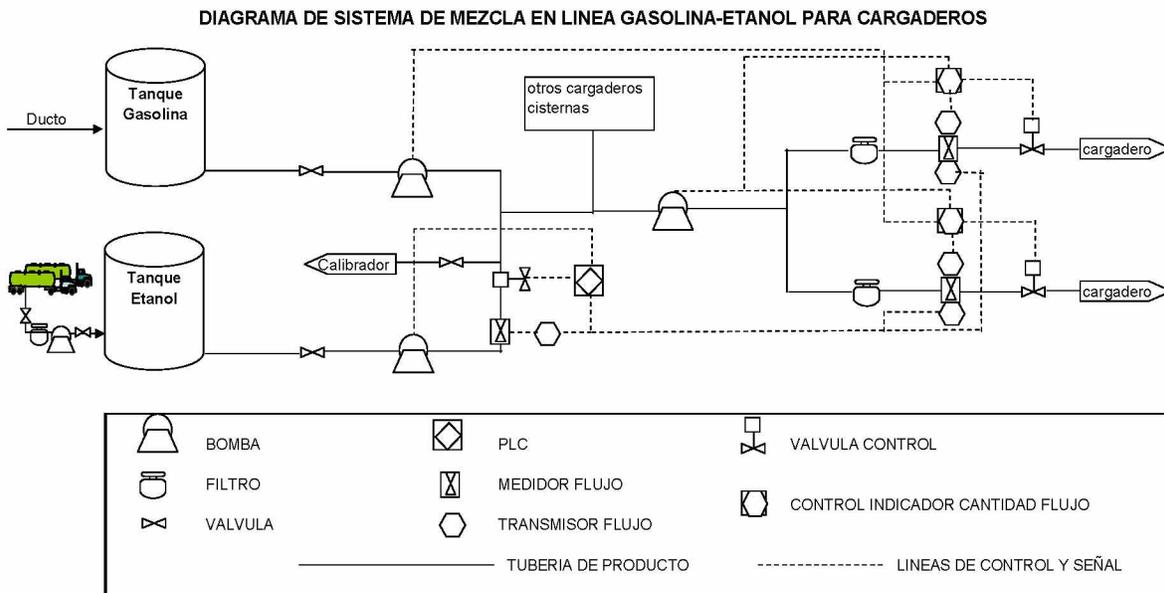
Como se observa en esta figura, la infraestructura implica dos sistemas independientes:

a) Sistema recibo de etanol el cual consistiría en:

- 50 metros de tubería con válvulas, codos y otros accesorios para descarga cisternas, recirculación y mezclado (3 pulgadas diámetro nominal, cédula 40, std, acero comercial)
- Un tanque de almacenamiento de etanol con capacidad para 10 días de consumo
- Una bomba de 5 hp, 3 pies de NSPHr y cabeza de 100 pies
- 3 válvulas de control de vacío y cierre de respiraderos de tanques
- Sistema de acoples seco, filtros, medición de presión y volumen
- Obra civil
- Obra eléctrica

Figura 20

ESQUEMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL EN LAS TERMINALES DE COMBUSTIBLES DE GUATEMALA



b) Sistema de mezcla en línea para cargaderos compuesto de:

- Un máximo de 1.000 metros de tubería en acero comercial cédula 40, STD, 3" diámetro nominal (línea principal más interconexiones)
- 2 Bombas de 5 hp, 5 pies de NPSHr y cabeza de 150 pies, una de ellas de respaldo
- Kit de reparación de la bomba
- 1 sistema de control de caudal y mezcla con accesorios de tubería
- Obras civiles
- Obras eléctricas

Los costos asociados al sistema de recibo de etanol se resumen en el cuadro 11.

Cuadro 11

INVERSIONES PARA EL RECIBO Y MEZCLADO DE ETANOL EN LAS TERMINALES DE GUATEMALA

RECIBO ETANOL

| VALVULAS | TUBERÍA | BOMBAS | REPUESTOS | SISTEMA | OBRAS | OBRAS | 10% | IMPUESTOS | UTILIDAD |
|--------------|---------|--------|-----------|----------|---------|------------|-------------|-----------|----------------|
| VACIO Y | DE | DE | DE | ACOPLE | CIVILES | ELÉCTRICAS | IMPREVISTOS | ARANCELES | ADMINISTRACIÓN |
| RESPIRADEROS | ETANOL | ETANOL | BOMBA | MEDICIÓN | | | | 30% | 30% |
| 30000 | 15000 | 5000 | 500 | 100000 | 15000 | 5000 | 14050 | 46365 | 60275 |

*** cada una de las columnas incluye instalación (dolares)

TANQUES

| CALCULO DE INVERSION EN TANCAJE | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|----------|----------------|---------|-----------|-----------|
| TERMINAL | VENTAS | ETANOL | ALMACENAMIENTO | NUMERO | CAPACIDAD | INVERSION |
| DE | DIARIAS | DIARIO | ETANOL | TANQUES | NOMINAL | DOLARES |
| DISTRIBUCIÓN | BARRILES (1) | BARRILES | 10 DIA CONSUMO | ETANOL | TANQUE | |
| CARCASA (PACÍFICO) | 5362 | 536 | 5362 | 2 | 2500 | 175000 |
| ESSO (PACÍFICO) | 3375 | 337 | 3375 | 2 | 1500 | 105000 |
| PUMA (PACÍFICO) | 10352 | 1035 | 10352 | 2 | 5000 | 300000 |
| OTSA (PACÍFICO) | 6522 | 652 | 6522 | 2 | 3000 | 195000 |
| PUMA (ATLÁNTICO) | 1366 | 137 | 1366 | 1 | 1500 | 52500 |
| TASA (ATLÁNTICO) | 6480 | 648 | 6480 | 2 | 3000 | 195000 |
| TEXACO (ATLÁNTICO) | 1594 | 159 | 1594 | 1 | 1500 | 52500 |
| PETROLATIN (ATLÁNTICO) | 290 | 29 | 290 | 1 | 300 | 30000 |

(1) VENTAS ESTIMADAS A 2015 EN RELACION A CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

MEZCLADO

| SISTEMA DE MEZCLADO EN LINEA PARA CARGADEROS | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| TERMINAL | TUBERÍA | BOMBAS | REPUESTOS | SISTEMA | OBRAS | OBRAS | 10% | IMPUESTOS | UTILIDAD |
| DE | DE | DE | DE | CONTROL | CIVILES | ELÉCTRICAS | IMPREVISTOS | ARANCELES | ADMINISTRACIÓN |
| DISTRIBUCIÓN | ETANOL | ETANOL | BOMBA | MEZCLA | | | | 30% | 30% |
| CARCASA (PACÍFICO) | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 |
| ESSO (PACÍFICO) | 15000 | 2500 | 250 | 75000 | 45000 | 8000 | 14575 | 48098 | 62527 |
| PUMA (PACÍFICO) | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 |
| OTSA (PACÍFICO) | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 |
| PUMA (ATLÁNTICO) | 15000 | 2500 | 250 | 75000 | 45000 | 8000 | 14575 | 48098 | 62527 |
| TASA (ATLÁNTICO) | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 |
| TEXACO (ATLÁNTICO) | 30000 | 5000 | 250 | 100000 | 65000 | 10000 | 21025 | 69383 | 90197 |
| PETROLATIN (ATLÁNTICO) | 15000 | 2500 | 250 | 75000 | 45000 | 8000 | 14575 | 48098 | 62527 |
| TOTAL INVERSIONES | 195000 | 32500 | 2000 | 725000 | 460000 | 74000 | 148850 | 491205 | 638567 |

*** tubería instalada, bombas incluyen motor eléctrico y controladores de arranque, sistema de control de acuerdo a diagrama y con calibrador

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro anterior, se debe adicionar un sistema contra incendios al tanque capaz de entregar 750 gpm de espumógeno al 6% según la norma NFPA 11.

Considerando la información anterior se obtienen las inversiones estimadas que se deben realizar en cada una de las terminales de hidrocarburos en Guatemala, las cuales se aprecian en el cuadro 12.

Cuadro 12

RESUMEN DE INVERSIONES A REALIZAR A CADA TERMINAL DE HIDROCARBUROS
DE GUATEMALA

| INVERSION TOTAL (\$) | | | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| TERMINAL | RECIBO | TANQUES | SISTEMA | SISTEMA | TOTAL |
| DE | ETANOL | | INCENDIO | MEZCLA | |
| DISTRIBUCIÓN | | | | LINEA | |
| CARCASA (PACÍFICO) | 291190 | 175000 | 50000 | 390855 | 907044 |
| ESSO (PACÍFICO) | 291190 | 105000 | 50000 | 270949 | 717139 |
| PUMA (PACÍFICO) | 291190 | 300000 | 60000 | 390855 | 1042044 |
| OTSA (PACÍFICO) | 291190 | 195000 | 50000 | 390855 | 927044 |
| PUMA (ATLÁNTICO) | 291190 | 52500 | 30000 | 270949 | 644639 |
| TASA (ATLÁNTICO) | 291190 | 195000 | 50000 | 390855 | 927044 |
| TEXACO (ATLÁNTICO) | 291190 | 52500 | 30000 | 390855 | 764544 |
| PETROLATIN (ATLÁNTICO) | 291190 | 30000 | 15000 | 270949 | 607139 |
| TOTAL INVERSIONES | 2329516 | 1105000 | 335000 | 2767122 | 6536638 |

Fuente: Elaboración propia

El total para Guatemala es de \$ 6,5 millones, pero considerando el mismo margen de error de +/- 30%, la inversión estaría en un rango de 4,5 a 8,5 millones de dólares.

Es conveniente aclarar que este monto no considera tancaje en las destilerías y supone que el etanol será enviado periódicamente desde las mismas o desde la Terminal de Acajutla en El Salvador.

El esquema de recibo de etanol en un tanque para poder hacer mezclado en línea al cargadero representa para Guatemala la inversión más viable por la separación geográfica entre destilerías y centros de distribución de combustibles, además que no tiene un sistema de poliductos que facilite la logística.

Adicionalmente y considerando que un 28% de las ventas de gasolinas tienen su origen en las terminales ubicadas en los puertos del atlántico, es necesario determinar si existe disponibilidad de camiones cisterna para transportar el etanol desde las destilerías hasta las terminales, ya que al contrario de la zona pacífica en donde los camiones cisternas podrían transportar el etanol desde las destilerías hasta las terminales después de haber descargado los combustibles en las estaciones de servicio.

En caso de que no exista disponibilidad de camiones para trasladar el etanol desde las destilerías hasta las terminales del Atlántico, se debe considerar que para transportar los 35 millones de litros de etanol necesarios en la actualidad, se necesitarán alrededor de tres camiones cisternas con una capacidad de 10.000 galones cada uno, los cuales realizarían un viaje por día durante seis días a la semana. En este caso se debe incluir en la inversión requerida un monto de US\$ 100.000 por cada cisterna para un total adicional de US\$ 300.000.

IX. COSTOS DE MODIFICACIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO Y EQUIPOS DE TRANSPORTE

Las dos características principales que deben cumplir las estaciones de servicio para que estén en capacidad de vender gasolinas con etanol son las siguientes:

a) Hermeticidad de los tanques con el fin de impedir la entrada de agua

Para impedir la entrada de agua en los tanques, las estaciones de servicio se diseñan con el fin de que las conexiones de las mangueras de descarga posean una trampa de aguas oleaginosas. Las tapas de estas trampas deben contar con un empaque y además es conveniente que posean un desnivel con respecto a la loza de la estación de al menos 5 cm. para evitar que en caso de lluvias fuertes, el agua ingrese en las trampas y puedan alcanzar las conexiones de las mangueras.

Durante las inspecciones se encontraron estaciones en donde aunque no contaban con los desniveles requeridos ni los empaques en las tapas de las trampas, no se halló agua dentro de los tanques de almacenamiento ya que existe la buena práctica de mantener secas las trampas de aguas oleaginosas. Además, las conexiones para las mangueras de los camiones cisternas se mantenían cerradas herméticamente y con los empaques en buen estado.

Adicionalmente, las pruebas periódicas de hermeticidad que se realizan a los tanques así como las especificaciones para su construcción reducen la posibilidad de que el agua ingrese al tanque debido a fisuras existente en las paredes del recipiente.

Por lo anterior, se puede concluir que los tanques de las estaciones de servicio cuentan con mecanismos para garantizar la hermeticidad e impedir la entrada de agua, de tal forma que en aquellos casos en donde se desee mejorar las condiciones de los mismos las inversiones necesarias tendrían un costo inferior a los US\$ 500 por tanque.

b) Materiales utilizados en la construcción de los tanques

Los tanques de todas las estaciones de servicio inspeccionadas son de acero el cual es compatible con el etanol, sin embargo; se debe garantizar que los mismos no sean pintados internamente debido al riesgo de que la pintura sea liberada y atasque los filtros de la estación o de los vehículos.

En cuanto a este punto, los tanques de almacenamiento inspeccionados no se encontraban pintados y en ambos países funcionarios de las Direcciones de Hidrocarburos señalaron que la práctica común es no pintar los tanques internamente.

En caso de que una estación de servicio deba cambiar un tanque de almacenamiento, debido a alguna razón en particular, el costo de la desinstalación e instalación sería alrededor de los US\$ 112.000, de los cuales US\$ 2.300 corresponden a los costos de desinstalación del tanque a reemplazar y el resto al montaje del nuevo.

Con respecto a los camiones cisternas, los materiales de construcción de los mismos y su diseño garantizan su uso en el transporte de gasolinas con etanol. Sin embargo, es conveniente que antes de que un tanque sea destinado al transporte de gasohol, sea previamente lavado y secado con el fin de eliminar cualquier sedimento o agua que podría ser luego absorbida por el gasohol.

El costo de esta limpieza es inferior a los US\$ 100 por unidad, por lo que considerando que un camión cisterna abastece en promedio cinco estaciones de servicio, el costo total de esta limpieza sería de US\$ 20.000 en el caso de Guatemala y US\$ 8.000 para El Salvador.

X. RESPONSABILIDADES DE CADA AGENTE INVOLUCRADO EN EL USO DE GASOLINAS CON ETANOL

Uno de los aspectos primordiales para garantizar el éxito de un proyecto nacional de uso de etanol en gasolinas consiste en que cada uno de los agentes involucrados en la elaboración, distribución, venta y uso del gasohol en los vehículos; sean conscientes de sus responsabilidades.

1. Importadores y Terminales de Combustibles

No es conveniente mezclar etanol directamente con las gasolinas terminadas ya que no se aprovecharían las ventajas técnicas y económicas que presenta el etanol. Una mezcla de tales características tendría un octanaje entre 3 y 5 RON mayor y considerando los precios actuales del etanol, el costo de los combustibles finales sería mayor.

Adicionalmente, las terminales de combustible deben ser más rigurosas con respecto al control y evacuación del agua existente en los tanques de almacenamiento, sobre todo considerando que es normal que los embarques de hidrocarburos tengan cierto contenido de agua y sedimentos.

Por lo anterior las principales responsabilidades de los importadores y de las terminales de combustibles son las siguientes:

- Redefinir las especificaciones de las gasolinas a importar considerando el impacto que la adición de etanol tendrá en el octanaje y la presión de vapor.
- Incrementar las medidas preventivas con el fin de garantizar que los camiones cisternas no posean agua y sedimentos antes de recibir el gasohol.
- Analizar el material de los empaques de las conexiones para verificar su compatibilidad con gasolinas con etanol.
- Informar a las estaciones de servicio sobre las precauciones relacionadas con el almacenamiento y distribución de gasolinas con etanol.
- Cumplir los procedimientos de seguridad relacionados con la recepción, el almacenamiento y el mezclado del etanol.
- Analizar y modificar los procedimientos de emergencia de las terminales para incluir las medidas específicas para atender incidentes relacionados con el etanol.
- Establecer procedimientos adecuados de calibración, operación y mantenimiento de los equipos del sistema de mezclado en línea del etanol y de los tanques de almacenamiento.
- Establecer las especificaciones del alcohol a utilizar en la formulación de las gasolinas considerando los reglamentos técnicos centroamericanos (RTCA) que se elaboren para tal efecto.
- Controlar los inventarios.
- Verificar propiedades de los productos finales.
- Realizar pruebas abreviadas en las estaciones de servicio para verificar la integridad del producto y descubrir alteraciones.

- Establecer un programa de reclamaciones con el fin de establecer planes de acción para atender no conformidades derivadas de alteraciones en la calidad de los combustibles.

2. Transportistas

Las empresas encargadas del transporte de la gasolina y el etanol, deben garantizar la integridad de los productos durante la fase de distribución.

Las responsabilidades de este sector dentro de un escenario de ventas de gasolinas con etanol son las siguientes:

- Cumplir las medidas de seguridad relacionadas con el transporte de hidrocarburos y etanol.
 - Identificación de las unidades y el producto a transportar según código de las Naciones Unidas.
 - Contar con las hojas de seguridad y la información necesaria para la atención de emergencias presentadas en el transporte.
 - Conducir las unidades de acuerdo con los límites de velocidad y las señales de tránsito establecidas.
 - Aterrizar las unidades antes de carga operación de carga y descarga de los combustibles.
 - Suministrar y velar por la utilización del equipo de seguridad requerido por los conductores de las unidades (ropa retardante de fuego, zapatos de seguridad, etc.)
- Brindar la capacitación adecuada a los conductores de las unidades.
- Mantener los tanques de las unidades limpios y los empaques en buen estado para evitar la entrada de agua en los mismos.
- Colocar los marchamos de seguridad en los tanques.
- Suministrar el mantenimiento adecuado de las unidades.

3. Destilerías

El suministro de etanol a las terminales de distribución es el factor de éxito más crítico del proyecto ya que una vez que inicie el proyecto de gasohol, las gasolinas almacenadas en las terminales no cumplirán con las especificaciones finales, ya que de acuerdo a la infraestructura existente, tal y como se mencionó en el capítulo VIII, lo más recomendable es que las gasolinas con etanol sean formuladas en línea durante el llenado de los camiones.

Por lo anterior, una falla en el suministro del etanol paralizaría las operaciones de las terminales relacionadas con la venta de gasolinas.

Por esta razón, la principal responsabilidad de las destilerías es garantizar el suministro de etanol durante todo el año, adicionalmente deben:

- Cumplir con las especificaciones definidas por las terminales de combustible.
- Garantizar la seguridad de las operaciones y del personal asociado.

- Mantener un almacenamiento mínimo de etanol en las instalaciones.
- Establecer un plan de contingencia junto con las terminales de combustible que permita garantizar el suministro de etanol en caso de paros no programados de la destilería o en los periodos post zafra.
- Definir los programas de producción y mantenimiento de las instalaciones.
- Verificar la confiabilidad de las destilerías y la determinar las inversiones necesarias para cumplir con los objetivos de producción.
- Establecer planes de expansión de la capacidad de producción de etanol de acuerdo con las estimaciones de crecimiento en la demanda de gasolinas.

4. Estaciones de Servicio

El personal de las estaciones de servicio junto con los mecánicos tiene un papel fundamental para garantizar la aceptación de las gasolinas con etanol, ya que los propietarios de los vehículos buscarán confirmar las informaciones oficiales sobre la calidad del gasohol.

Si los propietarios de los vehículos reciben informaciones contradictorias sobre los nuevos combustibles, perderán la confianza en el producto y se podría generar un descontento general.

Ante esta situación, las estaciones de servicio deben:

- Conocer en detalle las características del gasohol y los problemas mecánicos que podrían generar en los vehículos.
- Informar a los propietarios de los vehículos de los problemas que se podrían generar cuando se inicia el uso de etanol de gasolinas y las tuberías o tanques de gasolina no se encuentran en buen estado.
- Cumplir con las medidas de seguridad relacionadas con la descarga, almacenamiento y venta de combustibles.
- Establecer y cumplir un programa de capacitación y entrenamiento para los empleados.
- Recomendar ajustes en los programas de mantenimiento de los vehículos al iniciar la utilización del gasohol tales como cambio de filtros.
- Mejorar las medidas preventivas con el fin de evitar la entrada de agua y suciedad en los tanques de almacenamiento y realizar modificaciones en los mismos en caso de ser necesario.
- Realizar pruebas abreviadas con el fin de determinar el contenido de etanol de las gasolinas y detectar anomalías.
- Informar a los suplidores acerca de cualquier alteración detectada.

5. Vendedores de vehículos y talleres de servicio

Tal y como se comentó anteriormente, al iniciar el programa de uso de etanol en las gasolinas los propietarios de los vehículos tenderán a obtener información acerca de los efectos que los nuevos combustibles podrían tener en los motores.

Ante esta situación es recomendable que se realice un proyecto piloto que involucre a este sector con el fin de evaluar los problemas mecánicos que se podrían generar y sus causas. De esta forma, el personal de los talleres de servicio podrá tener certeza de cuales son los problemas normales que se esperarían al utilizar el gasohol.

Adicionalmente, este sector tiene la responsabilidad de:

- Informar a los fabricantes de los vehículos del cambio en las especificaciones de las gasolinas y el uso de etanol en las mismas.
- Analizar los modelos existentes y recomendar cualquier modificación necesaria para adecuar aquellos vehículos que podrían tener problemas al utilizar gasohol.
- Informar a los propietarios sobre los problemas “normales” que pueden presentarse al iniciar el uso de etanol en las gasolinas.

6. Ministerios y otras entidades del sector público

Tal y como se comentó anteriormente, existen varias razones por las cuales los gobiernos están impulsando el uso de biocombustibles en sus países, entre ellas impulso del sector agrícola, generación de empleo, disminución de la dependencia energética del petróleo y sus derivados, reducción de los impactos ambientales relacionados con el uso de combustibles, etc.

Es recomendable que los Ministerios y otras entidades del gobierno informen adecuadamente a los propietarios de los vehículos de las razones por las cuales se iniciará el uso de etanol en las gasolinas.

Además es recomendable que este sector se encargue de:

- Redefinir las especificaciones de las gasolinas.
- Determinar la conveniencia de establecer incentivos para el sector productivo e hidrocarburos con el fin de favorecer el retorno de las inversiones realizadas.
- Diseñar y realizar campañas de publicidad que permitan concienciar a los propietarios de los vehículos sobre los impactos en el ambiente del uso de derivados del petróleo y los beneficios del uso de biocombustibles, y que además sirvan para informar acerca de los problemas iniciales que se podrían presentar en los motores y su carácter temporal.
- Informar oportunamente a todos los sectores sobre la decisión de utilizar etanol en gasolinas para permitir la adecuación de las instalaciones y la ejecución de las inversiones que sean necesarias.

Adicionalmente, es conveniente que el Gobierno realice un proyecto piloto que permita conocer y evaluar los impactos de la introducción del gasohol.

7. Propietarios de los vehículos

Finalmente, se debe tener claro que los conductores y propietarios de los vehículos tienen la responsabilidad de realizar el mantenimiento preventivo necesario de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes una vez que inicien el uso de combustibles con etanol.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a los efectos ambientales producidos por el consumo de combustibles fósiles y al crecimiento de los países en vías de desarrollo, es imprescindible considerar el uso de biocombustibles dentro de los programas de desarrollo sustentable que a la vez permitan impulsar el sector productivo.

En el caso de Centroamérica, estudios previos han señalado que existen buenas posibilidades de desarrollar proyectos para el uso del bioetanol en las gasolinas, principalmente en El Salvador y Guatemala, los cuales permitirían reducir la dependencia de los derivados del petróleo.

Dada la falta de experiencia en el manejo de gasohol en El Salvador y Guatemala es conveniente que se realice un proyecto piloto de uso de etanol en vehículos de diferentes modelos que permita adquirir el conocimiento y despejar las dudas existentes en el sector automotriz principalmente; de esta forma se contará con material sólido para promocionar el proyecto adecuadamente.

Las condiciones de las estaciones de servicio existentes en ambos países en términos generales son adecuadas para almacenar y manejar gasolinas con etanol, sin embargo, se deben reforzar los controles para evitar que ingrese agua en los tanques, para lo cual podrían ser necesarias modificaciones menores principalmente en el diseño de las bocas de inspección.

Debido a que la mayoría de las estaciones de servicio están en capacidad de ofrecer únicamente tres productos, la posibilidad de ofrecer una tercera gasolina implicaría una inversión adicional considerable.

Dadas las limitaciones en cuanto a la disponibilidad de tanques de almacenamiento de gasolina en las terminales de ambos países, la posibilidad de preparar las mezclas de gasolina con etanol en los mismos tanques de ventas se ve reducida y no se considera factible desde el punto de vista operativo, por lo que se debe considerar el mezclado en la línea que alimenta los cargaderos de los cisternas.

La existencia de una deshidratadora de etanol en medio de las terminales de combustibles de El Salvador, facilita la preparación de las gasolinas con etanol y reduce las necesidades de inversión a menos de US\$ 2 millones debido a la posibilidad de contar con alcoholductos que reducen la necesidad de tancaje adicional en las terminales.

Adicionalmente, la capacidad de esta deshidratadora y las instalaciones existentes, permiten suplir cualquier volumen de etanol que no pueda ser suministrado por las destilerías locales, con lo que el proyecto se garantizaría el suministro del etanol requerido para preparar las mezclas.

En el caso de Guatemala, la preparación requiere la instalación de tanques exclusivos para etanol que permitan almacenar las necesidades de al menos 10 días, con lo que las inversiones necesarias en este país estarían en el rango de los 4,5 a 8,5 millones de dólares americanos.

Con respecto al equipo de distribución requerido, la ubicación de las destilerías en ambos países permite que el etanol sea enviado a las terminales ubicadas en la costa del Pacífico utilizando las mismas unidades que se emplean actualmente para la distribución de las gasolinas. Sin embargo, en el caso de la región Atlántica de Guatemala, se debe analizar detalladamente la disponibilidad de camiones cisternas para realizar el transporte del etanol desde las destilerías hasta las terminales. En caso de no existir unidades disponibles será necesario adquirir al menos tres unidades adicionales.

Finalmente se debe enfatizar en que el éxito del programa de gasohol dependerá en gran medida de las campañas de mercadeo u publicidad que sean realizadas así como de la capacitación que se le brinde al personal de las estaciones de servicio y de los talleres mecánicos.

BIBLIOGRAFÍA

Berg, Ch. (2004), *World Fuel Ethanol Analysis and Outlook, 2004*

British Petroleum (2006), “B.P. Statistical Review of World Energy”, June.

Carvalho, E. (2006), “Outlook on Ethanol”, Hart World Refining & Fuels Conference: Latin America & the Caribbean, Rio de Janeiro, Brasil, Agosto.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2005), *Istmo Centroamericano Estadísticas de Hidrocarburos, 2005* (LC/MEX/L.738, 15 de agosto)

Energy Information Administration Brochures (s/f), “Greenhouse gases, climate change and energy”, en <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggccebro/chapter1.html>

Hernández, H y Islas, J. (2004), “Nuevas Energías Renovables: Una alternativa Energética Sustentable para México”, Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República de México.

Ullet, Lisbet y Agencias Internacionales (2007), “Política Energética de EEUU impulsa el mercado de Etanol”, Diario La Nación, Costa Rica, edición del 25 de enero 2007.

Joseph, H. (2006), “Ethanol & Flex Fuel Vehicles”, Hart World Refining & Fuels Conference: Latin America & the Caribbean, Rio de Janeiro, Brasil, Agosto 2006.

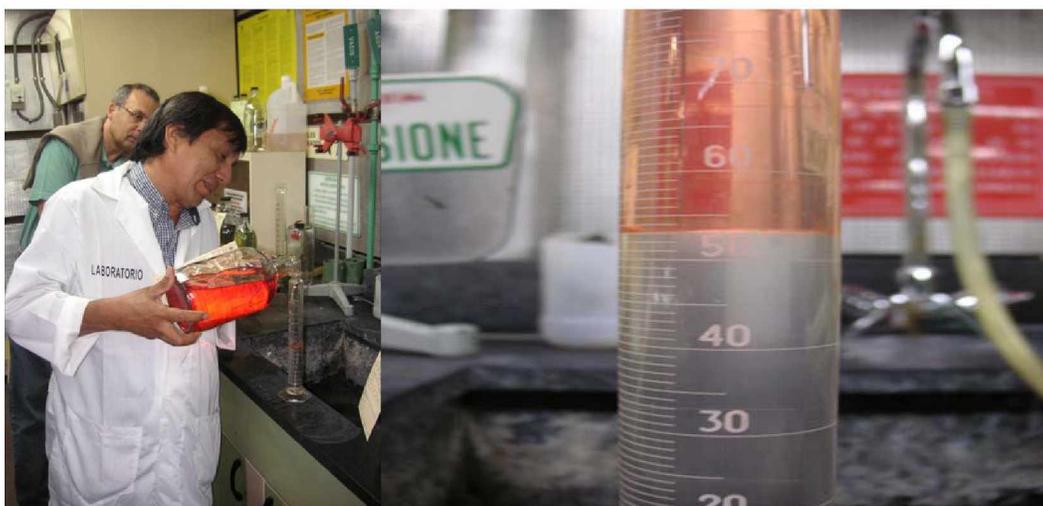
ANEXOS

ANEXO I

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA ABREVIADA DE CONTENIDO DE ETANOL EN GASOLINAS

Figura I-1

PRUEBA ABREVIADA DE CONTENIDO DE ALCOHOL EN GASOLINA



Fuente: Gerente de Comercio Internacional y Desarrollo de RECOPE.

Figura I-2

PRUEBA ABREVIADA DE CONTENIDO DE ALCOHOL Y ETANOL



Fuente: Gerente de mercadeo y Distribución de RECOPE

- 1) En una probeta calibrada de 100 ml se vierten 50 ml de gasolina con alcohol.
- 2) Se llena con agua la probeta con gasolina hasta la marca de 100 ml agregando 50 ml de agua.
- 3) Se tapa la probeta con un corcho de caucho y se agita fuertemente.
- 4) Se deja reposar las mezclas en la probeta hasta que las fases de agua y gasolina se separan completamente.
- 5) Se lee la cantidad de la fase de agua y se le resta 50 ml. el resultado se multiplica por dos y ese será el porcentaje de alcohol en la gasolina.

ANEXO II

CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR EN GUATEMALA

CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR: MARCA, MODELO, CILINDRADA, AÑO DE FABRICACIÓN Y PAÍS DE ORIGEN

Cuadro AII-1

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PARQUE VEHICULAR CLASIFICADO POR TIPO DE COMBUSTIBLE, AÑOS 2005 Y 2006 / HASTA SEPTIEMBRE

| PERIODO | DIESEL | GASOLINA | OTRO | TOTAL |
|---------|---------|-----------|--------|-----------|
| ene-05 | 150,857 | 778,134 | 19,623 | 948,614 |
| feb-05 | 152,379 | 785,938 | 19,710 | 958,027 |
| mar-05 | 153,843 | 794,492 | 19,837 | 968,172 |
| abr-05 | 155,421 | 803,213 | 19,940 | 978,574 |
| may-05 | 156,862 | 812,689 | 20,046 | 989,597 |
| jun-05 | 158,312 | 823,296 | 20,119 | 1,001,727 |
| jul-05 | 160,063 | 834,095 | 20,221 | 1,014,379 |
| ago-05 | 161,851 | 844,785 | 20,322 | 1,026,958 |
| sep-05 | 163,704 | 856,521 | 20,435 | 1,040,660 |
| oct-05 | 165,637 | 868,382 | 20,576 | 1,054,595 |
| nov-05 | 167,246 | 877,859 | 20,648 | 1,065,753 |
| dic-05 | 169,095 | 890,090 | 20,883 | 1,080,068 |
| ene-06 | 171,001 | 905,238 | 20,986 | 1,097,225 |
| feb-06 | 172,908 | 918,756 | 21,141 | 1,112,805 |
| mar-06 | 175,208 | 934,324 | 21,342 | 1,130,874 |
| abr-06 | 177,027 | 946,095 | 21,461 | 1,144,583 |
| may-06 | 179,189 | 963,215 | 21,624 | 1,164,028 |
| jun-06 | 181,460 | 978,600 | 21,755 | 1,181,815 |
| jul-06 | 183,692 | 994,280 | 21,932 | 1,199,904 |
| ago-06 | 186,127 | 1,010,394 | 22,089 | 1,218,610 |
| sep-06 | 189,549 | 1,050,297 | 22,961 | 1,262,807 |

Fuente: Elaboración propia con cifras de la Base de Datos del Sistema de Registro Fiscal de Vehículos, SAT.

Cuadro AII-2

PARQUE VEHICULAR, CLASIFICADO POR TIPO DE VEHÍCULO

| TIPO DE VEHICULO | dic-05 | oct-06 |
|---|------------------|------------------|
| AUTOBUSES, BUSES, MICROBUSES | 61,176 | 68,646 |
| AUTOMOVILES | 334,429 | 375,237 |
| CAMIONES, CABEZALES Y TRANSPORTE DE CARGA | 74,455 | 81,717 |
| CAMIONETAS, CAMIONETILLAS Y PANELES | 125,794 | 142,868 |
| ETC CARRETAS, CARRETONES, REMOLQUES, | 2,779 | 3,163 |
| FURGONES Y PLATAFORMAS | 12,004 | 13,285 |
| GRUAS | 126 | 295 |
| JEEP | 15,925 | 15,808 |
| MOTOCICLETAS | 167,643 | 244,617 |
| OTROS | 1,292 | 3,312 |
| PICK-UP | 283,793 | 312,990 |
| TRACTORES Y MINITRACTORES | 652 | 869 |
| TOTAL | 1,080,068 | 1,262,807 |

Fuente: elaboración propia con cifras de la Base de Datos del Sistema de Registro Fiscal de Vehículos, SAT.

Cuadro AII-3

PARQUE VEHICULAR, CLASIFICADO POR MODELO DEL VEHÍCULO

| MODELO | dic-05 | oct-06 |
|--------------|------------------|------------------|
| 2007 | - | 9,958 |
| 2006 | 26,970 | 90,377 |
| 2005 | 73,673 | 82,385 |
| 2004 | 58,184 | 60,081 |
| 2003 | 42,287 | 44,497 |
| 2002 | 28,050 | 30,830 |
| 2001 | 27,773 | 30,741 |
| 2000 | 28,139 | 32,390 |
| 1999 | 36,111 | 37,914 |
| 1998 | 37,724 | 41,170 |
| 1997 | 29,834 | 35,507 |
| 1996 | 32,571 | 36,743 |
| 1995 | 43,046 | 47,966 |
| 1994 | 43,403 | 48,053 |
| 1993 | 41,376 | 44,610 |
| 1992 | 34,291 | 36,546 |
| 1991 | 31,328 | 33,266 |
| 1990 | 33,861 | 35,443 |
| 1989 | 39,072 | 40,691 |
| 1988 | 44,480 | 46,132 |
| 1987 | 48,653 | 50,225 |
| 1986 | 48,244 | 49,903 |
| 1985 | 41,299 | 42,865 |
| 1984 | 35,913 | 37,180 |
| 1983 | 22,261 | 23,070 |
| 1982 | 21,726 | 22,731 |
| 1981 | 21,396 | 22,399 |
| 1980 ó Menor | 108,403 | 149,134 |
| TOTAL | 1,080,068 | 1,262,807 |

Fuente: elaboración propia con cifras de la Base de Datos del Sistema de Registro Fiscal de Vehículos, SAT.

Cuadro AII-4
 PARQUE VEHICULAR, CLASIFICADO POR MARCA DEL VEHÍCULO
 (CIFRAS EN UNIDADES DE VEHICULOS)

| MARCA | AÑO 2005 | AÑO 2006 ^a |
|---------------|------------------|-----------------------|
| TOYOTA | 283,005 | 318,201 |
| NISSAN | 74,813 | 79,666 |
| HONDA | 60,680 | 77,908 |
| SUZUKI | 55,759 | 72,959 |
| MAZDA | 63,386 | 71,710 |
| MITSUBISHI | 52,299 | 58,813 |
| FORD | 48,610 | 53,617 |
| CHEVROLET | 38,673 | 43,295 |
| ISUZU | 33,335 | 36,157 |
| VOLKSWAGEN | 26,728 | 29,258 |
| BAJAJ | 17,213 | 28,931 |
| HYUNDAI | 24,767 | 28,724 |
| DATSUN | 26,333 | 26,365 |
| YAMAHA | 22,594 | 25,127 |
| MERCEDES-BENZ | 20,818 | 22,055 |
| KIA | 17,852 | 21,946 |
| INTERNATIONAL | 16,030 | 17,989 |
| YUMBO | 7,875 | 13,535 |
| DODGE | 12,338 | 13,118 |
| HINO | 11,361 | 12,415 |
| ASIA HERO | 7,974 | 12,407 |
| KYMCO | 8,138 | 11,024 |
| FREIGHTLINER | 8,846 | 10,277 |
| GEO | 8,792 | 10,079 |
| BMW | 8,132 | 9,064 |
| JEEP | 7,305 | 8,031 |
| GMC | 7,404 | 7,970 |
| SUBARU | 7,253 | 7,417 |
| FIAT | 6,621 | 7,206 |
| VOLVO | 5,952 | 6,889 |
| PLYMOUTH | 6,220 | 6,467 |
| JIALING | 1,991 | 5,047 |
| DAIHATSU | 3,557 | 3,715 |
| FRUEHAUF | 3,345 | 3,517 |
| PEUGEOT | 2,762 | 3,349 |
| SANYANG | 2,416 | 3,048 |
| HERO | 2,918 | 2,957 |
| MOTOLANSA | 1,568 | 2,855 |
| LIFAN | 1,250 | 2,589 |
| DAEWOO | 2,325 | 2,468 |
| LAND ROVER | 2,003 | 2,198 |
| VENTO | 1,327 | 2,063 |
| KENWORTH | 1,767 | 1,929 |
| GENESIS | 1,121 | 1,914 |
| LONCIN | 433 | 1,885 |
| COLT | 1,763 | 1,763 |
| KAWASAKI | 1,463 | 1,763 |
| CHANGAN | 1,639 | 1,736 |
| YIBEN | 712 | 1,662 |
| OTRAS MARCAS | 48,602 | 67,729 |
| TOTAL | 1,080,068 | 1,262,807 |

Fuente: elaboración propia con cifras de la Base de Datos del Sistema de Registro Fiscal de Vehículos, SAT.

a/ A octubre 2006

Cuadro AII-5

PARQUE VEHICULAR, CLASIFICADO POR DEPARTAMENTO

| DEPARTAMENTO | dic-05 | oct-06 |
|----------------|------------------|------------------|
| GUATEMALA | 608,961 | 690,310 |
| EL PROGRESO | 9,710 | 11,678 |
| SACATEPEQUEZ | 18,205 | 21,494 |
| CHIMALTENANGO | 21,815 | 26,535 |
| ESCUINTLA | 50,464 | 65,267 |
| SANTA ROSA | 18,657 | 22,459 |
| SOLOLA | 6,332 | 7,545 |
| TOTONICAPAN | 13,394 | 14,892 |
| QUETZALTENANGO | 75,774 | 88,137 |
| SUCHITEPEQUEZ | 22,049 | 26,392 |
| RETALHULEU | 18,078 | 21,964 |
| SAN MARCOS | 34,617 | 41,980 |
| HUEHUETENANGO | 28,683 | 35,866 |
| QUICHE | 13,982 | 17,325 |
| BAJA VERAPAZ | 6,958 | 8,784 |
| ALTA VERAPAZ | 12,276 | 14,398 |
| PETEN | 15,005 | 20,069 |
| IZABAL | 23,804 | 29,246 |
| ZACAPA | 22,165 | 26,976 |
| CHIQUIMULA | 20,799 | 24,836 |
| JALAPA | 12,994 | 15,631 |
| JUTIAPA | 25,346 | 31,023 |
| TOTAL | 1,080,068 | 1,262,807 |

Fuente: Elaboración propia con cifras de la Base de Datos del Sistema de Registro Fiscal de Vehículos, SAT.

Anexo III

CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR EN EL SALVADOR



PARQUE VEHICULAR CLASIFICADO POR MARCA Y MODELO
AÑO 2005*
 -CIFRAS EN UNIDADES-

| MARCA | MODELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | OTROS MODELOS | TOTAL | |
|---------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|------------------|
| | 2006 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 | 1994 | 1993 | 1992 | 1991 | 1990 | 1989 | 1988 | 1987 | | | 1986 |
| TOYOTA | - | 4,813 | 8,293 | 7,210 | 3,827 | 4,482 | 4,113 | 6,712 | 7,109 | 4,536 | 6,821 | 8,702 | 13,632 | 11,546 | 10,139 | 9,569 | 9,079 | 12,335 | 16,187 | 19,307 | 22,583 | 122,435 | 313,230 |
| NISSAN | - | 730 | 1,076 | 530 | 751 | 623 | 662 | 1,400 | 1,739 | 1,551 | 1,918 | 2,862 | 3,657 | 4,896 | 3,726 | 3,430 | 4,700 | 5,542 | 6,572 | 10,294 | 8,994 | 21,842 | 87,495 |
| SUZUKI | - | 4,757 | 4,255 | 3,444 | 3,305 | 3,350 | 3,891 | 4,251 | 2,782 | 1,876 | 1,708 | 2,379 | 2,347 | 2,519 | 2,164 | 1,999 | 1,877 | 1,950 | 2,983 | 2,834 | 1,882 | 22,990 | 79,143 |
| HONDA | - | 1,259 | 7,489 | 5,146 | 2,126 | 1,925 | 1,489 | 2,152 | 2,298 | 2,288 | 2,080 | 2,872 | 2,809 | 2,855 | 3,002 | 2,117 | 2,807 | 2,878 | 3,386 | 2,875 | 3,320 | 21,756 | 78,927 |
| FORD | - | 226 | 498 | 288 | 405 | 699 | 981 | 1,036 | 1,589 | 2,101 | 2,055 | 3,114 | 2,477 | 2,387 | 1,353 | 1,714 | 1,498 | 2,473 | 2,873 | 2,183 | 2,621 | 39,481 | 72,012 |
| MAZDA | - | 2,624 | 1,936 | 1,894 | 1,954 | 1,634 | 2,004 | 3,385 | 3,501 | 2,414 | 2,430 | 3,760 | 4,548 | 4,901 | 3,485 | 3,025 | 2,761 | 2,088 | 1,802 | 3,015 | 3,081 | 8,857 | 65,089 |
| MITSUBISHI | 2 | 1,350 | 3,299 | 3,098 | 1,948 | 1,699 | 1,945 | 3,644 | 2,618 | 2,268 | 1,675 | 2,760 | 2,318 | 2,742 | 2,493 | 1,990 | 2,433 | 1,884 | 2,598 | 2,333 | 1,331 | 7,864 | 54,280 |
| CHEVROLET | - | 1,336 | 1,781 | 1,399 | 470 | 758 | 1,997 | 2,503 | 4,393 | 2,478 | 1,983 | 2,385 | 725 | 527 | 552 | 682 | 903 | 1,293 | 1,515 | 1,357 | 1,254 | 20,961 | 51,220 |
| YAMAHA | - | 735 | 1,084 | 1,116 | 1,040 | 1,416 | 1,054 | 1,292 | 1,438 | 961 | 1,218 | 1,033 | 1,129 | 1,470 | 1,458 | 1,495 | 1,422 | 2,063 | 2,581 | 1,555 | 1,437 | 21,074 | 48,091 |
| DATSUN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 4 | 2 | 4 | 9 | 19 | 42,733 | 42,772 |
| ISUZU | - | 244 | 391 | 544 | 516 | 432 | 544 | 573 | 781 | 633 | 776 | 1,555 | 1,697 | 1,623 | 2,259 | 2,000 | 2,763 | 2,758 | 2,935 | 2,917 | 5,277 | 8,238 | 39,456 |
| VOLKSWAGEN | - | 2,370 | 1,837 | 2,384 | 1,762 | 1,597 | 757 | 838 | 1,593 | 890 | 987 | 1,302 | 495 | 184 | 121 | 142 | 244 | 493 | 846 | 983 | 406 | 15,145 | 35,356 |
| HYUNDAI | - | 1,745 | 1,473 | 1,377 | 962 | 989 | 612 | 524 | 421 | 448 | 619 | 840 | 753 | 676 | 506 | 586 | 777 | 1,510 | 2,786 | 2,462 | 1,689 | 4,226 | 25,961 |
| MERCEDES-BENZ | - | 234 | 392 | 393 | 399 | 570 | 533 | 473 | 360 | 101 | 273 | 325 | 209 | 458 | 475 | 519 | 1,057 | 1,037 | 1,462 | 1,968 | 1,585 | 12,493 | 25,296 |
| INTERNATIONAL | - | 24 | 81 | 29 | 11 | 61 | 32 | 125 | 192 | 158 | 420 | 851 | 481 | 1,001 | 821 | 1,184 | 1,307 | 1,183 | 1,140 | 1,288 | 1,341 | 11,229 | 22,939 |
| DODGE | - | 2 | 6 | 8 | 38 | 62 | 172 | 177 | 282 | 378 | 606 | 839 | 478 | 574 | 522 | 708 | 534 | 1,549 | 1,225 | 1,392 | 1,225 | 6,163 | 16,940 |
| KIA | 46 | 2,337 | 1,871 | 891 | 808 | 1,086 | 1,226 | 1,066 | 1,360 | 719 | 521 | 640 | 511 | 300 | 124 | 104 | 147 | 188 | 382 | 141 | 3 | 839 | 15,112 |
| HINO | - | 295 | 332 | 499 | 229 | 261 | 346 | 805 | 422 | 330 | 339 | 511 | 655 | 790 | 939 | 530 | 524 | 710 | 938 | 645 | 302 | 3,545 | 13,887 |
| BAJAJ | - | 1,342 | 6,307 | 2,473 | 1,167 | 484 | 241 | 127 | 16 | 70 | 95 | 74 | 42 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 12,444 |
| SUBARU | - | 12 | 58 | 51 | 6 | 5 | 4 | 16 | 22 | 9 | 3 | 80 | 88 | 128 | 308 | 100 | 198 | 218 | 868 | 416 | 472 | 9,326 | 12,208 |
| GMC | - | - | 7 | 13 | 8 | 122 | 111 | 253 | 223 | 318 | 320 | 624 | 419 | 444 | 403 | 177 | 431 | 524 | 763 | 517 | 582 | 4,813 | 11,052 |
| FREIGHTLINER | - | 1 | 2 | 3 | 24 | 22 | 119 | 242 | 388 | 480 | 651 | 970 | 972 | 851 | 555 | 520 | 519 | 963 | 454 | 373 | 341 | 1,918 | 10,366 |
| FIAT | - | 866 | 1,168 | 859 | 195 | 209 | 16 | 46 | 148 | 143 | 245 | 241 | 163 | 180 | 54 | 63 | 146 | 236 | 184 | 204 | 135 | 4,568 | 10,071 |
| BMW | - | 284 | 340 | 356 | 528 | 456 | 350 | 177 | 129 | 106 | 41 | 140 | 137 | 184 | 227 | 188 | 237 | 225 | 181 | 291 | 486 | 4,789 | 9,852 |
| JEEP | - | 44 | 245 | 180 | 261 | 246 | 295 | 251 | 238 | 213 | 284 | 421 | 481 | 502 | 128 | 231 | 345 | 419 | 434 | 369 | 802 | 3,033 | 9,204 |
| PLYMOUTH | - | - | - | - | - | 6 | 38 | 51 | 90 | 129 | 181 | 317 | 254 | 514 | 434 | 556 | 462 | 1,140 | 682 | 618 | 657 | 2,372 | 8,491 |
| QEO | - | - | - | - | - | 19 | 24 | 41 | 700 | 1,276 | 1,522 | 1,320 | 811 | 693 | 773 | 861 | 280 | 2 | - | - | - | 1 | 8,323 |
| KYMCO | - | 574 | 2,066 | 1,116 | 475 | 792 | 624 | 618 | 895 | 295 | 155 | 39 | 10 | 22 | - | - | - | - | - | 1 | - | 2 | 7,884 |
| VOLVO | - | 76 | 433 | 339 | 315 | 350 | 223 | 237 | 267 | 162 | 159 | 171 | 168 | 165 | 119 | 106 | 165 | 134 | 172 | 206 | 272 | 3,227 | 7,486 |
| ASIA HERO | - | 1,188 | 2,277 | 1,750 | 1,130 | 197 | 147 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6,689 | - |
| FRUEHAUF | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 9 | 16 | 20 | 8 | 10 | 8 | 49 | 62 | 105 | 77 | 126 | 4,994 | 5,486 | - |
| YUMBO | - | 902 | 2,566 | 1,894 | 77 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5,429 | - |
| DAIHATSU | - | 81 | 115 | 119 | 76 | 47 | 18 | 319 | 62 | 31 | 13 | 25 | 5 | 327 | 187 | 129 | 319 | 353 | 394 | 112 | 247 | 2,089 | 5,028 |
| KAWASAKI | - | 12 | 37 | 98 | 23 | 123 | 88 | 78 | 125 | 83 | 135 | 164 | 117 | 102 | 59 | 57 | 104 | 182 | 89 | 106 | 140 | 2,423 | 4,325 |
| SANYANG | - | 15 | 378 | 303 | 148 | 150 | 184 | 175 | 222 | 141 | 239 | 266 | 214 | 65 | 196 | 170 | 251 | 74 | 239 | 431 | 102 | 197 | 4,180 |
| COLT | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 6 | 20 | 61 | 3,672 | 3,966 |
| HERO | - | 49 | 484 | 536 | 794 | 486 | 867 | 345 | 109 | 16 | 28 | - | 2 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 24 | 3,743 |
| WHITE | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 7 | 9 | 23 | 43 | 45 | 71 | 64 | 110 | 59 | 111 | 2,741 | 3,284 |
| LAND ROVER | - | 20 | 80 | 89 | 52 | 83 | 85 | 97 | 145 | 116 | 153 | 152 | 81 | 63 | 53 | 15 | 21 | 18 | 11 | 17 | 2 | 1,816 | 3,149 |
| KENWORTH | - | 2 | 13 | 19 | 11 | 44 | 30 | 46 | 45 | 34 | 40 | 75 | 102 | 104 | 112 | 72 | 180 | 207 | 217 | 134 | 88 | 1,221 | 2,778 |
| PEUGEOT | - | 688 | 305 | 297 | 105 | 80 | 65 | 29 | 17 | 13 | 20 | 71 | 80 | 58 | 48 | 28 | 49 | 30 | 25 | 9 | 58 | 890 | 2,743 |
| DAEWOO | - | - | - | 13 | 106 | 145 | 206 | 363 | 366 | 91 | 396 | 165 | 274 | 62 | 29 | 52 | 97 | 70 | 236 | 1 | - | - | 2,732 |
| JIALING | - | - | - | 123 | 92 | 274 | 289 | 436 | 401 | 197 | 158 | 194 | 143 | - | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | 3 | 2,313 |
| WILLYS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | 2,308 |
| OPEL | - | - | - | - | 1 | - | 22 | 46 | 32 | 71 | 42 | 46 | 125 | 49 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | - | 1,853 | 2,299 |
| OTRAS MARCAS | - | 3,872 | 5,518 | 3,553 | 2,396 | 1,833 | 1,634 | 2,203 | 2,323 | 1,800 | 1,899 | 2,239 | 1,737 | 1,956 | 1,621 | 1,454 | 1,956 | 2,289 | 2,141 | 1,884 | 1,414 | 36,306 | 81,634 |
| TOTAL | 48 | 35,087 | 58,483 | 44,382 | 28,541 | 27,582 | 27,833 | 37,159 | 39,206 | 28,950 | 32,751 | 44,769 | 45,844 | 46,031 | 39,423 | 36,479 | 41,274 | 49,433 | 59,351 | 63,405 | 64,206 | 486,237 | 1,336,474 |

Fuente: elaboración propia con cifras del Registro Fiscal de Vehículos

*Datos Al 31 de Marzo

Anexo IV

CUESTIONARIO PARA INSPECCIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO

INSPECCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN ESTACIONES DE SERVICIO

1. Seguridad

- i. Existe un programa de entrenamiento en combate de incendios y derrames de combustibles.
- ii. Existen registros de un ejercicio anual de combate de incendios y derrames de combustibles.
- iii. Existen rótulos de seguridad de no fumado, apagado de motor, no uso de celulares y beeper, advertencia de materiales peligrosos e inflamables.
- iv. Cuenta con un botiquín de primeros auxilios bien provisionado.
 - v. Hay acceso a un teléfono con rótulo que indique el número de emergencias.
 - vi. Se tienen extintores de fuego cerca de las áreas de manejo de combustibles.
 - vii. Hay registros de inspección, mantenimiento y recarga de los extintores.
- viii. Están los extintores debidamente etiquetados con las fechas de la última inspección, próxima inspección y próxima recarga.
- ix. Las áreas se encuentran limpias, debidamente demarcadas y sin derrames de combustibles.
 - x. El estado de las mangueras es aceptable
- xi. No se detectan fugas de combustible en conexiones, válvulas y otros accesorios.
- xii. Existe material absorbente de derrames de combustibles, canaletes de recolección y separador de aguas oleaginosas.
- xiii. Están los canaletes y el separador de aguas oleaginosas limpios y en buen estado.
- xiv. Las muestras de producto y las recolecciones de derrames se almacenan en recipientes herméticos y rotulados. Se almacena el recipiente en un área restringida y ventilada.

2. Personal

- i. El uniforme del personal tiene buena apariencia e identifica al trabajador. Su material es de algodón o fibra retardante de fuego.
- ii. Existen registros de entrenamiento del personal en cuanto a las labores que desempeña.
- iii. Existen registros de entrenamiento del personal en cuanto a seguridad y derrames.

- iv. En evaluación de campo el personal demuestra conocimiento de su trabajo y el equipo que maneja.
- v. Están los tanques debidamente rotulados con el nombre del producto, con el código de color correspondiente y con rotulación de advertencia de seguridad.

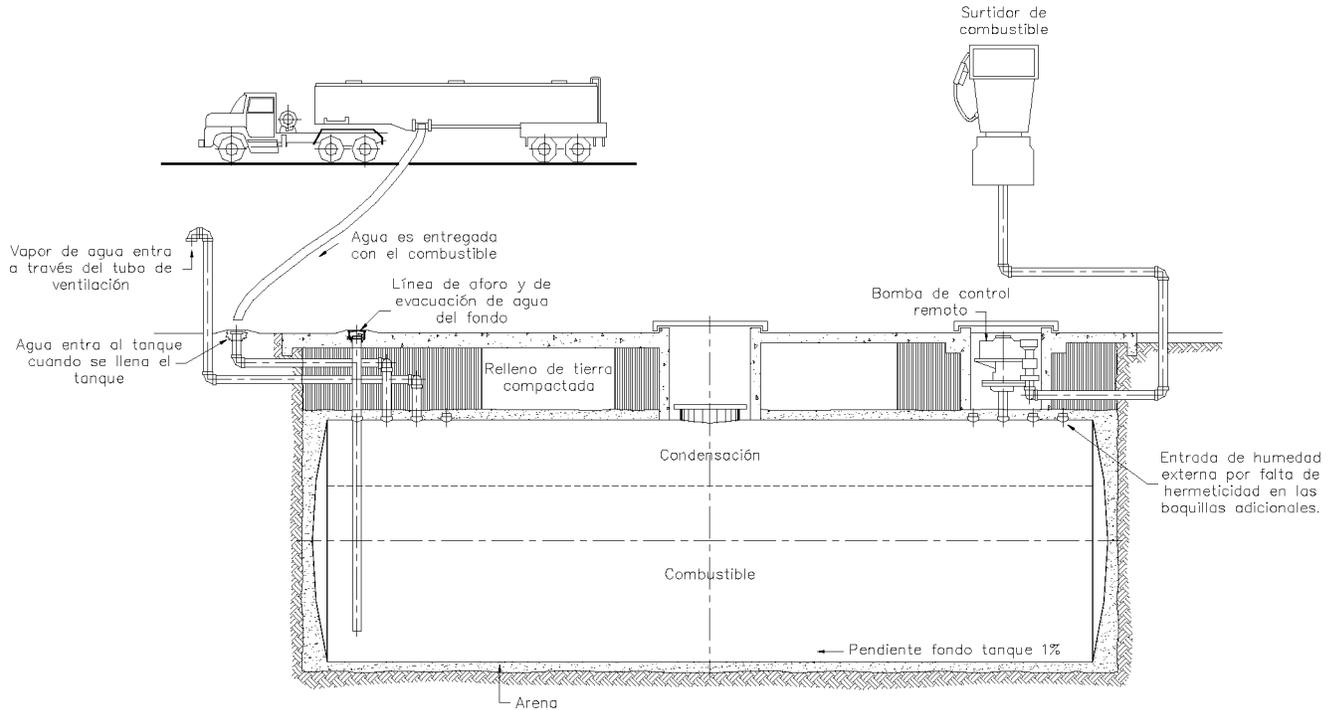
3. Procedimientos

- i. Existen procedimientos adecuados de operaciones de abastecimiento a vehículos.
- ii. Existen procedimientos adecuados de recibo de camiones cisterna y descarga. Incluye las pruebas abreviadas de calidad.
- iii. Hay procedimientos adecuados de drenado de tanques y medición.
- iv. Se tiene una tabla de calibración del tanque.
 - v. Se tiene equipo básico de determinación de porcentaje de etanol en la gasolina. Se tienen registros.
- vi. Se tiene un registro de volumen cargado a la cisterna y recibido en la estación de servicio.
- vii. Se drenan los tanques diariamente en las primeras horas de la mañana. Hay registros de este drenado.

4. Tanque (inspección externa)

- i. Registro para acceso humano. Con dimensiones suficientes para que se pueda introducir una persona a su interior para su inspección.
- ii. La tapa de la caja de registro de los tanques de almacenamiento. Deben contar con un talud de cinco (5) centímetros de alto para evitar la entrada de agua.
- iii. Los tubos de ventilación de los tanques de almacenamiento deben terminar en válvulas arresta flama con cierre automático u otros dispositivos protectores que minimicen la posibilidad de entrada de materias extrañas.
- iv. Las bocas de llenado deben contar con acoples de cierre hermético para el recibo de combustibles y permanecerán cerradas, excepto durante el tiempo de operación.
 - v. Todas las conexiones de los tanques deben ser impermeables.
- vi. Existe una toma para drenado de fondo.

POSIBLES ENTRADAS DE AGUA AL TANQUE DE COMBUSTIBLE



5. Tanque (inspección interna)

- i. Son cilíndricos horizontales atmosféricos.
- ii. Son de doble pared.
- iii. Indique el material de fabricación. Si son pintados internamente y con que tipo de pintura.
- iv. Se tienen datos de diseño y construcción.
- v. Se notan deformaciones o abolladuras, principalmente en los puntos de soldadura.
- vi. En las pegas de tuberías con la pared del tanque se nota alguna humedad y/o suciedad.
- vii. Hay en el fondo del tanque agua y sedimento.
- viii. Hay en el punto de succión de la bomba agua y sedimento.
- ix. Están los empaques de entrada del hombre en buen estado, así como tornillos y pernos.
- x. Se hace una limpieza de tanque anual. Existe registro.
- xi. En que estado de corrosión visual se encuentra el tanque en sus diferentes niveles (fondo, medio y tope).
- xii. En que estado de limpieza se encuentra el tanque en general.
- xiii. Se hacen pruebas de hermeticidad anuales. Tipo neumático o hidrostático. Cual es el procedimiento. Hay registros.

Anexo V

GUÍA DE ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA TERMINALES DE DISTRIBUCIÓN Y ESTACIONES DE SERVICIO

Cuando se elaboran procedimientos para terminales de distribución y estaciones de servicio se deben contemplar los siguientes aspectos:

1. Seguridad, ambiente y salud pública
2. Personal
3. Procesos operativos y de mantenimiento
4. Costos

Seguridad, ambiente y salud pública

¿Se realizan ejercicios de extinción de incendios y derrames de producto?

¿Se tienen programas de entrenamiento en combate de incendios, derrames, evacuación y manejo de información en caso de presentarse un evento?

¿Se tiene un manual de protección integral y registros por empleado de la capacitación y prácticas?

¿Hay procedimientos comunes y compartidos con cuerpo de bomberos, Cruz Roja y otras entidades de emergencia nacional?

¿Las instalaciones están debidamente rotuladas?

¿Están definidas claramente las áreas de estacionamiento, entradas, administrativas, operativas y de alto riesgo?

¿Se tienen botiquines debidamente equipados y accesibles?

¿Hay accesibilidad a teléfonos para emergencias y visibles los números telefónicos de emergencia?

¿Hay procedimientos y programas de emergencia, derrames de producto, control de emisiones, contaminación de efluentes, recuperación de desechos, incidentes, accidentes, evacuación, asistencia a comunidades aledañas y cheque de la salud de los empleados?

¿Los programas y procedimientos tienen objetivos generales y específicos, asignación de responsabilidades y descripción detallada de las etapas a seguir?

¿Hay programas de proyección, ayuda e información y educación a la sociedad?

¿Se siguen los programas de mantenimiento, entrenamiento en operaciones y capacitación?

¿La infraestructura e instalaciones cumplen con la normativa vigente?

¿Se tienen equipos de tratamiento de aguas y reducción de emisiones al aire?

Personal

¿Hay un sistema de reclutamiento de personal que contemple las habilidades, actitudes, aptitudes, nivel académico y estado psicológico para el desempeño de un puesto de trabajo?

¿Existe la capacitación continua en función del puesto?

¿Hay posibilidades de carrera dentro de la empresa?

¿Se evalúa el nivel de motivación del personal?

¿Se mide la productividad y el grado de compromiso del personal?

¿Se conoce el entorno familiar de cada empleado y es del conocimiento de cada jefatura?

¿Se tiene un programa de beneficios general y por desempeño a los empleados?

¿Se evalúa el liderazgo de las jefaturas?

¿Se evalúa la comunicación interna?

¿Se miden los aspectos humanos y emocionales?

¿Se permite el aporte de ideas de mejora a los empleados?

¿Al menos hay una actividad social al año entre familias de empleados y jefes?

Procesos operativos

¿Se tiene un manual de calidad donde se describen las principales actividades organizativas, administrativas, operacionales, control de calidad, protección integral, manejo de inconformidades, riesgos y procesos de mejora continua?

¿Están en el manual de calidad, claramente definidas las responsabilidades y deberes de los funcionarios, incluyendo la gerencia?

¿Se tiene un diagrama de flujo del macro proceso y las actividades críticas?

¿Hay procedimientos de operación y mantenimiento?

¿Hay programas de capacitación y entrenamiento en el puesto?

¿Tiene claro el personal la ejecución y responsabilidad en función del cumplimiento de los procedimientos?

¿Se realizan auditorias de calidad?

¿Se realizan inspecciones de operación y mantenimiento?

¿Se tienen registros de todas las operaciones, mantenimiento de equipo e instalaciones y frecuencia de falla?

¿Se tiene un “stock” de repuestos y accesorios para hacerle frente a fallas críticas?

¿Se tienen procedimientos de control de calidad?

¿Se tienen las normas de control de calidad, métodos de análisis y registros de las pruebas y certificaciones de calidad de producto?

Costos

¿Se tiene un sistema de contabilidad de costos?

¿Se realiza una auditoria al año de los estados financieros y del control de activos?

¿Se hacen auditorias de ahorro energético?

¿Se definen responsabilidades y plazos de cumplimiento de las recomendaciones de las auditorias?