



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERIA DE PETRÓLEOS

**“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE
TRAZADORES EN LOS COMBUSTIBLES POR EP
PETROECUADOR EN EL TERMINAL DE DESPACHO DE
ESMERALDAS. PERIODO 2011”**

TRABAJO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

TECNÓLOGO DE PETRÓLEOS

JUAN FRANCISCO LARA SALAS

DIRECTOR: ING. RAÚL BALDEÓN LÓPEZ

QUITO-ECUADOR

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2012

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo Juan Francisco Lara Salas, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Juan Francisco Lara Salas

C.I. 0401443049

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRAZADORES EN LOS COMBUSTIBLES POR EP PETROECUADOR EN EL TERMINAL DE DESPACHO DE ESMERALDAS. PERIODO 2011”, que, para aspirar al título de TECNÓLOGO DE PETRÓLEOS fue desarrollado por JUAN FRANCISCO LARA SALAS, bajo mi dirección y supervisión, en la facultad de ciencias de la ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de trabajos de titulación artículos 18 y 25.

ING RAÚL BALDEÓN
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 170804253-4

CERTIFICADO DE LA EMPRESA



CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certifico que el señor **JUAN FRANCISCO LARA SALAS**, realizara su trabajo de investigación y desarrollo del proyecto de titulación para el Terminal de Despacho de Productos Limpios Esmeraldas, con el tema **“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRAZADORES EN LOS COMBUSTIBLES PARA CONTROL DE ENTREGA Y COMERCIALIZACIÓN EN LAS ISLAS DE CARGA, PERIODO 2012”**.

La presente certificación podrá ser usada por el mencionado dentro del ámbito de lo legal para los fines que considere pertinentes.

ING. IVAN ANDRADE H.
SUPERVISOR TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS

Quito, 1 de abril de 2012



Edificio "La Previsora" Malecón N. 100,
entre 9 de Octubre y P. Icaza, piso 18
Telf: (04)3803-000 - 2850-237
Casilla: 10-8-29
Guayaquil - Ecuador

Av. Pedro Vicente Maldonado
S35-34 y Manglar Alto
Guajaló
Telf.: (02) 2677428 al 432
Quito - Ecuador

AGRADECIMIENTO

“Cada golpe de la vida me ha enseñado a levantarme y a dar siempre lo mejor de mí”

Agradezco a Dios, por haberme dado la salud, vida, la suficiente sabiduría y humildad para poder culminar mis estudios y alcanzar una meta más propuesta en mi vida.

A mi madre y mi padre, cuyo amor, comprensión, ejemplo, incondicional, apoyo y sobre todo confianza que me han brindado para guiarme, orientarme y enseñarme a ser mejor cada día; de esta manera lograr las metas que me he propuesto y a mi tío Marcelo por sus consejos y saberme escuchar cuando he tenido dudas de la vida.

Al Ing. Raúl Baldeón, que aparte de ser un profesor es un amigo gracias a su valioso aporte de sabiduría para poder culminar este trabajo.

A mi entrenador Herney gracias a sus consejos me he forjado como una persona de bien y a todos mis amigos: Daniel, Juan Sebastián, Patricio V, Joffre, José, Patricio J, Alejandra, Grace, Stefy y Daniela; ya que siempre estuvieron dándome una palabra de aliento en momentos de alegría y tristeza para poder salir adelante y poder culminar con éxito mi carrera profesional.

Francisco

DEDICATORIA

A mis padres ya que ellos siempre son la pieza fundamental en mi vida, por todo su apoyo brindado, su amor, su cariño y comprensión, ya que con sus enseñanzas han sabido guiarme para poder seguir luchando y forjarme como una persona de bien en el aspecto personal y deportivo.

Para mi entrenador ya que fue el que me forjo para ser un deportista y también para llegar hacer una persona de bien por sus buenos consejos en momentos difíciles.

Francisco

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÀGINA
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVO GENERAL	3
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 DESCRIPCIÓN DE REFINERÍA ESMERALDAS	4
2.2 ACTUALIDAD DE LA REFINERÍA ESTATAL DE ESMERALDAS.....	5
2.3 COMBUSTIBLES.....	9
2.3.1 DEFINICIÓN.....	9
2.3.2 CLASIFICACIÓN.....	9
2.4 EL CONTRABANDO.....	14
2.4.1 TRÁFICO ILEGAL DE COMBUSTIBLES.....	15
2.4.2 LA ADULTERACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	17
2.4.3 INCIDENCIA DEL CONTRABANDO DE COMBUSTIBLES	18
2.4.4 LEY DEL TRÁFICO ILEGAL DE COMBUSTIBLES	19
2.4.5 ACTUALIDAD DEL TRÁFICO ILÍCITO DE COMBUSTIBLES.....	23
3. METODOLOGÍA	30
3.1 SUSTENTO LEGAL	30
3.2.1 DEFINICIÓN.....	32

3.2.2	SELECCIÓN DE TRAZADORES.....	33
3.2.3	ESTRATEGIA A SEGUIR MEDIANTE LOS TRAZADORES.....	33
3.2.4	CANTIDAD DE TRAZADOR A UTILIZAR.....	34
3.2.5	REQUISITOS DE LOS TRAZADORES.....	35
3.3	EQUIPOS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS TRAZADORES.....	36
3.4	TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LOS TRAZADORES	39
3.4.1	TECNOLOGÍA SERS:	39
3.4.2	TECNOLOGÍA DE INMUNOENSAYO (IAS).	40
3.4.3	TINTURAS TRADICIONALES Y DE SEGUNDA GENERACIÓN...41	
3.4.4	TECNOLOGÍAS INFRARROJA/UV DE “LECTURA DIRECTA”.....41	
3.4.5	FLUORESCENCIA DE RAYOS X.....42	
3.4.6	GC O GC-MS (CROMATOGRAFÍA DE GASES– ESPECTROMETRÍA DE MASAS).	42
3.4.7	OTRAS.....43	
3.4.8	COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MARCADORES....43	
3.5	CONSIDERACIONES DE SOLUBILIDAD DE LOS TRAZADORES	46
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
4.1	TECNOLOGÍA NECESARIA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRAZADORES	51
4.2	INSTRUMENTACIÓN NECESARIA.....	53
4.3	TECNOLOGÍA SERS.....	56
4.3.1	ANÁLISIS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SERS	57
4.4	DESEMPEÑO DE LOS TRAZADORES	59

4.4.1	UTILIZACIÓN DE SERS DE DECIPHER EN LAS OPERACIONES DE LABORATORIO.....	59
4.4.2	UTILIZACIÓN DE SERS EN LAS OPERACIONES DE CAMPO....	59
4.5	CONTROL DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA INYECCIÓN DEL TRAZADOR.....	61
4.6	COMPARACIÓN DE COMPAÑÍAS EN EL MERCADO.....	61
4.7	DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE TRAZADORES.....	64
4.7.1	TECNOLOGÍA BASADA EN SERS	64
4.8	EVALUACIÓN DE MARCADORES.....	64
4.9	ESTRATEGIA ANTI-LAVADO.....	65
4.11	CONTROLES PROPUESTOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SERS ..	65
4.12	RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL SISTEMAS DE MARCADO EN VARIOS PAÍSES.....	67
4.13	PANORAMA MUNDIAL GENERAL DE LA TECNOLOGÍA SERS.....	74
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1	CONCLUSIONES.....	82
5.2	RECOMENDACIONES.....	83
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	84
	BIBLIOGRAFÍA.....	79

ÌNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.(Ecuador, 2008).....	8
Figura 2. Producción de ceniza en la combustión de un automóvil.....	10
Figura 3. Colocación de combustible en gasolineras	12
Figura 4. Quema de gas en la tea en la Refinería Estatal de Esmeraldas	14
Figura 5. Evaluación de la Importación de Derivados 2003-2007	15
Figura 6. Líneas de accesos para el tráfico de combustibles.....	16
Figura 7. Utilización de herramientas para la adulteración del combustible.....	17
Figura 8. Contrabando en Gasolineras	19
Figura 9. Comercialización de Combustible.....	24
Figura 10. Comercialización de Combustible.....	4
Figura 11. Subsidios a los Derivados del Petróleo.....	34
Figura 12. Selección de Trazadores a Inyectar.....	35
Figura 13. Equipos Necesarios para la Utilización de Trazadores	38
Figura 14. Prueba de Muestreo de la Gasolina Colombiana.....	47
Figura 15. Equipo de Tecnología SERS	55
Figura 16. Análisis de marcador en el diesel	57
Figura 17. Inyección del Trazador en un Autotanque.....	58
Figura 18. Análisis Realizado en la Refinería Estatal de Esmeraldas.....	60

Figura 19. Estrategias de control mediante la Tecnología SERS.....	66
Figura 20. Movimientos del combustible en África Oriental	67
Figura 21. Control mediante la implementación del Sistema SERS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Productos obtenidos en la Refinería de Esmeraldas	5
Tabla 2. Informe del Tráfico Ilegal de Combustibles Carchi 2011	23
Tabla 3. Precios Destinados de los Combustibles en Colombia Mediante el Tráfico Ilegal de Combustibles.....	25
Tabla 4. Comparación de las Tecnologías de Marcadores de Petróleo para Mercado de Adulterantes.....	44
Tabla 5. Diferencia Entre Combustibles con Impuestos y Combustibles que van a ser Subsidiados	52
Tabla 6. Instrumentación Necesaria	53
Tabla 7. Comparación de Compañías en el Mercado	61

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO N°1 Despachos a zonas de frontera (datos del 2007 en galones)	88
ANEXO N°2 Uso de trazadores para control de comercialización de diesel y gasolinas, flujo de caja año 2008 y 2009	90
ANEXO N°3 Proyecto de uso de trazadores para control de comercialización de diesel y gasolinas, proyecto de ventas	93
ANEXO N°4 Uso de trazadores para control de comercialización de diesel y gasolinas, presupuesto referencial	95
ANEXO N°5 Implementación del sistema integrado de trazadores en terminales de despacho de combustible, esmeraldas.....	97
ANEXO N°6 Estimación del requerimiento de trazadores por terminal	100
ANEXO N°7 Plan de soberanía energética despachos a zonas de frontera datos del 2007 (galones)	102
ANEXO N°8 Delitos energéticos e hidrocarburos en la provincia del carchi (tulcán).....	104
ANEXO N°9 Indumentaria utilizada para la adulteración y trafico ilícito de combustibles.....	108
ANEXO N°10 Aditivación de trazadores para fortalecer el control de comercialización de combustibles derivados del petróleo	111
ANEXO N°11 Implemetacion de trazadores sucumbios-lago agrio con la tecnologia sers.....	113

RESUMEN

En la industria petrolera existen diferentes derivados obtenidos del petróleo, los cuales se obtiene en refinerías, mediante procedimientos como craqueo que sirve para obtener productos livianos (gasolinas).

El tráfico ilícito de combustibles en Ecuador, es un problema de alta incidencia que afecta a la economía ya que se produce el hurto del combustible hacia las fronteras hermanas, la misma que desabastece de combustible a nuestro país las mismas que han causado pérdidas millonarias a EPPETROECUADOR.

El presente trabajo propone el uso de trazadores (marcadores) en los combustibles, para poder identificarlos, cuando ya han sido sustraídos ilícitamente. Técnicas nucleares de análisis, permiten determinar la presencia del trazador, utilizando tan sólo unos cuantos mililitros de combustible.

La tecnología SERS cumple los principales requerimientos para el control, ya que puede ser capaz de medir bajos niveles de combustible marcado sin falsos positivos. Además tiene la capacidad de medir más de un marcador en el mismo análisis.

ABSTRACT

In the petroleum industry are different from oil derivatives, which are obtained in the refinery, through such processes as cracking used to obtain light products (gasoline).

The smuggling of fuel in Ecuador, is a high incidence problem that affects the economy and produced fuel theft sisters made borders, the same fuel undersupplies our country that have caused them to millions in losses EPPETROECUADOR .

This paper proposes the use of markers (tracers) in fuels in order to identify them, when they have been illegally removed. Nuclear techniques of analysis for determining the presence of the tracer, using only a few milliliters of fuel.

The SERS technology meets the main requirements for control, because I was able to measure low levels of fuel marked with no false positives. It also has the ability to measure more than one marker in the same analysis.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Las Malas Prácticas Comerciales Mundiales como el contrabando, falsificación, hurto y desviación de productos tienen un costo estimado superior a los 800 mil millones de dólares al año (7% del comercio mundial) y representa uno de los mayores obstáculos para el crecimiento de las compañías y economías. Estos negocios ilegales se presentan en la mayoría de los sectores industriales.

Los países a menudo gravan con impuestos los combustibles para generar ingresos que apoyen y estimulen sus economías. Además, con frecuencia los gobiernos ofrecen subsidios al costo de los productos esenciales. Las iniciativas de gravar con impuestos el consumo de los combustibles y proporcionar combustible subsidiado son por sí mismas objeto de fraude. Además, las Compañías Comercializadoras de Petróleo son también víctimas del fraude en los combustibles que produce pérdida de sus ventajas legítimas y problemas adicionales de calidad y responsabilidad.

A menudo implican la utilización de sistemas de marcado avanzados para identificar y prevenir el fraude. Estos han demostrado su eficacia para controlar las actividades ilegales. No existe un seguimiento en los despachos de combustibles a fin de evitar su mal uso, esto ocasiona que se genere un contrabando de los mismos.

Existe un problema por la falta de control del destino del producto despachado no existe por lo que no se verifica su punto de comercialización. En el Ecuador se subsidia el precio del combustible; estas iniciativas para proveer combustible subsidiado son objeto de fraude.

En la actualidad, todos los terminales y refinería requiere implementar un sistemas de seguimientos a los combustibles despachados para mantener la calidad e integridad a fin de evitar su uso inadecuado, con la implementación de

trazadores ya que solucionaría estos problemas por lo que es adecuado un conocimiento más real de los mismos.

Por consiguiente, se pretende dar una solución al contrabando ilegal de combustibles en la misma que se empleará un método para desarrollar una implementación de trazadores:

Mediante la implementación de un sistema de trazadores se obtendrá las especificaciones de cada combustible transportados desde el Terminal de Productos Limpios Esmeraldas hasta su centro de distribución.

Se realizará un análisis y descripción acerca de los parámetros de almacenamiento y comercialización de combustibles, particularmente de las características y especificaciones de la Refinería Esmeraldas.

Al no realizarse un análisis de información sobre las características y especificaciones de los combustibles, no sería posible el almacenamiento y comercialización que emite la Refinería de Esmeraldas.

El análisis acerca de las características y especificaciones de los combustibles, sería posible la determinación de los parámetros de transporte y almacenamiento.

Si se realizara una descripción de los parámetros de transporte y almacenamiento, se facilitaría el estudio de una implementación de trazadores en combustibles.

La realización, estudio de datos e información sobre combustibles transportados y comercializados determinaría la calidad de producto.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de seguimientos y control de los combustibles en el terminal de despacho de productos limpios, mediante el uso de aditivos como trazadores a fin de conocer el uso de los mismos y su destino especificado.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar datos e información de la entrega de combustibles en terminal, para la toma de muestras correspondientes, mediante el muestreo con los diferentes equipos.
- Investigar las características y especificaciones de los diferentes tipos de trazadores para combustibles, mediante la introducción de un trazador, contenido en un dispositivo especial dentro de los autotanques.
- Evaluar los trazadores, para la realización de pruebas de laboratorio y campo, para comprobar las especificaciones técnicas que el proveedor tiene como referencia, a fin de establecer sus condiciones de uso.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DESCRIPCIÓN DE REFINERÍA ESMERALDAS

La construcción de la Refinería Estatal de Esmeraldas (REE) se inició a fines de 1972, la misma que empezó su operación en 1977. Fue diseñada por la compañía norteamericana UOP para una capacidad de 55.615 barriles diarios de crudo que proviene de la Región Amazónica Ecuatoriana, con un rango de 27.9 a 28.3 grados API, es decir un crudo liviano.

La primera ampliación se realizó en el año de 1987, con una capacidad de procesamiento la misma que alcanzó los 90000 barriles diarios de petróleo.

La segunda ampliación concluyó en el año 1997, en el cual se empezó a realizar procesamiento de crudo con menor grado API, debido a que las compañías privadas del extranjero iniciaron una producción de un crudo semipesado que se encuentra entre los 18 y 24° API.

El objetivo primordial fue aumentar la capacidad de refinación de 90000 a 110000 bls/día (barriles por día), para poder compensar la pérdida de producción de los derivados debido a la disminución de la calidad del crudo.

En la actualidad la Refinería procesa un crudo de 23,7 grados API, la misma que varía a la producción y la mezcla de crudos transportados por el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE).

Los productos que produce la Refinería de Esmeraldas son:

Tabla 1. Productos obtenidos en la Refinería de Esmeraldas

Gas Licuado de Petróleo
Gasolina de 80 y 89 octanos (Extra y Super)
Diesel 1 y 2
Jet Fuel
Fuel Oil (N ° 4 consumo nacional N ° 6 para exportación)
Asfaltos
Azufre

2.2 ACTUALIDAD DE LA REFINERÍA ESTATAL DE ESMERALDAS

Actualmente, la Refinería está equipada con instrumentación electrónica de punta. Al mismo tiempo, la Refinería Estatal de Esmeraldas funciona en base a un cerebro automatizado conocido como Sistema de Control Distribuido Master (DCS), el mismo que fue creado para el control y monitoreo automático de los procesos de refinación de petróleo.

Este sistema abarca varias áreas, que a continuación se describen:

El Área de Generación de Vapor y Eléctrica (Utilidades).- Se encarga de clarificar, filtrar, desmineralizar el agua captada del río Esmeraldas para satisfacer las necesidades de consumo humano y también para la generación de vapor que será utilizado en 4 turbogeneradores que permitan la generación eléctrica (30 MW), a fin de satisfacer las demandas internas de energía. Adicionalmente, la Planta está conectada al Sistema Eléctrico Interconectado (SIN) para casos de emergencia.

El Área de Crudos, donde el petróleo que proviene del Oriente.- Es almacenado en varios tanques, que es succionado por un sistema de bombeo para enviarlo a un sistema de desalado donde se lava el crudo para sacarle la mayor cantidad de azufre e impurezas. El crudo oriente llega con una temperatura de 34° C, pero una vez que sale de la desaladora el crudo alcanza los 125° C. El proceso de calentamiento continúa, la temperatura en los hornos alcanza los 360 ° C. Luego de este proceso ingresa el crudo a la torre atmosférica, donde desde la parte inferior se inyecta conjuntamente vapor a 150 PSI, con lo cual se logra el despojamiento de los productos iniciales de los gases. Con los gases más livianos se formará el diesel, el kerosene, la gasolina circulante y la nafta, respectivamente. Al mismo tiempo, la nafta se enfría para mantener el perfil térmico de la torre, que a su vez es procesado para continuar refinando el crudo reducido en la unidad de vacío.

El Área de Craqueo catalítico.- Se basa en el rompimiento de moléculas por medio de un catalizador en presencia de temperatura. Inicialmente se tiene una entrada de la carga de gasóleo, como subproducto de los fondos de la torre de vacío. El gasóleo se une con un catalizador a 700 °C. De temperatura, lo cual produce un rompimiento de largas cadenas de hidrocarburos que van a formar cadenas pequeñas.

La Planta de Craqueo.- Genera dos productos: la gasolina de alto octanaje de 93 octanos, 53.400 kg. /hora de gasolina y 20.000 kilos/hora. de gas licuado de petróleo (GLP). Estos combustibles tienen un costo y ahorro para el país de 1 millón de dólares diarios.

La Regeneración Continua de Catalizador (CCR).- Es un Planta cuyo objetivo es producir gasolina de alto octanaje, hidrógeno y GLP, tomando como carga la nafta liviana. La capacidad operativa de la Planta es de 10

mil barriles diarios. Cabe señalar que esta gasolina es utilizada para mezclas por su alto contenido en aromáticos.

La Planta Hidrodesulfuradora (HDS).- Su función principal es eliminar el azufre de la carga que viene de crudo a través de un horno DH1 y un reactor DR1, a alta temperatura (320 °C) y con una corriente de hidrógeno, para que el producto terminado alcance un máximo de 0.05 % de azufre, que es lo óptimo para el mercado, conocido también como Diesel Premium. La producción actual de la Planta es de 114 mil toneladas diarias. En 2004, la Refinería produjo derivados por un valor de 958'256.506 dólares. Por cierto, el costo de refinación es de apenas 3.21 dólares el barril (el año 2003 fue de 3.40). Es importante destacar que la REE aportó con 61% de la demanda nacional de combustibles. El residuo obtenido del crudo refinado constituye el 55 % de la carga a la unidad de crudo, para lo cual hace falta otra Planta de alta conversión, que permita recuperar más productos limpios, como gasóleo, naftas, etc.
¹(Ramos, F., (2001) *Procesos de Refinación en la Refinería Estatal de Esmeraldas*, Esmeraldas, Institucional.)

Los técnicos de la Refinería Estatal de Esmeraldas han propuesto, frente a la política de concesión del actual régimen, un proyecto altamente rentable para la construcción de una “Planta de Alta Conversión” a un costo estimado de 180 millones de dólares, para procesar los residuos, aumentar el valor agregado al fuel oil que hoy se vende por no existir una Planta para tratar la carga residual que ha crecido por la disminución de la calidad de grados °API del crudo que proviene del Oriente. El proyecto incluye la construcción de una “Isomerizadora”, que permitirá obtener gasolinas de alto octanaje; de esta manera se busca disminuir el alto costo de importación de derivados, que en el año 2004 superó los 790 millones de dólares.

Las unidades anteriormente mencionadas son sometidas a mantenimiento periódico con el fin de corregir las anomalías que se presenta cuando se realiza las operaciones correspondientes, este mantenimiento se realiza cada dos años.

La figura 1 muestra las instalaciones y los equipos de la Refinería Estatal de Esmeraldas



Figura 1. Refinería Estatal de Esmeraldas.

(Calle L, 2006)

2.3 COMBUSTIBLES

2.3.1 DEFINICIÓN

Combustible es toda sustancia que emite o desprende energía por combustión controlada mediante energía química o energía nuclear capaz de plasmar su contenido energético en trabajo.

2.3.2 CLASIFICACIÓN

2.3.2.1 COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Todos los sólidos combustibles queman produciendo cenizas. La combustión puede ser con llama a incandescente. Su combustibilidad depende de:

- Contenido húmedo del sólido
- Conductibilidad calorífica
- Aptitud y Temperatura de ignición
- Grado de combustión
- Velocidad de propagación
- Carga termina, etc.

La figura 2 indica cómo se produce el combustible gaseoso mediante las cenizas de un automóvil



Figura 2. Producción de ceniza en la combustión de un automóvil

2.3.2.2 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Son mezclas complejas de hidrocarburos con intervalos de ebullición de 38 a 215°C. Sus componentes proporcionan una elevada calidad en la combustión, por esta razón se lo utiliza como combustible para los motores de emboló o pistón de combustión interna con encendido mediante bujías. Hoy en día por las exigencias de un mejor calidad de los combustibles existen otras unidades para su obtención, es así que ahora tenemos gasolinas para automotores de reformación catalítica, de desintegración catalítica, de alquilación y de hidroruptura; todos ellos con una alto índice de octano. Con estos carburantes para cumplir con especificaciones se realizan mezclas y en determinados casos se adicionan antidetonantes (tetaretileno de plomo). Se clasifican de acuerdo al índice de octano.

- Índice de Octano: Evalúa las cualidades de combustión del carburante, sus condiciones óptimas de utilización y está estrechamente asociado al rendimiento. Por lo tanto una gasolina origina mayores rendimientos cuando su índice d octano es mayor, debido a su poder anti- detonante.
- Intervalo de Ebullición: Determina la facilidad de arranque, la intensidad de la aceleración, las pérdidas por dilución en el carácter y la formación de burbujas.

La figura 3 muestra que mediante la adición de combustible (Gasolina) en los automóviles representa un combustible líquido.



Figura 3. Colocación de combustible en gasolineras

2.3.2.3 GASES COMBUSTIBLES

Son los combustibles más empleados. Presentan sobre los sólidos y líquidos ventajas de transporte y almacenamiento, así como mayor luminosidad de llama y mayor poder calorífico, debido a su mayor facilidad de mezcla con el comburente.

Gas es toda sustancia o mezcla que en estado líquido ejerza una presión de vapor mayor de 275 KPa a 38°C.

Gas inflamable es cualquier gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire. Su inflamabilidad depende de sus límites de inflamación y de su temperatura de ignición.

Según sus propiedades físicas se podrían clasificar en comprimidos, licuados y criogénicos. Según su origen en puros, (verdaderos) e industriales, (subproductos).

Importante tener en cuenta la capacidad de los gases combustibles de producir explosiones, a la hora de su extinción.

Existen varios gases combustibles que son:

- Amoniaco: licuado, industrial. Combustibilidad limitada debido a su elevado límite inferior de inflamación y su bajo calor de combustión.
- Etileno: Comprimido, criogénico, industrial, reactivo. Margen de inflamabilidad muy amplia. Alta peligrosidad de combustión. Más denso que el aire a temperatura de ebullición.
- Hidrogeno: Comprimido, criogénico, industrial. Tienen un margen de inflamación extremadamente amplio y la velocidad de combustión más alta de todos los gases. Su temperatura de ignición es alta, pero su energía de ignición es muy baja, así como su calor de combustión. Llama poco luminosa.
- Gas natural licuado: Criogénico, combustible.

- Gas licuado del petróleo: Licuado, combustible.

La figura 4 indica la quema del gas en una tea de la Refinería Estatal de Esmeraldas



Figura 4. Quema de gas en la tea en la Refinería Estatal de Esmeraldas.

(Calle L, 2006)

2.4 EL CONTRABANDO

Es la entrada, la salida y venta clandestina de mercancías prohibidas o sometidas a derechos en los que se defrauda a las autoridades locales. También se puede entender como la compra o venta de mercancías evadiendo los aranceles, es decir evadiendo los impuestos.

La figura 5 indica la el progreso que existió en la importación de derivados de petróleo

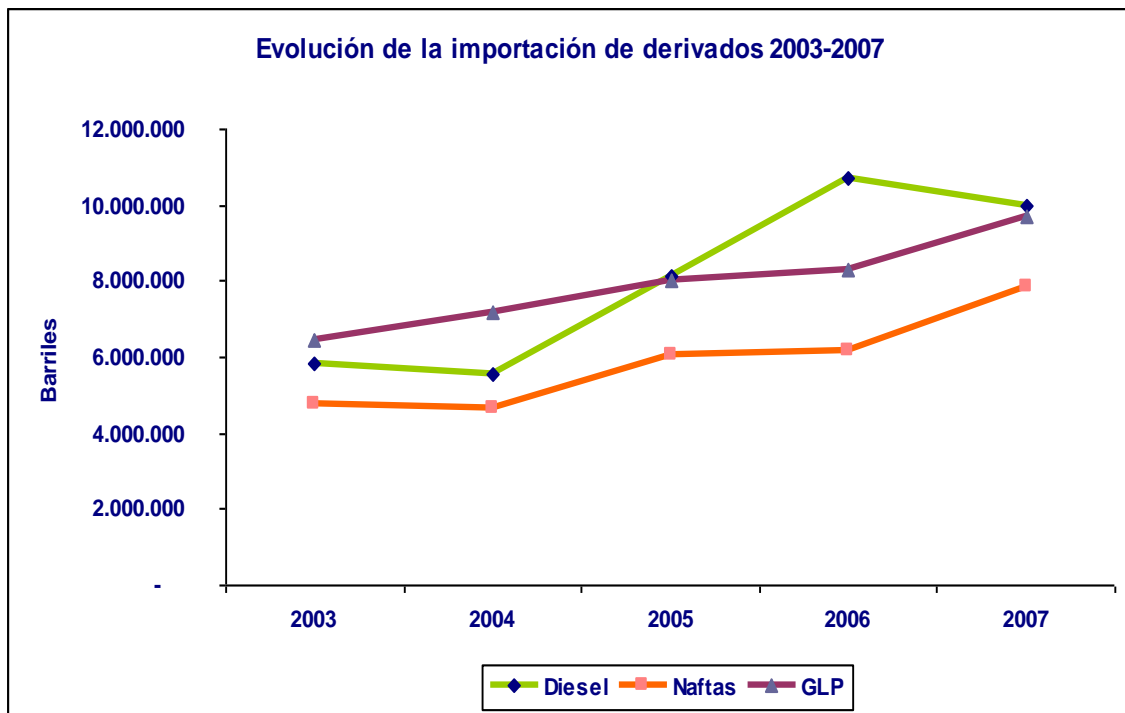


Figura 5. Evaluación de la Importación de Derivados 2003-2007

(Vásquez I, 2010)

2.4.1 TRÁFICO ILEGAL DE COMBUSTIBLES

Consiste en el ingreso ilegal de distintos combustibles por las fronteras del país. Es una actividad que compite con la producción formal, desalentando la inversión, además de que no se puede tener la certeza de que los productos que se ofrecen cuenten con la calidad probada, lo que pone en peligro la seguridad y la vida de las personas.

También es denominado contrabando interno, que consiste en vender los combustibles adquiridos en la selva (que gozan de exoneraciones tributarias) en regiones fuera de la misma. Además es conocido que parte del producto de contrabando se usa en la mezcla ilegal de combustibles, es decir en la adulteración.

La figura 6 indica los accesos que tiene nuestro país para la salida de combustibles, por el cual se produce el tráfico ilegal de combustibles



Figura 6. Líneas de accesos para el tráfico de combustibles

(Vásquez I, 2010)

2.4.2 LA ADULTERACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES

La figura7 muestra las condiciones que se encuentran los combustibles para su posible tráfico ilegal hacia los países vecinos



Figura 7. Utilización de herramientas para la adulteración del combustible

Consiste en la mezcla inescrupulosa de combustibles de manera ilegal, con el objeto de engañar a los compradores sobre la calidad del producto que compran. Y es que los combustibles que emplea son trasladados desde las plantas de venta hasta la estaciones de servicio en camiones

cisterna, en algunos casos son adulterados con otros hidrocarburos de similar naturaleza molecular pero de diferente propiedad físico-química y de menor precio. Esto genera una serie de inconvenientes a los usuarios: mayor consumo de combustible, desgaste y daños en el motor de los automóviles, variación en el porcentaje del contenido de plomo por la adulteración con gasolinas de bajo octanaje o solventes y mayor contaminación ambiental por las emanaciones vehiculares.

2.4.3 INCIDENCIA DEL CONTRABANDO DE COMBUSTIBLES

La economía, dos países y una frontera activan, abre paso a las andadas ilícitas de un comercio que implica moverse entre las aguas de un río contaminado que nos divide territorialmente.

Actividades comerciales que buscan evadir impuestos y aprovecharse de los efectos de una economía inestable y el deterioro de las relaciones entre las naciones hermanas, pues estos comerciantes dicen que sus negocios clandestinos fluyen mejor cuando las fronteras se cierran puesto que todos, incluyendo las leyes concentran su atención arriba del puente, por abajo ni las corrientes de agua los detienen

El ingenio de los comerciantes es cada vez más sorprendente, con sus carros y los tanques llenos se movilizan al vecino país a vender este combustible que de lado de Colombiano, de una u otra manera logran venderlo, ya sea que corran con la suerte y sus vehículos no sean revisados o tal vez evadir a las autoridades que se encargan de combatir con este problema. Diariamente se comercializan más de 672.000 galones de combustible de contrabando en el país.

La figura 8 indica cómo se realiza la compra y posteriormente la comercialización del combustible hacia el país vecino Colombia



Figura 8. Contrabando en Gasolineras

2.4.4 LEY DEL TRÁFICO ILEGAL DE COMBUSTIBLES

Art. 367 “DE LOS DELITOS RELATIVOS DE COMERCIALIZACIÓN ILÍCITA DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DE HIDRÓCARBUROS, INCLUIDO EL GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y BIOCOMBUSTIBLES”

Art. (1). << Tráfico ilegal de hidrocarburos, sus derivados, gas licuado de petróleo y biocombustibles>>. Serán sancionados con pena de tres a seis años de reclusión menor ordinaria, multa de un mil a dos mil remuneraciones básicas unificadas para los trabajadores en general y el comiso especial de los bienes y medios de transporte que sirvieron para la comisión del delito, las personas naturales o los representantes legales

de las personas jurídicas que por medios fraudulentos dolosos o clandestinos, venda, ofrezca, distribuyan o comercialicen a cualquier título en las zonas de fronteras, en puertos marítimos o fluviales o en el mar territorial, a efectos de sacar ilegalmente del país, cualquier hidrocarburo, sus derivados incluido el gas licuado de petróleo y biocombustibles.

Serán sancionados con una pena de reclusión menor ordinaria de seis a nueve años, multa de un mil a dos mil remuneraciones básicas unificadas para los trabajadores en general y clausura definitiva del establecimiento de propietario o administrador de plantas de abastecimiento, almacenamiento, envasado, centros de distribución, comercializadoras, estaciones de servicio, que estén autorizadas para el almacenamiento, transporte y comercialización de combustibles, y que con su acción u omisión y en forma fraudulenta y dolosa, permita la perpetración del delito señalado en el inciso precedente.

Art. (2). << Almacenamiento, transportación y comercialización sin debida autorización>>. Serán sancionados con una pena de prisión de uno o dos años y multa de quinientos a un mil remuneraciones básicas unificadas para los trabajadores en general y el comiso especial de los bienes utilizados para la ejecución del delito, los que comercialicen, almacenen, transporten ilegalmente derivados de hidrocarburos especialmente en las zonas de fronteras y mar territorial, sin autorización, guías de remisión y demás permisos exigidos por la ley para la ejecución de dichas actividades. Con iguales penas, serán sancionados el Director de la DIGMER o sus delegados responsables que ilegal y fraudulentamente emitan tales autorizaciones.

Art. (3). << Adulteración de los derivados de hidrocarburos>>. Serán sancionados con prisión de dos o tres años y el comiso especial de los

bienes utilizados para la ejecución del delito, quien de manera fraudulenta o dolosa para obtener beneficios personal o de un tercero, adulterare la calidad o cantidad de los hidrocarburos, sus derivados incluido el gas licuado de petróleo y biocombustibles.

Art. (4). << Uso indebido de derivados de hidrocarburos>>. Serán sancionados con prisión de un año y el comiso especial de los bienes utilizados en la ejecución de los bienes utilizados en la ejecución del delito, los que en beneficio propio o de terceros, utilizaran derivados de hidrocarburos, incluido el gas licuado de petróleo y biocombustible, en actividades distintas a las permitidas expresamente en la ley.

Art. (5). << Sustracción de hidrocarburos, sus derivados, biocombustibles mezclas que los contengan>>. Serán reprimidos con reclusión mayor ordinaria de ocho a doce años. El que de manera fraudulenta destruyere la infraestructura hidrocarburífera y causar la destrucción o deterioro del medio ambiente, sin perjuicios de que el causante remedie los daños ambientales y la recuperación de los bienes al estado.

Art. (6). << Perjuicios al Estado y medio ambiente>>. Será reprimido con reclusión mayor ordinaria de ocho a doce años. El que de manera fraudulenta destruye la infraestructura hidrocarburífera y/o causare la destrucción de deterioro del medio ambiente, sin perjuicio de que el causante remedie los daños ambientales y la recuperación de los bienes al Estado.

Art. (7). << Destinación de los bienes objeto de comiso especial>>. Una vez que el fiscal haya determinado la procedencia ilícita de los hidrocarburos, sus derivados. Gas licuado de petróleo o biocombustibles, se solicitara al juez la entrega de estos a PETROCOMERCIAL a efectos

de que esta le dé el uso conveniente los intereses del Estado. El juez con la solicitud del fiscal dispondrá la entrega inmediata a PETRECOMERCIAL de los bienes utilizados en la comisión de la infracción.

Art. (8). << Sanciones a funcionarios y miembros de la fuerza pública>>. Si los delitos previstos en este Capítulo fueren cometidos por funcionarios, empleados, servidores públicos miembros de la Fuerza Pública, quienes de manera fraudulenta y clandestina o por sus acciones u omisiones permitirán la comisión de dichos delitos, se aplicara el máximo de las penas previstas para cada uno de ello.

Art. (9). << Paralizar o suspender injustificadamente expendio o distribución de combustibles>>. Quien o quienes paralicen o suspendan de manera injustificada el servicio público de expendio o distribución de combustibles, sean estos gasolinas, diesel, gas licuado y demás productos derivados del petróleo o biocombustibles como el etanol, serán sancionados con multa de quinientas a mil remuneraciones básicas unificadas para los trabajadores en general y la revocatoria definitiva del permiso de expendio u operación, otorgada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos, sin perjuicio de las acciones civiles y penales a q hubiere lugar. ²(CODIGO PENAL, (2009) Ley del Tráfico Ilegal de Combustibles, Art. 367 “*De los delitos relativos de comercialización ilícita de combustibles derivados de hidrocarburos, incluido el gas licuado de petróleo y biocombustibles*”. Quito, El Forum.)

2.4.5 ACTUALIDAD DEL TRÁFICO ILÍCITO DE COMBUSTIBLES

Durante el período 2011 en la provincia se ha registrado un volumen de combustible de tráfico ilícito de del mismo durante el periodo 2011

Tabla 2. Informe del Tráfico Ilegal de Combustibles Carchi 2011

	GLP	DIESEL	GASOLINA EXTRA
Galones Incautados	87gl	715gl	706gl
Valor Comercial de los Combustibles en Ecuador	2,00\$	1.13\$	1.46\$
Total de Perdidas Durante el Periodo 2011	174\$	807.95\$	1030.76\$

La figura 9 indica la comercialización del combustible a los diferentes automóviles, los mismos que transportan hacia el país vecino



Figura 9. Comercialización de Combustible en una Gasolinera

Tabla 3. Precios Destinados de los Combustibles en Colombia Mediante el Tráfico Ilegal de Combustibles

	GLP	DIESEL	GASOLINA EXTRA
Galones Incautados	87gl	715gl	706gl
Valor Comercial de los Combustibles en Colombia	20,00\$	2.50\$	3.00\$
Total de Ganancia Durante el Tráfico Ilegal de Combustibles	1740\$	1787.5\$	2118\$

Con estos valores obtenidos durante el periodo 2011, son valores que se ha logrado decomisar para evitar el tráfico ilegal de combustibles, y evitar pérdidas a Ecuador, pero se sigue realizando investigaciones para poder controlar y tratar de reducir la cantidad de combustibles transportados ilegalmente a las fronteras.

La figura 10 muestra los escasos de comercialización de combustible en la ciudad fronteriza (Ipiales- Colombia) ya que mediante la venta de gasolina procedente de Ecuador es más económica



Figura 10. Comercialización de Combustible

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1 SUSTENTO LEGAL

El Artículo 4 de la Ley 2007-85 Reformatoria a la Ley de Hidrocarburos y al Código Penal, en sus párrafos tercero y cuarto, establece que para efecto de determinar la calidad del combustible líquido derivado de hidrocarburos, PETROCOMERCIAL abastecedora dará las facilidades necesarias para que el organismo calificado, certifique su calidad previa al abastecimiento a la comercializadora. El certificado de calidad incluido el uso de trazadores de identificación inequívoca del combustible vendido en cada terminal, será otorgado por alguna de las verificadoras autorizadas a operar en el país y aplicando las normas nacionales e internacionales de calidad.

El artículo 11 de la Ley de Hidrocarburos dispone que la Dirección Nacional de Hidrocarburos sea el organismo técnico-administrativo dependiente del Ministerio del Ramo que controlará y fiscalizará las operaciones hidrocarburíferas en forma directa o mediante la contratación de profesionales, firmas o empresas nacionales o extranjeras especializadas. La Dirección Nacional de Hidrocarburos velará por el cumplimiento de las normas de calidad, cantidad, confiabilidad, continuidad, oportunidad y seguridad, sobre la base de los reglamentos que expida el Ministro del ramo.

La Ley 2007-85 Reformatoria a la Ley de Hidrocarburos y al Código Penal, que en los párrafos tercero y cuarto del Artículo 4 de la citada Ley, establecen que para efecto de determinar la calidad del combustible líquido derivado de hidrocarburos, PETROCOMERCIAL

abastecedora dará las facilidades necesarias para que el organismo calificado, certifique su calidad previa al abastecimiento a la comercializadora. El certificado de calidad incluido el uso de trazadores de identificación inequívoca del combustible vendido en cada terminal, será otorgado por alguna de las verificadoras autorizadas a operar en el país y aplicando las normas nacionales e internacionales de calidad, se ha seleccionado el siguiente esquema de marcación:

Para cumplir con este requisito legal, se definirá un trazador para marcar los productos vendidos desde cada terminal de despacho al segmento automotriz, con lo cual, para cumplir con este propósito se requieren 11 trazadores diferentes.

Por otro lado, para distinguir a los combustibles despachados a los segmentos eléctrico, marítimo e industrial se usará un trazador, pero diferenciado por la concentración que se determine para cada uno de ellos, siendo este, un esquema flexible, pues en caso de requerirse incrementar un nuevo segmento en el control, se establecerá otra dosificación para su identificación.

Con este esquema de marcación se requerirá 12 trazadores diferentes para identificar el origen del combustible analizado en los operativos de control y los segmentos en los cuales deberán ser utilizados.

De esta manera, en cada terminal de despacho se manejarán hasta dos trazadores diferentes, con las dosificaciones que se establezcan para su control.

Si en los operativos de control se verifica que el producto analizado no contiene trazador, será evidencia de que se trata de un combustible

robado de alguna de las instalaciones de Petrocomercial o Petroindustrial. ³(DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS, (2007) *Ley de Hidrocarburos*, Ley 2007-85 y Artículo 11. Ecuador. Institucional).

3.2 TRAZADORES

3.2.1 DEFINICIÓN

Se trata de sustancias muy especiales que se mezclan con el combustible, logrando poner una marca a este producto de modo que se distinga de otros. Los marcadores se adicionan a concentraciones de partes por millón y se miden mediante SERS (Espectrometría Raman de Superficie Potenciada).

Son solubles en los hidrocarburos y no pueden ser separados por medios físicos ni químicos rutinarios.

Deben ser incoloros y no cambiar las características físico – químicas de los productos.

- No deben ser tóxicos para las personas que lo manejan.
- No deben ser contaminantes para el medio ambiente.
- Se requiere que sean únicos para el país que los usan.
- Hay que cuidar la seguridad en el transporte y almacenamiento.
- Es recomendable, mientras más baja es la concentración exigida para su identificación.
- Es importante su costo/beneficio.

- Es importante la disponibilidad del trazador durante el período requerido.
- Son sustancias que se pueden disolver completamente en los combustibles sin afectar sus propiedades químicas ni especificaciones técnicas del producto.
- No se requiere de mucho volumen del producto a escoger para lograr marcar el combustible.

3.2.2 SELECCIÓN DE TRAZADORES

El trazador de combustibles debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No estar presente en el combustible.
- No modificar las propiedades intrínsecas de los combustibles.
- Minimizar al máximo el gasto económico por la adición del trazador.
- Al adicionarlo estar en concentraciones menores al 10⁻⁹ g/l.
- Soluble en hidrocarburos.

3.2.3 ESTRATEGIA A SEGUIR MEDIANTE LOS TRAZADORES

Marcar los combustibles utilizando trazadores químicos líquidos que no alteren las características físico – químicas de los productos ni sus especificaciones de calidad y que mediante pruebas en el campo y laboratorio, pueda identificarse en forma inequívoca, la procedencia y calidad del derivado analizado.

La figura 11 indica los diferentes subsidios de los derivados del petróleo.

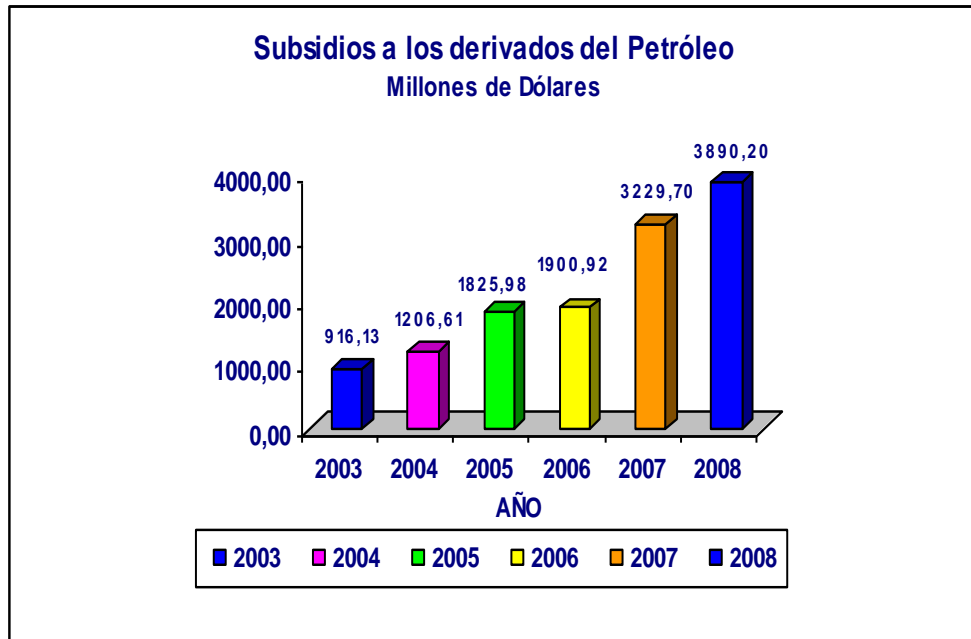


Figura 11. Subsidios a los Derivados del Petróleo

(Vásquez I, 2010)

3.2.4 CANTIDAD DE TRAZADOR A UTILIZAR

Según información de proveedores de los productos químicos, la dosificación de trazador por unidad de volumen de derivado del petróleo que se desea marcar varía entre 0.01 y 100 partes por millón (PPM).

Ejemplo:

Si tomamos en cuenta que durante el año 2007 se despacharon 1.843.146.128 galones de gasolina y diesel, y que la dosificación del trazador es 20 ppm, necesitamos un volumen de 36,863 galones de este producto químico. Se tiene también como referencia que el consto del trazador es de aproximadamente 0.0006 \$/gl de combustible, por lo que se estima un monto de 1.105.888 como presupuesto anual.

La figura 12 indica las muestras de trazadores que se va a inyectar en los combustibles



Figura 12. Selección de Trazadores a Inyectar

3.2.5 REQUISITOS DE LOS TRAZADORES

Los criterios principales para un sistema de marcadores se resumen a continuación. El marcador debe:

- Ser estable en el combustible y el solvente portador.
- Ser detectable al 1% de su nivel de marcado.
- Ser específico cuando se detecta, sin falsos positivos.

- No tener efecto sobre el combustible.
- Ser detectado por un procedimiento de prueba simple con un instrumento portátil no complejo.
- Proporcionar el mismo resultado en todos los combustibles.
- Resistente ha Lavado.
- No degradarse rápidamente bajo luz solar.
- Producir durante el análisis únicamente una cantidad pequeña de desechos.

3.3 EQUIPOS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS TRAZADORES

La estructura general requerida para dosificar los trazadores en los terminales de Petrocomercial y Petroindustrial, debiendo indicar que se realizarán las adecuaciones básicas para cada uno de ellos, de tal forma que el diseño detallado se ajuste a sus particularidades.

En forma resumida la infraestructura de aditivación tiene los siguientes componentes principales:

- Tanques de almacenamiento de los trazadores. Estos serán de capacidades que varían entre 50 y 200 galones, y deberán ser protegidos por cerramientos y seguridades que impidan el acceso a personas no autorizadas o malintencionadas.
- Tubería de conducción del trazador hacia el dosificador y brazo de carga del patio de despacho.
- Esta tubería de acero será de diámetro no mayor a una pulgada, y dependiendo de la estación de servicio, se usarán entre 100 y 200 m por trazador.

- Bomba de impulsión. Para impulsar el trazador desde el tanque de almacenamiento hacia el brazo de carga, se usarán bombas de desplazamiento positivo de aproximadamente 7.5 Hp, 115 PSI, con capacidad de bombeo de 200 a 500 gpm.
- El dosificador que controla la cantidad que deberá ser inyectada por unidad de combustible trazado, será capaz de manejar cantidades de trazador diluido del orden de 20ppm, que corresponden a volúmenes entre 1 y 30 glp, y dependiendo del terminal y número de brazos de aditivación, podrán instalarse en forma individual o en min paquetes de hasta 6 dosificadores. Se prevé la instalación de un dosificador por cada brazo de carga.
- Los Terminales de despacho tienen instalados equipos electrónicos de control del proceso de dosificación de aditivos, siendo la mayoría ACCULOAD II y III de marca Smith Meter.
- La infraestructura se completa con los accesorios e instalaciones eléctricas requeridas para el funcionamiento de los componentes.

Las especificaciones técnicas de los componentes de la infraestructura tecnológica serán establecidas en forma detallada, posterior a la definición del tipo de trazador y dosificación determinada para segmento de consumo.

La figura 13 indica los diferentes equipos necesarios en la utilización de trazadores

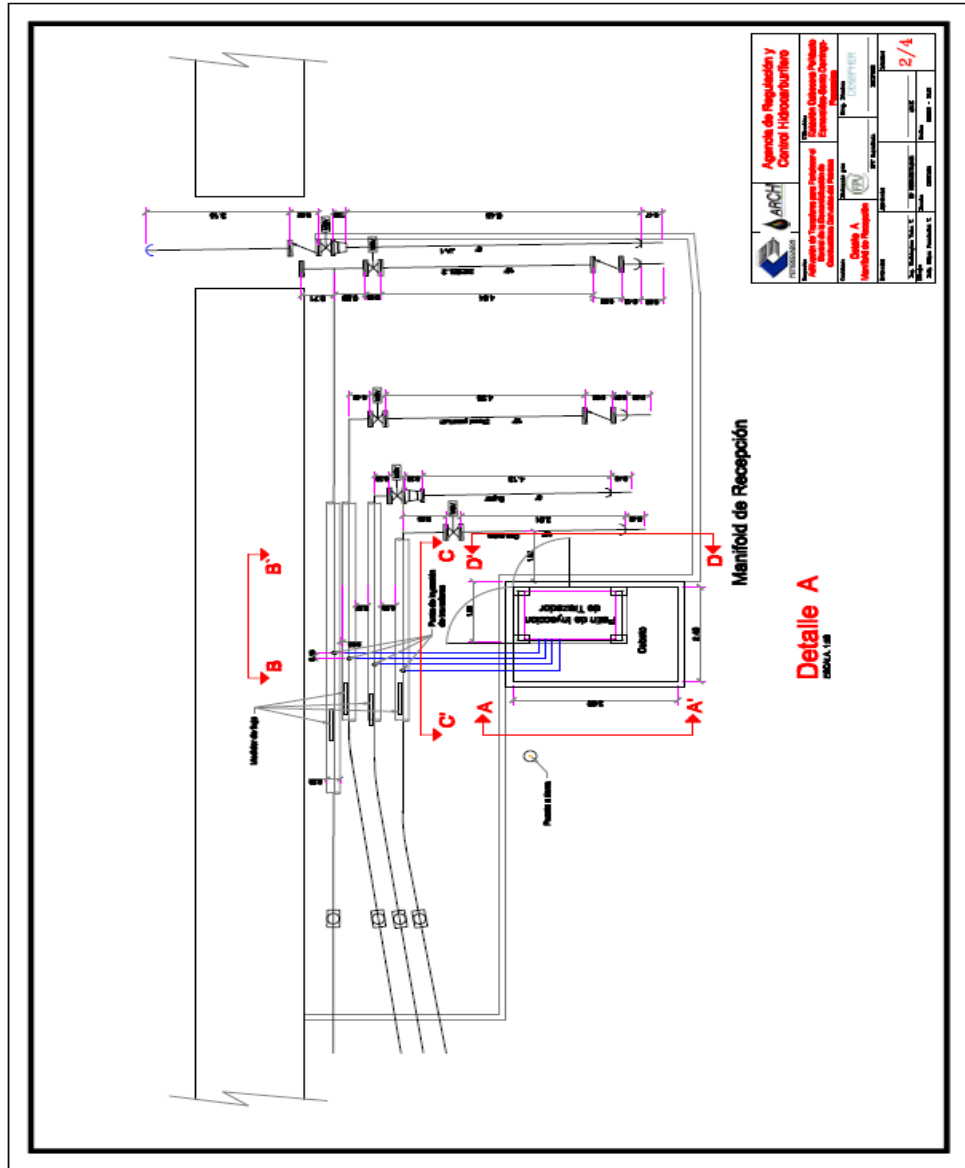


Figura 13. Equipos Necesarios para la Utilización de Trazadores

(Dechiper, 2012)

3.4 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LOS TRAZADORES

En el mercado se utilizan diversas tecnologías y éstas se resumen a continuación.

3.4.1 TECNOLOGÍA SERS:

Se ha desarrollado recientemente un nuevo instrumento basado en tecnología de marcadores que puede medir los marcadores existentes y que utiliza SERS (Espectrometría Raman de Superficie Potenciada) para la detección. Las principales ventajas de esta tecnología, que se ha validado completamente en el laboratorio y operacionalmente en el campo son:

- Los marcadores se pueden detectar con instrumentos de campo portátiles que funcionan con baterías o conectados a la red eléctrica.
- El resultado del análisis es rápido (2-3 minutos/prueba), claro y concluyente.
- El análisis es específico para marcadores específicos.
- Más de un marcador se puede utilizar lo que tiene la ventaja de contar con resistencia selectiva a varios agentes de lavado o por ejemplo para identificar malas prácticas regionales.
- Se pueden fabricar instrumentos a la medida para proporcionar un análisis completo al laboratorio y con únicamente un modo pasa/no pasa en el campo.

- Los marcadores o sus análogos se utilizan en muchos países, solamente es diferente el análisis.
- No existe ningún efecto de las tinturas de los hidrocarburos (por ejemplo la tintura azul del queroseno).
- Existe menos de 1 ml de desecho por prueba.

3.4.2 TECNOLOGÍA DE INMUNOENSAYO (IAS).

Emplea marcado con marcadores a bajas concentraciones (por ejemplo 250 ppm en comparación con la concentración de 20 ppm utilizada generalmente por las tinturas. El marcador se detecta mediante absorción sobre una columna de anticuerpos y se analiza mediante diversas técnicas incluidas la observación visual directa sobre la columna, la fluorometría y cromatografía líquida de alto desempeño. Los anticuerpos son específicos y un anticuerpo reconoce solamente un marcador (o familia) químico. Esto protege contra falsos positivos. El marcador químico está presente a muy bajas concentraciones como para ser medido por otra técnica. Es esencial tener el anticuerpo para extraer y concentrar el marcador. El sistema es ideal para marcado “Positivo/Negativo”.

A diferencia de SERS en el que se pueden medir al mismo tiempo varios marcadores, mediante inmunoensayo, cada marcador necesita una prueba diferente. No existen falso positivos. La tecnología IAS puede utilizarse para marcado cuantitativo, sin embargo el proceso requiere tiempo.

3.4.3 TINTURAS TRADICIONALES Y DE SEGUNDA GENERACIÓN.

Este método de marcado generalmente cuenta con concentraciones relativamente altas de tinturas y trazas inorgánicas (generalmente mayores de 20 ppm). El marcador normalmente se analiza mediante una prueba colorimétrica química relativamente simple.

El desarrollo de color es típico de varios químicos y puede llevar a confusión durante la determinación de si se ha identificado la tintura correcta. La falta de especificidad y el hecho de que no existe una prueba única, son las principales debilidades de estos sistemas.

Existen también problemas para la medición de niveles bajos de adulteración ya que el cambio de color es difícil de observar y se puede confundir con otros colorantes. A pesar de las mejoras recientes en la sensibilidad, los falsos positivos continúan siendo el principal problema.

3.4.4 TECNOLOGÍAS INFRARROJA/UV DE “LECTURA DIRECTA”.

Varias compañías ahora ofrecen sistemas de lectura con máquinas basadas en graficadores IR o UV.

Esta tecnología es fácil de utilizar, pero es necesario realizar calibración para los diferentes combustibles y es adecuada principalmente para el mercado de combustible virgen (sin adulterantes). Utilizar este sistema para medir adulterantes puede conllevar a falsos positivos en condiciones de bajo nivel de adulteración.

3.4.5 FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Es una tecnología para análisis cuantitativo que debe realizarse en laboratorio o requiere equipo analítico muy grande a concentraciones relativamente altas de marcadores. Con ésta tecnología pueden también existir problemas de difracción con los rayos x que afecta las especificaciones de los combustibles puesto que normalmente utiliza metales o alógenos como marcadores que puedan afectar la calidad del combustible.

3.4.6 GC O GC-MS (CROMATOGRAFÍA DE GASES–ESPECTROMETRÍA DE MASAS).

GC-MS es un método que combina las características de la cromatografía líquida de gases y la espectrometría de gases para identificar diferentes sustancias dentro de la muestra bajo prueba. La GC únicamente utiliza Cromatografía de Gases. Las aplicaciones de GC-MS incluyen detección de medicamentos, investigación de incendios, análisis ambiental, investigación de explosivos e identificación de muestras desconocidas. La GC-MS se ha convertido ampliamente en un “estándar de oro” para identificación de sustancias en ciencias forenses. La GC-MS está siendo ofrecida por varias compañías. Los sistemas analíticos son grandes y como ocurre con otras técnicas, las moléculas pueden lavarse. Se requieren concentraciones relativamente altas de marcadores para poder cumplir con el requisito de pruebas con 1% de sensibilidad.

Estos sistemas son adecuados para pruebas regionales o basadas en laboratorio, pero debido a su tamaño son engorrosas para realizar pruebas on-site de múltiples sitios. El costo de análisis de las pruebas con GC

puede ser muy alto si se incluye el equipo, el mantenimiento y la necesidad de técnicos especializados, etc.

⁴(DECIPHER, (2011) *Sistemas de Mercado DeCipher*, Tecnología SERS. Institucional.)

3.4.7 OTRAS

3.4.7.1 MEDICIONES FÍSICAS

Se han utilizado también mediciones físicas (como por ejemplo la medición del cambio en la densidad o el índice de refracción). Estas pruebas tienen éxito limitado debido a su falta de sensibilidad.

3.4.7.2 TECNOLOGÍA DE ISÓTOPOS

Utiliza la producción de isótopos de diferentes masas y la medición de estos con instrumentos sofisticados y técnicos entrenados.

3.4.7.3 TECNOLOGÍA DE ADN

Se ha propuesto pero las moléculas han demostrado inestabilidad y el equipo de detección se encuentra en el laboratorio.

3.4.8 COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MARCADORES

A continuación se presentara una tabla de las diferentes comparaciones de tecnología que se encuentran en el mercado.

Tabla 4. Comparación de las Tecnologías de Marcadores de Petróleo para
 Mercado de Adulterantes

Tecnología	Comentarios	
	Ventajas	Comentarios
Tecnología SERS	<ul style="list-style-type: none"> • Basada en instrumentos • Funciona con todos los combustibles • Proporciona una huella • Mide con exactitud • Fácil y sensible • El marcador se puede detectar incluso después de lavado 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología validada en laboratorio y en operaciones de campo • Posibilidad de tener un número grande de marcadores • Cantidad pequeña (<1 ml) de desechos por prueba
Inmunoensayo	<ul style="list-style-type: none"> • Mide niveles muy bajos de adulterantes • Especifica -Solamente marcadores reconocidos por la prueba • Libre de errores • Estable 	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba individual costosa para cada marcador • Algunas moléculas se pueden lavar debido a la extracción acuosa • Número limitado de marcadores • Confusa para utilización
Tecnologías de Lectura Directa (UV/IR)	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba fácil y rápida • Se basa en instrumentos 	<ul style="list-style-type: none"> • El “ruido” de los instrumentos puede conllevar a falsos positivos

Tecnología	Comentarios	
	Ventajas	Comentarios
Tecnologías de Lectura Directa (UV/IR)		<ul style="list-style-type: none"> • Las moléculas a menudo son inestables bajo la luz • Se debe utilizar únicamente con marcadores “Positivo/Negativo” • Los resultados pueden carecer de exactitud pero son adecuados para el análisis • Número restringido de marcadores
Fluorescencia por Rayos X	<ul style="list-style-type: none"> • Exactitud 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita instrumentación grande o basada en el laboratorio • Los marcadores puede afectar las especificaciones de los combustibles • Requiere alta concentración • El “ruido” del instrumento puede producir falsos positivos

Tecnología	Comentarios	
	Ventajas	Comentarios
GC-MS O GC (Cromatografía de Gases, Espectrometría de Masas)	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden medir más de una molécula • Prueba de base forense 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita instrumentos grandes o basados en el laboratorio • Requiere alta concentración • El “ruido” de los instrumentos puede producir falsos positivos

3.5 CONSIDERACIONES DE SOLUBILIDAD DE LOS TRAZADORES

La solubilidad del marcador en el solvente portador es igualmente importante a los demás requisitos. Ésta afecta tanto los costos como la logística del marcado. Es necesaria una diferencia de 105 en la solubilidad entre el solvente portador y la concentración final del marcador para garantizar que el combustible se pueda marcar a 10 mls de marcador por cada 1000 litros de combustible. El fundamento para establecer este valor es el siguiente:

- 10 mls de concentrado de marcador al 1% adicionado al combustible proporciona una concentración de 100 ppb.
- A 100 ppb un gramo de marcador marca 10 kl de combustible (m/v).

La figura 14 muestra el equipo necesario para el muestreo del combustible hacer medido



Figura 14. Prueba de Muestreo de la Gasolina Colombiana

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 TECNOLOGÍA NECESARIA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRAZADORES

Dependiendo de la naturaleza del problema, es importante determinar si marcar el combustible que se está diluyendo o sustituyendo o el combustible que posiblemente se vaya a subsidiar o el adulterante (como en el caso de India donde el queroseno que es más barato se utiliza para adulterar el combustible para automóviles que es más costoso).

En general, el mercado cuantitativo es adecuado en los casos en que el problema es la dilución mediante por ejemplo productos contrabandeados y el mercado “Positivo/Negativo” es adecuado cuando la adulteración o el abuso del subsidio son los problemas como es el caso de Ecuador.

Tabla 5. Diferencia Entre Combustibles con Impuestos y Combustibles que van a ser Subsidiados

Método de Mercado	Ventajas	Desventajas
<p>Marcar 100% todo el combustible gravado con impuestos</p>	<p>Todo el combustible relevante se marca y se puede identificar.</p> <p>El lavado no es un problema</p>	<p>El nivel de detección se limita a 5-10%</p> <p>El principal problema es el hurto y la utilización ilegal del marcador.</p>
<p>Marcar el Combustible que posiblemente se va a subsidiar</p> <p>O</p> <p>El Adulterante</p>	<p>Es posible detectar muy bajos niveles de adulterante.</p> <p>Si los solventes se han importado ilegalmente se pueden detectar</p>	<p>Esta segunda opción es válida cuando es posible marcar todo el producto que probablemente se utilice ilegalmente.</p> <p>Algunos marcadores se puede lavar</p>

4.2 INSTRUMENTACIÓN NECESARIA

Cuando se utiliza instrumentación también deben indicarse las especificaciones requeridas y las características típicas se resumen a continuación.

Tabla 6. Instrumentación Necesaria

Opciones Requeridas	Características
Base	Seguridad
	Computador Incorporado
	Reloj
	GPS
Control de Calibración	Necesidad de calibrar estándares de 0%
	Se necesitan calibrar el estándar de 100%
	Almacenamiento de los datos de calibración
Visualización de	Estándares
	Resultados de la Medición – Positivo/Negativo
	Huella Química
	Librería de Huellas
	Datos +GPS de identidad de Sitios

Opciones Requeridas	Características
Impresora	Puerto USB (u otro)
	Incorporada
Necesidades de descarga	Resultados
	Biblioteca de Estándares de Marcadores
	Bibliotecas de Huellas de Marcadores
	Huella de Marcadores superpuestos con librería de marcadores
	Sitio de enlace para GPS
	Sitio de enlace al momento de muestreo
Suministro de Corriente	Red eléctrica
	Batería de automóvil o portátil

La figura 15 indica el equipo con el cual se puede obtener lecturas de los marcadores en los combustibles



Figura 15. Equipo de Tecnología SERS

4.3 TECNOLOGÍA SERS

La nueva tecnología clave utiliza para marcar el combustible uno o más de varios marcadores a una concentración de partes por millón. A estas concentraciones, las moléculas son imposibles de detectar con técnicas analíticas normales.

Para lograr la detección a estos niveles tan bajos, une estas moléculas a nanopartículas coloidales de plata y aumenta la sensibilidad del análisis utilizando espectroscopia Raman en 5-6 veces de orden de magnitud. La denominada “Espectrometría Raman de Superficie Potenciada” – Tecnología SERS – Constituye la base de las aplicaciones de los sistemas de detección.

El proceso es el siguiente:

Tecnología Raman & SERS

- Se utiliza láser para excitar una molécula
- La diferencia de frecuencia entre la molécula y la molécula afectada por el láser es el efecto Raman.
- La diferencia es muy pequeña y se potencia mediante potenciación de las superficies con SERS (utilizando Nanopartículas).

La figura 16 indica un análisis de marcación de un combustible mediante la tecnología SERS

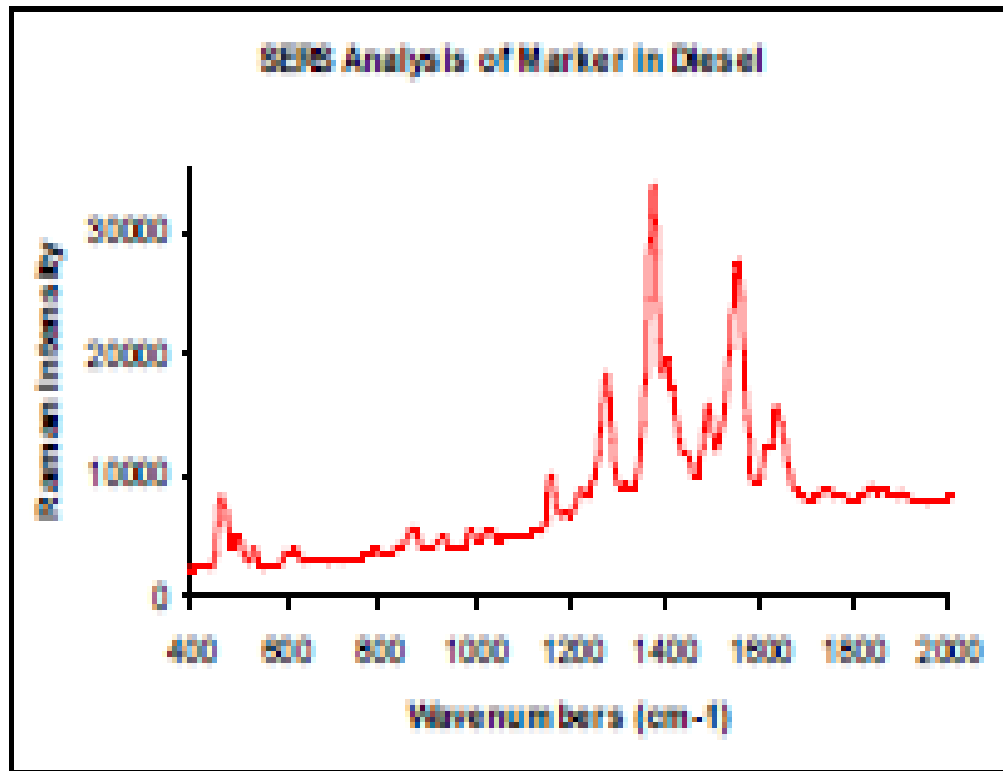


Figura 16. Análisis de marcador en el diesel

(Dechiper, 2012)

4.3.1 ANÁLISIS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SERS

- Se toma 0,15 ml de diesel.
- Se agrega 0,5 ml de coloide de plata.
- Se mezclan (2-3 segundos)
- Se agrega 0,1 ml de agregante.
- Se mezcla (2-3 segundos)
- Se coloca en el Analizador SERS
(2 minutos para máxima señal)

La figura 17 muestra la implementación del marcador en un autotanque para poder nombrar el combustible transportado



Figura 17. Inyección del Trazador en un Autotanque

4.4 DESEMPEÑO DE LOS TRAZADORES

4.4.1 UTILIZACIÓN DE SERS DE DECIPHER EN LAS OPERACIONES DE LABORATORIO

- Los marcadores son cuantitativos a 100%, 5%, 1%.
- Cada marcador tiene una dispersión distinta que puede diferenciarlos entre sí.
- No existe ningún efecto de las tinturas de los combustibles.
- Los marcadores puede incluso detectarse después de intentos del lavado con bases, ácidos y arcilla.

4.4.2 UTILIZACIÓN DE SERS EN LAS OPERACIONES DE CAMPO

En un desarrollo reciente, la tecnología SERS se operó de manera simultánea con el sistema que estaba utilizando el cliente. Ambos sistemas median los mismos marcadores. El análisis comparativo demostró:

- 459 reportaban el mismo resultado para los marcadores tanto con SERS como con el sistema existente.
- 41 mostraba los marcadores SERS cuando el sistema existente no lo hacía.
- Ninguna muestra SERS era negativa cuando el sistema existente era positivo.
- El sistema SERS fue también más rápido y fácil de utilizar y con solamente una pequeña cantidad de desechos.

Además, los instrumentos específicamente desarrollados fueron creados por Ocean Optics de forma que pudieran utilizarse en modo

de laboratorio con un barrido completo de datos y en modo de campo donde solamente se registran positivos y negativos y el sistema se puede configurar al porcentaje de umbral deseado como se presenta a continuación donde el valor de la concentración umbral se estableció al 5%.

La figura 18 indica la implantación general de la Refinería Estatal de Esmeraldas por el cual pasan los marcadores

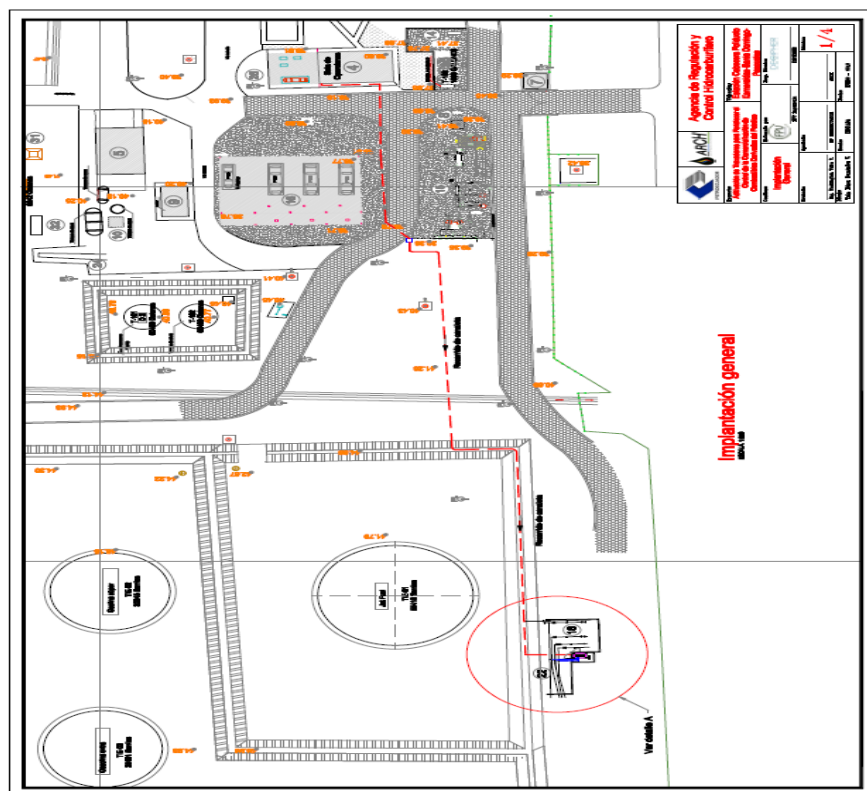


Figura 18. Análisis Realizado en la Refinería Estatal de Esmeraldas

(Dechiper, 2012)

4.5 CONTROL DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA INYECCIÓN DEL TRAZADOR

También es importante contar con un Sistema de Operaciones Integrado a cargo de un Equipo de Administración Experimentado. Los diversos elementos de la operación son:

- Mercado controlado.
- Enlace de las entregas en terminales con las recepciones en los establecimientos de venta al por menor.
- Manejo de un programa activo de vigilancia/prueba.

4.6 COMPARACIÓN DE COMPAÑÍAS EN EL MERCADO

Tabla 7. Comparación de Compañías en el Mercado

Compañía	La Oferta	Fortalezas	Comentarios
DeCipher	Nueva tecnología SERS Mezclado de múltiples marcadores Infraestructura con el control de personal de DeCipher	Centrado en el Mercado de Combustibles Tecnología original efectiva Personal con experiencia y conocimiento de los requerimientos del mercado	Exitoso uso de SERS en laboratorio y en todas las operaciones Uso de marcadores existentes en el mercado, pero usando nueva tecnología más sensible
Authentix	Mezclado de múltiples marcadores	Experiencia Tecnología convencional	Múltiples marcadores con prioridad en conflicto

Compañía	La Oferta	Fortalezas	Comentarios
	<p>basados en campos UV (LSX) y GCMS</p> <p>Infraestructura a través de contratistas</p>	<p>pero no innovaciones recientes</p>	<p>La prioridad se trasladó de IAS a GCMS y UV. IAS el soporte puede ser limitado</p>
GFI	<p>Ofrecen tecnología de difracción de Rayos X</p> <p>Infraestructura a través de contratistas</p>	<p>Respaldo de Israel</p> <p>Necesita muy altas concentraciones para pasar protocolos técnicos</p>	<p>Instrumentos de gran tamaño que requieren estrategia de muestreo regional (no tienen muestreo en sitio)</p> <p>Pueden utilizar halogenuros o metales pesados</p>
TracerCo	<p>Ofrece GC/GCMS/HP LC</p>	<p>Respaldado por Johnson Matthey</p>	<p>Necesita un sistema seguro de análisis de campo para respaldar el trabajo realizado en el laboratorio basado en GC</p>
Rohm and Hass	<p>Ofrece productos químicos encubiertos</p>	<p>Experiencia en el sector energético y de mercado (generalmente en la coloración del petróleo)</p>	<p>Uso de sustancias que no siempre se conoce la tecnología</p> <p>Parte de un Conglomerado y puede haber soporte restringido</p>

Compañía	La Oferta	Fortalezas	Comentarios
John Hogg BASF	Ofrece conservadores químicos encubiertos Recientemente adquirida por BASF	Compañía de colorantes esperando probar marcadores	Muy lento movimiento. No toma riesgos tales como involucrarse en infraestructura
United Colour	Ofrece colorantes y químicos encubiertos	Buena industria petrolera para colorantes pero limitada experiencia en marcadores	Están tratando de ingresar en el mercado de los marcadores, pero no conocen los contratos que se manejan en los marcadores
ChemiTec (Italy)	Ofrece productos químicos encubiertos	Participación en la industria del petróleo	No tienen experiencia en el mercado – algunos ensayos en la India Empresa a la venta
Inspection Companies SGS/TUV	Infraestructura Marcadores adquiridos	Experiencia	No tienen tecnología propia y tienen conflicto de prioridades en múltiples marcadores. Estas compañías no proveen todavía un “servicio de primera”

4.7 DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE TRAZADORES

4.7.1 TECNOLOGÍA BASADA EN SERS

SERS como su tecnología líder para medir marcadores en combustibles para identificar y controlar malas prácticas. Actualmente utiliza un sistema de plata coloidal patentado que incluye adicionar reactivos a una muestra antes de la medición. El trabajo en el sistema actual basado en coloides se centra en:

- Optimización de SERS para cualquier marcador específico – alterando: la cantidad de coloide y agregante, etc.
- Cuantificación de marcadores o grupos de marcadores
- Además, se están también evaluando y desarrollando sustratos SERS de estado sólido.

4.8 EVALUACIÓN DE MARCADORES

Tiene un programa activo para evaluar y seleccionar químicos para marcadores. La base para la selección es que el marcador:

- Pueda detectarse a un 1% de su concentración de marcado.
- Proporcione resultados específicos reproducibles sin falso positivos.
- No produzca ningún efecto sobre el combustible.
- Se pueda concentrar dentro de un solvente portador para marcado práctico.
- Sea foto estable y no sea fácil de lavar utilizando ácidos o bases y absorbentes comunes.

4.9 ESTRATEGIA ANTI-LAVADO

En muchos países el combustible se subsidia para ayudar a sectores específicos o para la utilización pública o industrial. Los marcadores se pueden utilizar para marcar el combustible subsidiado. No es sorprendente que el lavado de los marcadores (el retiro deliberado del marcador del combustible subsidiado) sea uno de los mayores problemas. Cuenta con un programa de tres elementos que proporciona marcadores resistentes al lavado.

- Selección de marcadores resistentes.
- Desarrollo de la utilización de químicos para “bloquear” absorbentes.
- Desarrollo de técnicas diagnósticas que detectan el lavado.

4.10 CONTROLES PROPUESTOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SERS

Con frecuencia implica el uso de sistemas avanzados de marcación para identificar y prevenir el fraude ha demostrado ser efectivos en el control de la actividad ilegal.

La tecnología SERS cumple los principales requerimientos para programas de control, ser capaz de medir bajos niveles de combustible marcado sin falsos positivos y además tiene la capacidad de medir más de un marcador en el mismo análisis. Como muestra la figura inferior, si todo el combustible es marcado con un marcador común después de que este ingresa a la terminal de despacho y el combustible subsidiado es adicionalmente marcado con otro marcador será posible detectar:

- Combustible ecuatoriano (el cual es marcado) en la frontera, en los países vecinos y el que está siendo usado ilegalmente por los barcos.
- Uso ilegal de combustible subsidiado por la industria
- Combustible robado del poliducto.

La figura 19 muestra la estrategia de control a seguir para prevenir el tráfico ilegal de combustibles

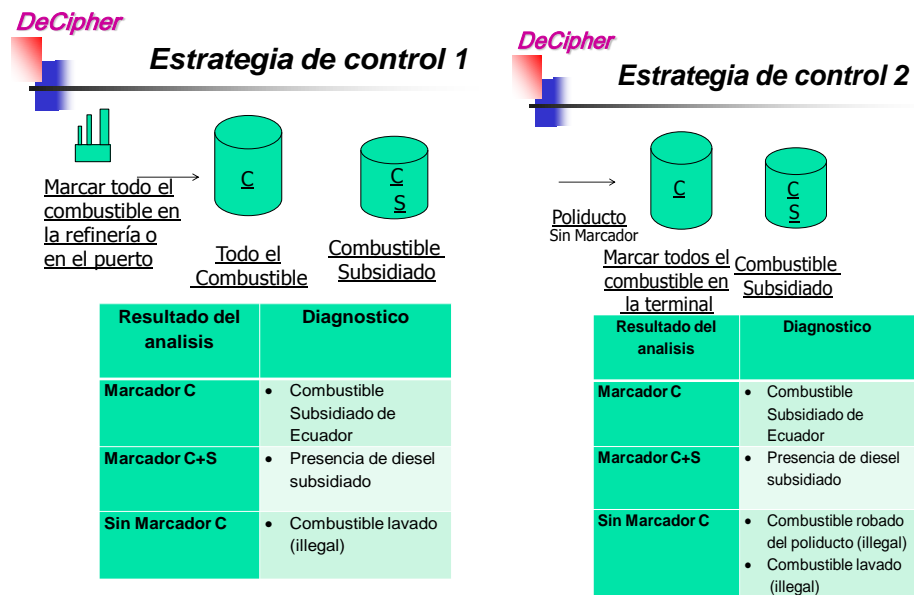


Figura 19. Estrategias de control mediante la Tecnología SERS

(Dechiper, 2012)

4.11 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL SISTEMAS DE MARCADO EN VARIOS PAÍSES

En África Oriental (Kenia, Uganda y Tanzania), donde las economías de combustibles están vinculadas, se encuentran implementados programas de marcado y prueba de combustibles en cada uno de los países para identificar y controlar la actividad ilegal como por ejemplo el contrabando, el dumping para exportación y la adulteración. Un ejemplo típico del beneficio para el país es Kenia.

La figura 20 indica los diferentes caminos que existe en África para el tráfico ilícito de combustible, pero el mismo que se ha prevenido mediante la tecnología SERS

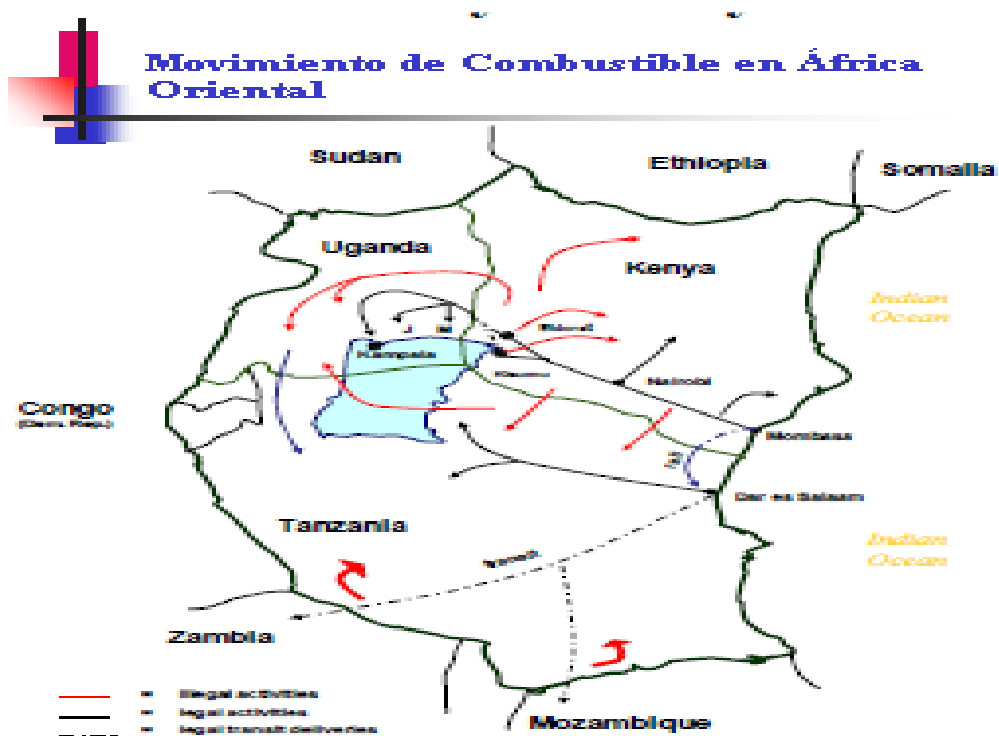


Figura 20. Movimientos del combustible en África Oriental

(Dechiper, 2012)

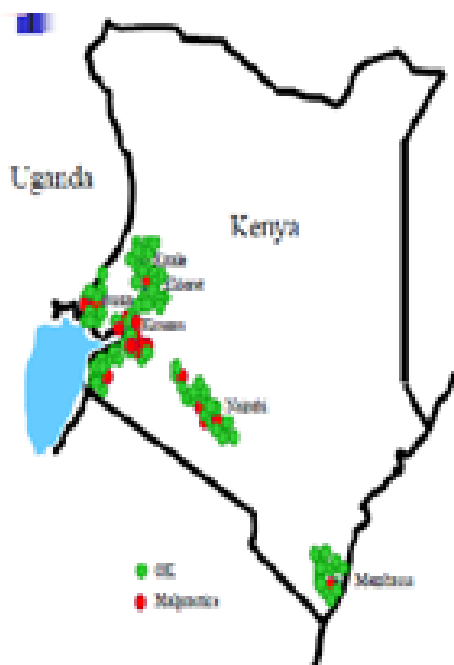
En Kenia, el impuesto equivale a algo así como el 40% del precio del combustible para automóviles. Sin embargo, el combustible se exporta sin impuesto y es por tanto considerablemente más barato que el precio en las estaciones de servicio. Esto conlleva el problema de combustible “exento de impuestos” para exportación que está siendo ilegalmente devuelto a Kenia.

Para prevenir esto, desde octubre en 1998 todos los combustibles exportados “exentos de impuestos” (~600.000 kilolitros por año) se han marcado. El combustible puede entonces someterse a prueba en los sitios de venta de combustible para garantizar que el marcador “para exportación” no esté presente. El gobierno junto con las compañías petroleras ha también implantado otras medidas como por ejemplo escoltar a los carro tanques que van hacia las fronteras. También se encuentra implementado un programa similar para identificar cuándo el queroseno se utiliza ilegalmente en el combustible para vehículos.

Como se observa en las siguientes figuras, el programa ha producido una reducción significativa en la actividad ilegal que se estima ahorra al gobierno de Kenia anualmente 50 millones de dólares en pérdidas de impuestos y a las compañías petroleras USD 75 millones aproximadamente en ventas (con base en un precio del barril de petróleo de USD 50).

La figura 21 muestra el control que se ha producido en Kenia mediante la tecnología SERS

**PROGRAMA DE CONTROL
DE EXPORTACIÓN DE
KENIA ANTES DE LA
IMPLEMENTACIÓN**



**PROGRAMA DE CONTROL
DE EXPORTACIÓN DE
KENIA DESPUÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN**

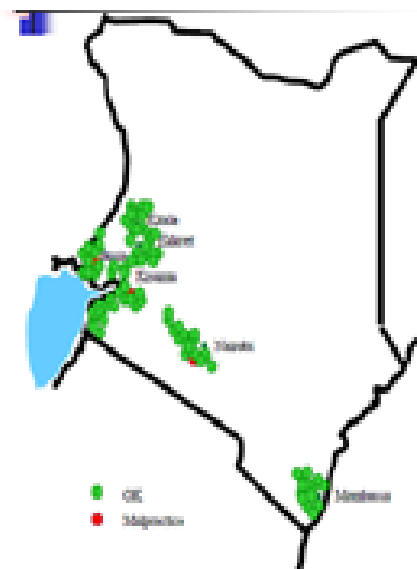


Figura 21. Control mediante la implementación del Sistema SERS

(Dechiper, 2012)

4.12 PANORAMA MUNDIAL GENERAL DE LA TECNOLOGÍA SERS

En América la atención está puesta principalmente en:

“Violación de franquicias” en la que el combustible no vendido por las compañías distribuidoras se vende legalmente en estaciones de dichas compañías. Esto conlleva tanto a pérdidas de ventas como a posible responsabilidad debido a la venta de combustible de baja calidad. En América, donde la mayoría de las ventas de combustible principalmente se realizan a través de grandes distribuidores mayoristas el problema puede ser grave. En estos casos el combustible de los clientes se marca con un marcador cuantitativo a menudo agregado a través del paquete de aditivos y se inspecciona para garantizar que su producto está presente y no se reemplazó o diluyó). Cualquier discrepancia se trata a través del contrato entre el distribuidor y la multinacional

Reemplazo con combustible subsidiado, en este caso el producto subsidiado (por ejemplo diesel para el sector agrícola) se utiliza ilegalmente en otros sectores. En este caso, se utiliza un marcador “Positivo/Negativo” y se inspeccionan los centros que deben estar utilizando combustible no subsidiado para garantizar que no utilicen combustible subsidiado. Si se determina que lo están haciendo, se configura un delito que puede ser castigado por las cortes.

En América del Sur la atención se encuentra sobre varias áreas, por ejemplo:

En Guyana - donde el combustible es altamente gravado con impuestos el principal problema ocurre debido al contrabando desde los países vecinos. Aquí el combustible de Guyana se marca cuando ingresa a país

con un marcador cuantitativo y todos los distribuidores minoristas se inspeccionan para garantizar que no se ha diluido la cantidad del marcador con combustible de contrabando con el que no se paga ningún impuesto.

En Brasil – el principal problema fiscal proviene de la utilización ilegal de productos subsidiados destinados a “áreas remotas” en el sector principal de la economía donde un producto no subsidiado debe estar utilizándose. En este caso se utiliza un marcador “Positivo/Negativo” y los sitios que no deben estar utilizando combustibles subsidiados se inspecciona para garantizar que no lo hacen.

En Brasil, existen también problemas significativos con la violación de las franquicias y con los comerciantes sin escrúpulos que realizan dumping con el combustible en los establecimientos de las principales compañías y producen problemas de pérdida de ventas y de calidad del combustible. Como se realiza en América, el combustible de los clientes se marca con un marcador cuantitativo y se inspecciona para garantizar que su producto esté presente y no sea reemplazado o diluido. Las compañías petroleras que tienen implementados estos programas los utilizan para obtener una ventaja competitiva y publicitan sus actividades como un compromiso para proporcionar a sus clientes un producto de calidad que no ha sido adulterado o sustituido.

En África, los problemas son diversos. Ejemplos típicos son los siguientes:

En África Oriental (Kenia, Uganda, Tanzania) – donde los combustibles son fuertemente gravados con impuestos y viajan sin pagar impuestos a través de las fronteras- el problema principal se presenta por el

contrabando desde los países vecinos y el dumping por la devolución al país de origen del combustible para exportación. En estos países se utiliza un marcado “Positivo/Negativo” para marcar el combustible para exportación y se emplea un marcador cuantitativo para marcar el combustible para automóviles. Todos los establecimientos minoristas se inspeccionan para determinar si realizan malas prácticas.

En Sudáfrica, el problema más significativo es la desviación de la “parafina para iluminación (queroseno)” –diseñada para iluminación y calefacción de los más pobres– hacia el combustible para automóviles. En este caso se utiliza un marcado “Positivo/Negativo” del combustible para automóviles que se inspecciona para determinar si hay presencia de parafina ilegal marcada.

En Europa predominan dos problemas:

En Europa antigua (Francia, Reino Unido, España, etc.) el principal problema es el reemplazo del subsidio en el que el producto subsidiado (por ejemplo el diesel agrícola) se utiliza ilegalmente en otros sectores. En este caso, se utiliza un marcado “Positivo/Negativo” y los establecimientos que deben utilizar un combustible no subsidiado se inspeccionan para garantizar que no hay presencia de combustible subsidiado. Si se encuentra, se configura un delito que puede ser castigado por las cortes.

En la Europa moderna (Serbia, Rumania etc. y gran parte de la antigua Unión Soviética), como en África Oriental el problema proviene de los países vecinos en los que el combustible es gravado de manera diferencial y viaja libre de impuestos a través de las fronteras- el principal problema se presenta por el contrabando transfronterizo y el dumping por

el regreso del combustible de exportación al país de origen. Se puede utilizar un marcado “Positivo/Negativo” y marcar el combustible de exportación y un marcado cuantitativo para marcar el combustible para automóviles. Todos los establecimientos minoristas se inspeccionan para determinar si realizan malas prácticas.

En Asia, los problemas son específicos para cada país. Por ejemplo:

En India el problema más significativo es la desviación del queroseno – para utilización en iluminación y calefacción de los más pobres– hacia el combustible para automóviles. En este caso, se utiliza un marcado “Positivo/Negativo” y los establecimientos minoristas se inspeccionan para determinar si realizan malas prácticas.

En Malasia el combustible para automóviles subsidiado es desviado ilegalmente hacia la industria. En este caso se utiliza un marcado “Positivo/Negativo” y los establecimientos industriales se inspeccionan para determinar si existe presencia de combustible para automóviles ilegal. ⁵(DECIPHER, (2011) *Sistemas de Mercado DeCipher*, Tecnología SERS. Institucional.)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al no existir el uso de marcadores de combustibles o más conocidos como trazadores, no se procederá a un control del transporte de combustibles para evitar el tráfico ilícito hacia las fronteras del país.
- El uso de trazadores radioactivos en el rastreo o identificación de productos, como la gasolina y el diesel, la misma que permitirán, frenar el alto índice de robos que han venido sufriendo durante la transportación de estos combustibles.
- La tecnología SERS cumple los principales requerimientos para programas de control, ser capaz de medir bajos niveles de combustible marcado sin falsos positivos. Además tiene la capacidad de medir más de un marcador en el mismo análisis.
- El mecanismo de rastreo propuesto en este documento, está basado en la incorporación al combustible de una substancia inactiva (trazador) que será transferida al combustible mediante un dispositivo especial, únicamente si éste ha sido descargado ilegalmente.

5.2 RECOMENDACIONES

- El uso de un sistema de marcación en los combustibles es de suma importancia, ya que con el mismo se puede obtener un mejor control del transporte de los combustibles.
- Según el Código Penal en la Ley del Tráfico Ilegal de Combustibles, existen sanciones muy fuertes para las personas infractoras, pese a esto las poblaciones fronterizas acceden a realizar este hurto que se le realiza al país.
- El control de los diferentes equipos para la instalación de este sistema, con el fin de evitar mediciones falsas, y por tal motivo tratar de eliminar el tráfico ilícito.
- La tecnología SERS es una de las mejores opciones para el control de ya que adiciona reactivos a una muestra antes de la medición, para así poder dar un valor de mayor exactitud.
- Es importante conocer las experiencias que han obtenido las otras empresas en el uso y manejo de la tecnología de trazadores químicos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ADITIVO: Sustancia química agregada a un producto para mejorar sus propiedades.

A.P.I.: Instituto americano del petróleo.

COMBUSTIBLE: Sustancia que reacciona con el O₂ del aire. La reacción permite transformar la energía asociada a la estructura molecular de los reactantes en energía térmica que soporta a los productos.

CRAQUEO CATALÍTICO: Se basa en el rompimiento de moléculas por medio de un catalizador en presencia de temperatura.

DESTILADO: Los productos de condensación obtenidos durante el proceso de destilación fraccionada (combustibles gaseosos, nafta, gasolina, queroseno y gasóleos).

GRAVEDAD ESPECÍFICA: La relación del peso de una unidad de volumen de una sustancia de referencia, ambas a las mismas condiciones físicas especificadas.

HIDRODESULFURADORA: Su función principal es eliminar el azufre de la carga que viene de crudo a través de un horno y un reactor, a alta temperatura (320 °C) y con una corriente de hidrógeno.

NÚMERO DE OCTANO: Parámetro utilizado para la medición de mayor o menor tendencia a la detonación

OCTANAJE: Es una escala que mide la resistencia que presenta un combustible (como la gasolina) a detonar prematuramente cuando se comprime dentro del cilindro de un motor.

POLIDUCTO: Es el ducto para el transporte de productos derivados del petróleo crudo desde el punto de carga hasta una terminal u otro poliducto y que comprende las instalaciones y equipos necesarios para dicho transporte.

PRODUCTOS LIMPIOS: Son derivados del petróleo resultado de un proceso de destilación, con características diferentes tales como: Gasolinas, Diesel 2, Diesel 1, Jet A 1, Naftas bases etc.

PUNTO DE CARGA: Es el punto a partir del cual los hidrocarburos a transportar pasan del sistema del cargador al del transportador.

REGENERACIÓN CONTINUA DE CATALIZADOR (CCR): Es un Planta cuyo objetivo es producir gasolina de alto octanaje, hidrógeno y LPG, tomando como carga la nafta liviana.

TRANSPORTE: Es el desplazamiento de hidrocarburos, realizado desde el lugar de recepción o captación hasta el lugar de entrega o devolución, a título oneroso, por medio de oleoductos gasoductos o poliductos.

BIBLIOGRAFÍA

- Creus, A, (2005) *Instrumentación Industrial*, México, Alfaomega Grupo Editor.
- Calle, L, (2004) *Química y Características del Petróleo y Productos Básicos*, Quito, Institucional.
- Ramos, F., (2001) *Procesos de Refinación en la Refinería Estatal de Esmeraldas*, Esmeraldas, Institucional.
- Guzmán, M., (2004) *Rastreo de Combustibles a Partir de la Irradiación de Trazadores*, México, Institucional.
- Guzmán, M., (1991) *Determinación de elementos contaminantes de petróleo por Fluorescencia de Rayos-X*. México, Tesis de Ingeniería Química, México.
- CODIGO PENAL, (2009) Ley del Tráfico Ilegal de Combustibles, *Art. 367 "De los delitos relativos de comercialización ilícita de combustibles derivados de hidrocarburos, incluido el gas licuado de petróleo y biocombustibles"*. Quito, El Forum
- Estrada, D.C. PEMEX (2009) *El Reto del Combate al Mercado Negro de Combustibles*. México DF. 4ª. Reforma.

- DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS, *Ley de Hidrocarburos*, Ley 2007-85 y Artículo 11. Ecuador. Institucional.
- DECIPHER, (2011) *Sistemas de Mercado DeCipher*, Tecnología SERS. Institucional.
- PLAN DE SOBERANÍA ENERGÉTICA. (2007), *Trazadores Químicos Para Control de la Comercialización de Gasolinas y Diesel*. Quito. Institucional.
- Matos, P., (2002). *Detección de Adulteración de Combustibles*. Recuperado 16 de julio, 2012, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/matos_sp/T_completo%20.PDF.
- Sección Química Nuclear (2005). *Rastreo de Combustibles Mediante Técnicas Nucleares*. Recuperado 5 de agosto 2012 http://quimicanuclear.org/pdf_memorias2005/TRABAJOS%20LIBRES/F%20MONROY-GUZMAN.pdf.
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (2008). *Aditivación de Trazadores para Fortalecer el Control de la Comercialización de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo*. Recuperado 11 de septiembre 2012. <http://www.arch.gob.ec/index.php/mapa-del-sitio.html>.

ANEXOS

Anexo N°1 Despachos a Zonas de Frontera (Datos del 2007 en Galones)

**Anexo N°2 Uso de Trazadores para Control de Comercialización de Diesel
y Gasolinas, Flujo de Caja Año 2008 y 2009**

I.....AÑO 2008.....I											
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
Conceptos	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Año 2008	
INGRESOS											
Asignación presupuestaria	2.400.000									2.400.000	
Ahorro por hurto	-									-	
Ahorro por desvío	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ahorro por contrabando	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total Ingresos	2.400.000	-	-	-	-	-	-	-	-	2.400.000	
EGRESOS											
Concepción del proyecto		2.240	2.240							4.480	
Diseño detallado					5.000					5.000	
Contratación Infraestructura				2.240	2.240	4.000	3.000			11.480	
Provisión de marcadores con pruebas					8.000				360.000	368.000	
Compra de equipos								23.240		23.240	
Implementación									2240	2.240	
Comunicación y difusión del control										-	
Inicio del control (Personal)										-	
Total de egresos	-	2.240	2.240	2.240	15.240	4.000	3.000	23.240	362.240	414.440	
Diferencia Ingresos - Egresos	2.400.000	(2.240)	(2.240)	(2.240)	(15.240)	(4.000)	(3.000)	(23.240)	(362.240)	1.985.560	
Flujo acumulado	2.400.000	2.397.760	2.395.520	2.393.280	2.378.040	2.374.040	2.371.040	2.347.800	1.985.560	3.971.120	

..... AÑO 2009													
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Año 2009	Proyecto
-	-	1.200.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.200.000	3.600.000
-	-	-	-	44282	44282	44282	44282	44282	44282	44282	44282	309.975	309.975
-	-	-	-	248.803	248.803	248.803	248.803	248.803	248.803	248.803	248.803	1.741.618	1.741.618
-	-	-	-	230.139	230.139	230.139	230.139	230.139	230.139	230.139	230.139	1.610.973	1.610.973
-	-	1.200.000	-	-	523.224	523.224	523.224	523.224	523.224	523.224	523.224	4.862.566	7.262.566
												-	4.480
												-	5.000
												-	11.480
	840.000						360.000			840.000		2.040.000	2.408.000
	49000											49.000	72.240
291.000	226.333,33	226.333,33	226.333,33	25000	25000	25000						970.000	972.240
				25000	25000	25000						75.000	75.000
				15.143	15.143	15.143	15.143	15.143	15.143	15.143	15.143	106.001	106.001
291.000	1.115.333	226.333	251.333	25.000	40.143	15.143	375.143	15.143	15.143	855.143	15.143	3.240.001	3.654.441
(291.000)	(1.115.333)	973.667	(251.333)	(25.000)	483.081	508.081	148.081	508.081	508.081	(331.919)	508.081		
1.694.560	579.227	1.552.893	1.301.560	1.276.560	1.759.641	2.267.721	2.415.802	2.923.883	3.431.964	3.100.044	3.608.125		3.608.125

Anexo N°3 Proyecto de Uso de Trazadores para Control de Comercialización de Diesel y Gasolinas, Proyecto de Ventas

PROYECCIÓN DE VENTAS				LÍNEA BASE 2009				Anexo No. 3			
AÑO	GASOLINAS	DIESEL	Total	ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS							
Despacho	Gls	Gls	Gls								
2000	485.344.948	647.280.122	1.132.625.070								
2001	508.513.737	717.558.397	1.226.072.134								
2002	532.112.369	721.871.914	1.253.984.283								
2003	524.133.392	723.292.979	1.247.426.371								
2004	553.933.773	782.422.273	1.336.356.046								
2005	585.121.517	877.998.392	1.463.119.909								
2006	629.425.102	968.449.260	1.597.874.362								
2007	677.792.417	945.115.699	1.622.908.116								
Proyección											
2008	731.896.326	1.073.670.444	1.805.566.770								
2009	756.194.628	1.099.280.280	1.855.474.908								
2010	781.323.942	1.125.723.396	1.907.047.338								
2011	807.313.584	1.152.802.644	1.960.116.228								
2012	834.194.172	1.180.533.270	2.014.727.442								
2013	861.997.122	1.208.930.940	2.070.928.062								
2014	890.755.320	1.238.011.824	2.128.767.144								
2015	920.502.576	1.267.792.176	2.188.294.752								
2016	951.274.170	1.298.289.006	2.249.563.176								
2017	983.106.516	1.329.519.450	2.312.625.966								
Fuente: Unidad de Planificación											
DIFERENCIAS DE PRECIOS POR SECTOR											
Precios que PCO da a nivel de terminal											
RESUMEN DE AHORRO											
DIESEL + GASOLINA											
HURTO 309.975											
DESUDIO 1.741.618											
CONTRABANDO 1.610.973											
TOTAL 3.662.567											
ESTIMACIÓN DEL AHORRO											
DIESEL											
HURTO 109.928											
DESUDIO 1.264.059											
CONTRABANDO 703.539											
TOTAL DIESEL 2.066.610											
GASOLINAS											
HURTO 210.963											
DESUDIO 477.560											
CONTRABANDO 907.434											
TOTAL GASOLINAS 1.595.956											
TOTAL ANUAL QUE SE AHORRARÍA: 3.662.567											

Anexo N°4 Uso de Trazadores para Control de Comercialización de Diesel y Gasolinas, Presupuesto Referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
					Anexo No. 8
Rubro	Nombre	Cantidad	Unidad	Precio Unit	\$ Monto Presup.
CONCEPCIÓN DEL PROYECTO					20.960
	Perfil, diseño detallado y contratación	1	Global	11.960	11.960
	Visitas técnicas	1	Global	9.000	9.000
INFRAESTRUCTURA					972.240
	Obras preliminares	11	Global	1.304	14.340
	Diseño del Sistema	1	Global	5.000	5.000
	Tanques y accesorios para trazadores de 200 gls.	22	Un	3.000	66.000
	Bombas y accesorios	44	Un	2.500	110.000
	Red de tuberías acero 3/4"	4400	m	16	70.400
	Medidores	74	m	6.500	481.000
	Instrumentación para control (Accuload)	11	Global	5.000	55.000
	Cerramiento y seguridades para tanques	11	Global	8.500	93.500
	Instalación general del sistema	11	Global	7.000	77.000
TRAZADORES, REVELADORES Y EXTRACTORES					2.408.000
	Trazadores para dos año de operación	4000000000	Global	0,0006	2.400.000
	Pruebas para evaluación de trazadores	4	Global	2.000	8.000
EQUIPO PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO Y CONTROL					72.240
	Colorímetros portátiles	20	un	1.100	22.000
	Cromatografo	2	un	12.000	24.000
	Equipo de laboratorio y adecuaciones	3	Global	8.747	26.240
PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE OPERATIVOS					75.000
	Folletos y otros promocionales	1	Global	3.000	3.000
	Difusión por medios de comunicación	1	Global	72.000	72.000
INICIO DE OPERATIVOS DE CONTROL					106.000
	Ejecución de operativos de control	1	Global	101.000	101.000
	Capacitación a fedatarios y otros funcionarios	1	Global	5.000	5.000
PRESUPUESTO TOTAL, CON TRAZADOR PARA UN AÑO					3.654.440

**Anexo N°5 Implementación del Sistema Integrado de Trazadores en
Terminales de Despacho de Combustibles, Esmeraldas**

RUBROS REFERENCIALES					
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA INTEGRADO DE TRAZADORES EN TERMINAL DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES					
ESMERALDAS					
					FORMULARIO No. XX
					HOJA 1 DE 2
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO US. DOLARES	PRECIO TOTAL US. DOLARES
0	DISEÑOS E INGENIERÍA DE DETALLE				8.000,00
0.1	Diseño completo y detallado de la obra civil correspondiente	global	1,00	2.500,00	2.500,00
0.2	Diseño completo de la infraestructura de trazadores	global	1,00	5.500,00	5.500,00
1	CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA				202.855,70
1.1	OBRAS CIVILES				18.075,70
1.1.1	Área de almacenamiento de trazadores				15.703,48
1.1.1.1	Preparación de espacio físico (Limpieza, desalojo y replanteo)	m2	90,00	13,33	1.200,00
1.1.1.2	Hormigón armado de 210 Kg/cm2	m3	18,00	259,00	4.662,00
1.1.1.3	Cerramiento de malla	m2	80,00	118,75	9.500,00
1.1.1.4	Adecuación de áreas para descargas de trazadores (SEÑALIZACIÓN)	m2	20,00	13,00	260,00
1.1.1.5	Demolición y desalojo	m2	4,00	20,37	81,48
1.1.2	Zonas de paso de tuberías				811,11
1.1.2.1	Readecuación de canaletas para el paso de tuberías	m	5,00	20,00	100,00
1.1.2.2	Canaletas para el paso de tuberías	m	5,00	130,00	650,00
1.1.2.3	Demolición y desalojo	m2	3,00	20,37	61,11
1.1.2.4	Bandejas aéreas para el paso de tuberías	m	-	25,00	-
1.1.3	Zonas de Islas de Carga				1.561,11
1.1.3.1	Bandejas aéreas para el paso de tuberías	m	50,00	25,00	1.250,00
1.1.3.2	Demolición y desalojo	m2	3,00	20,37	61,11
1.1.3.3	Adecuaciones para el ingreso de tuberías	m	5,00	50,00	250,00
1.2	OBRAS MECANICAS				157.780,00
1.2.1	Área de almacenamiento de trazadores y zona de paso de tuberías				124.500,00
1.2.1.1	Suministro de skits de almacenamiento (bombas, tanque y demás instr.)	u	4,00	21.000,00	84.000,00
1.2.1.2	Provisión de tuberías de conducción	m	680,00	18,00	12.240,00
1.2.1.3	Montaje de de skits de almacenamiento (tuberías, bombas,)	u	4,00	6.300,00	25.200,00
1.2.1.4	Instalación de tuberías de conducción de trazadores	u	680,00	4,50	3.060,00
1.2.3	Zonas de Islas de Carga				33.280,00
1.2.3.1	Provisión de skits de inyección de trazadores	m	8,00	3.200,00	25.600,00
1.2.3.2	Instalación de skits de inyección de trazadores	u	8,00	960,00	7.680,00
1.3	OBRAS ELECTRICAS				3.500,00
1.3.1	Suministro e Instalación de sistema eléctrico para conexión de equipos	global	1,00	3.500,00	3.500,00
1.4	OBRAS INSTRUMENTACIÓN				23.500,00
1.4.1	Suministro de instrumentación de control para señales en la infraestructura	global	1,00	15.000,00	15.000,00
1.4.2	Instalación de instrumentación de control	global	1,00	4.500,00	4.500,00
1.4.3	Instalación y acoplamiento del sistema eléctrico con Accuload	U	4,00	1.000,00	4.000,00

Anexo N°6 Estimación del Requerimiento de Trazadores por Terminal

Terminal de despacho	Producto	Volumen Producto (Gl) Producto (Gl)/año	Cantidad trazador (Gls):		Presupuesto \$/año
			Dosificación 20 ppm	Dosificación 100 ppm	
LALIBERTAD-PETROPEN	Diesel	50.943.696	1.019	5.094	30.566
LALIBERTAD-PETROPEN	Gasolina extra	13.370.938	267	1.337	8.023
PASCUALES	Diesel	385.304.114	7.706	38.530	231.182
PASCUALES	Gasolina extra	188.462.104	3.769	18.846	113.077
TERM. CHAULLABAMBA	Diesel	74.296.986	1.486	7.430	44.578
TERM. CHAULLABAMBA	Gasolina extra	58.162.172	1.163	5.816	34.897
TERM. EL BEATERIO	Diesel	229.766.944	4.595	22.977	137.860
TERM. EL BEATERIO	Gasolina extra	198.865.758	3.977	19.887	119.319
TERM. EL BEATERIO	Gasolina Super	125.500	3	13	75
TERMINAL AMBATO	Diesel	61.376.999	1.228	6.138	36.826
TERMINAL AMBATO	Gasolina extra	58.268.000	1.165	5.827	34.961
TERMINAL BALTRA	Diesel	10.546.219	211	1.055	6.328
TERMINAL BALTRA	Gasolina extra	2.813.394	56	281	1.688
TERMINAL ESMERALDAS	Diesel	46.093.322	922	4.609	27.656
TERMINAL ESMERALDAS	Gasolina extra	17.651.947	353	1.765	10.591
TERMINAL ESMERALDAS	Gasolina Super	28.544	1	3	17
TERMINAL LA TOMA	Diesel	32.960.731	659	3.296	19.776
TERMINAL LA TOMA	Gasolina extra	23.578.638	472	2.358	14.147
TERMINAL MANTA	Diesel	64.978.849	1.300	6.498	38.987
TERMINAL MANTA	Gasolina extra	39.662.635	793	3.966	23.798
TERMINAL RIOBAMBA	Diesel	20.480.360	410	2.048	12.288
TERMINAL RIOBAMBA	Gasolina extra	19.397.325	388	1.940	11.638
TERMINAL SHUSHUFINDI	Diesel	89.480.497	1.790	8.948	53.688
TERMINAL SHUSHUFINDI	Gasolina extra	12.850.259	257	1.285	7.710
TERMINAL STO DOMINGO	Diesel	94.802.385	1.896	9.480	56.881
TERMINAL STO DOMINGO	Gasolina extra	48.877.812	978	4.888	29.327
Total general:		1.843.146.128	36.863	184.315	1.105.888

Nota: En el Perú cuesta :
4,7672 \$/kg

**Anexo N°7 Plan de Soberanía Energética Despachos a Zonas de Frontera
Datos del 2007 (galones)**

Provincia	TERMINAL DESPACHO	Producto	Volumen
CARCHI	TERM. EL BEATERIO	Diesel	14.919.640
CARCHI	TERM. EL BEATERIO	Diesel 1	1.000
CARCHI	TERM. EL BEATERIO	Gasolina extra	12.171.190
CARCHI	TERMINAL AMBATO	Diesel	19.499
CARCHI	TERMINAL AMBATO	Gasolina extra	12.500
CARCHI	TERMINAL ESMERALDAS	Diesel	5.999
		TOTAL PROVINCIA :	27.129.828
EL ORO	PASCUALES	Diesel	51.583.733
EL ORO	PASCUALES	Diesel 1	79.840
EL ORO	PASCUALES	Gasolina extra	21.796.823
EL ORO	TERMINAL LA TOMA	Diesel	1.836.184
EL ORO	TERMINAL LA TOMA	Gasolina extra	1.119.117
		TOTAL PROVINCIA :	103.545.525
ESMERALDAS	PASCUALES	Diesel	5.939
ESMERALDAS	TERM. EL BEATERIO	Diesel	25.030
ESMERALDAS	TERMINAL ESMERALDAS	Diesel	13.621.459
ESMERALDAS	TERMINAL ESMERALDAS	Gasolina extra	12.891.900
ESMERALDAS	TERMINAL MANTA	Diesel	65.340
ESMERALDAS	TERMINAL STO DOMINGO	Diesel	5.800.740
ESMERALDAS	TERMINAL STO DOMINGO	Gasolina extra	3.622.461
		TOTAL PROVINCIA :	36.026.930

**Anexo N°8 Anexo N°8 Delitos Energéticos e Hidrocarburos en la Provincia
del Carchi (Tulcán)**



REPUBLICA DEL ECUADOR

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE DELITOS ENERGETICOS

PRIMER DISTRITO
PLAZA DE TULCAN

PARTE INFORMATIVO AL SR. JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE
DELITOS ENERGETICOS E HIDROCARBUROS

FECHA : Tulcán, 11 de Agosto del 2009
HORA : 18h00
LUGAR : Estación de Servicio PETROCOMERCIAL Panamericana Norte, Puente
Internacional Rumichaca
CAUSA : Cumplimiento a la indagación previa Nro. 21-09.

Por medio del presente me permito poner en su conocimiento Señor, que dando cumplimiento a la indagación previa Nro. 21-09 de fecha 21 de Enero del 2009 y previa autorización de toma de fotografías y videos por parte del Dr. Edison García Narváez Juez Segundo de lo Penal del Carchi, de fecha 21 de Enero del 2009, se realizaron las siguientes actividades:

Durante la vigilancia realizada hoy en la estación de servicio Petrocomercial ubicada en la Panamericana Norte, se pudo apreciar que vehículos de diferentes marcas se abastecen de combustible por varias ocasiones el mismo día, los mismos que se detallan a continuación.

Actividades del vehículo tipo Jeep VITARA COLOR VINO DE PLACAS PRE-
613.

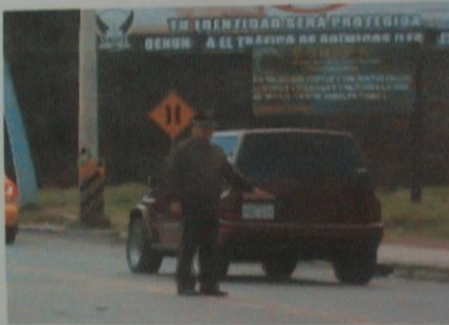
09h53 Momentos en el que el mencionado vehículo atraviesa el Puente Internacional de Rumichaca hacia el vecino país de Colombia.



11h11 Momentos en que el vehículo se abastece de combustible en la estación de Servicio PETROCOMERCIAL, al cabo de pocos minutos sale con dirección al Puente Internacional de Rumichaca a fin de llegar al país vecino Colombia.



11h20 Momentos en el que el mencionado vehículo atraviesa el Puente Internacional de Rumichaca hacia el vecino país de Colombia.



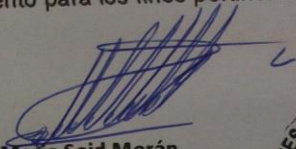
14h18 Momentos en el que el mencionado vehículo se abastece de combustible en la estación de Servicio PETROCOMERCIAL, al cabo de pocos minutos sale con dirección al Puente Internacional de Rumichaca a fin de llegar al país vecino Colombia.

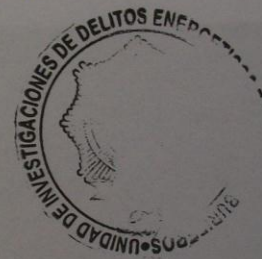


14h27 Momentos en el que el mencionado vehículo atraviesa el Puente Internacional de Rumichaca hacia el vecino país de Colombia.



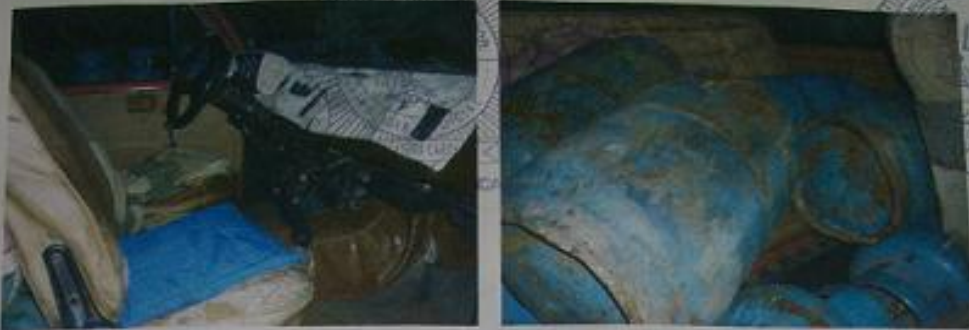
Particular que pongo en su conocimiento para los fines pertinentes.


Mario Said Morán
Subteniente de Policía
Oficial Operativo



**Anexo N°9 Indumentaria Utilizada para la Adulteración y Tráfico Ilícito de
Combustibles**

LÁMINA DEMOSTRATIVA Nro.- 2



Fotos 6 y 7.- Fotografías de semi-conjunto donde se puede apreciar, la parte interior como volante, panel de instrumentos pedales y más enseres del vehículo de placas PYN-044.



Fotos 8 y 9.- Fotografías donde se puede apreciar, la parte interior posterior, con los cilindros metálicos de GLP, en el vehículo sometido a reconocimiento.



Fotos 10 y 11.- Fotografía de detalle donde se puede apreciar, los ocho (08) con la tapa de seguridad y dos (02) sin las tapas de seguridad de los cilindros de estructura metálica, color azul de 15 Klg. de GLP.

FOTOGRAFIA No. 1 DE SEMICONJUNTO EN LA QUE SE OBSERVA A UN VEHICULO MARCA TROOPER DE COLOR PLOMO DE PLACAS CBE-581 Y JUNTO AL MISMO AL CIUDADANO CARLOS ENRIQUE CASTILLO DE NACIONALIDAD COLOMBIANA EL MISMO QUE SE ENCONTRABA ABASTECIENDOSE DE COMBUSTIBLE A DICHO VEHICULO

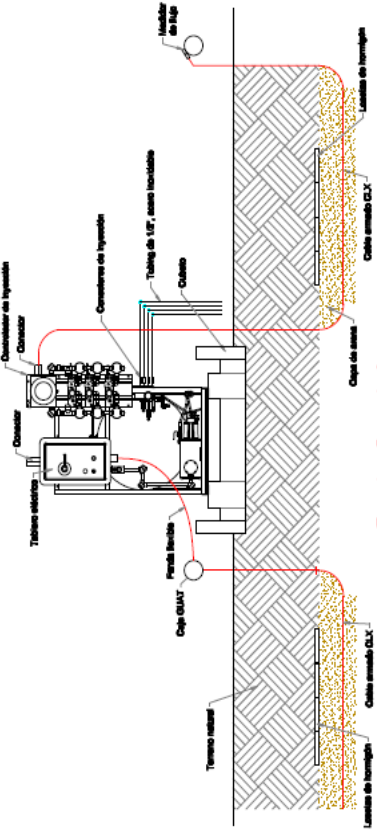


FOTOGRAFIA No. 2 DE DETALLE EN LA QUE SE OBSERVA LA CANECAS PLASTICAS DE COLOR BLANCO LLENAS DE COMBUSTIBLE (GASOLINA) CON UN EMBUDO PLASTICO RUDIMENTARIO

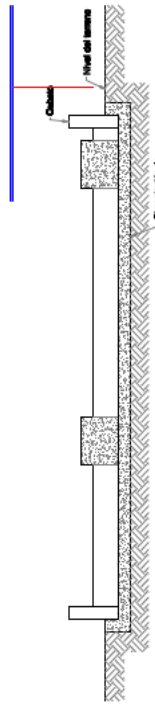


**Anexo Nº10 Aditivación de Trazadores para Fortalecer el Control de
Comercialización de Combustibles Derivados del Petróleo**

Patin de inyección

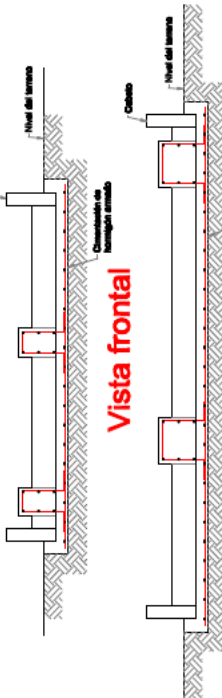


Corte frontal

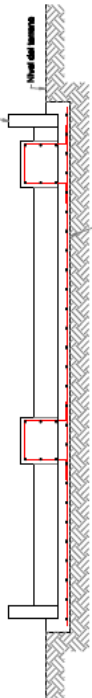


Corte C-C'

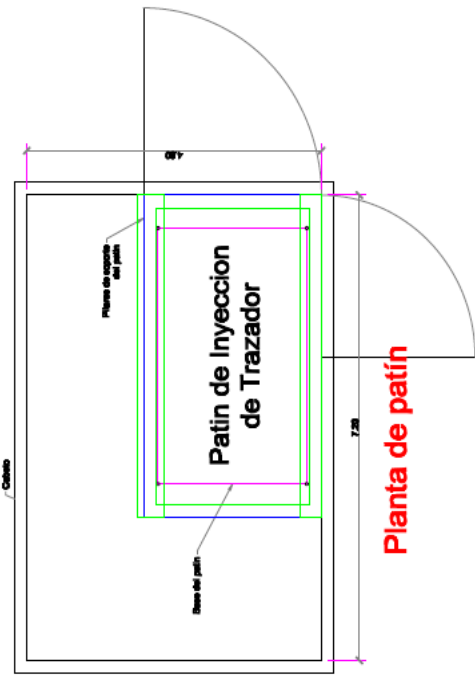
Cimentación de cubeto



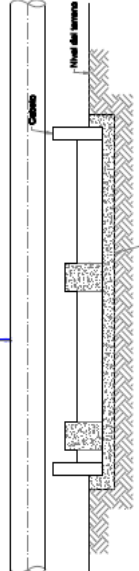
Vista frontal



Vista lateral



Planta de patin



Corte D-D'

	Agencia de Regulación y Control Hidrocarbúrico
Proyecto: Admisión de Tránsito para el Proyecto de Estación de Bombeo Potabilizadora de Agua en el Municipio de Pinar del Río	Ubicación: Estación de Bombeo Potabilizadora de Agua en el Municipio de Pinar del Río
Cliente: Patin de Inyección para el Cubeto C-C'	Elaborado por: EPC Ingeniería
Revisado por: EPC Ingeniería	Revisado por: EPC Ingeniería
Fecha: 2018	Fecha: 2018
Elaborado por: EPC Ingeniería	Revisado por: EPC Ingeniería
Fecha: 2018	Fecha: 2018
Elaborado por: EPC Ingeniería	Revisado por: EPC Ingeniería
Fecha: 2018	Fecha: 2018
Elaborado por: EPC Ingeniería	Revisado por: EPC Ingeniería
Fecha: 2018	Fecha: 2018

**Anexo Nº11 Implementación de Trazadores Sucumbios-Lago Agrio con la
Tecnología SERS**

SUCUMBIOS-LAGO AGRIO						
Nº de Muestra	Estación de Servicio	Dirección	Comercializadora	Trazador S/C	Pico Proportion	Concentración %
16/07/2012						
3025	Lumbaqui	Km 60 Vía Quito-Lumbaqui	PetroRíos	Presente/ Presente	2,219/5,114	100/100
	Lumbaqui	Km 60 Vía Quito-Lumbaqui	PetroRíos	Presente/ Presente	2,445/5,846	100/100
3026	Interoceánica	Km 10 Vía Quito	Dispenigas	Presente/ Presente	1,018/7,251	52,9/100
3027	Lagoriente	Av. Circunvalación	Dispenigas	Presente/ Presente	1,147/6,881	60,8/100
3028	El Conductor	Vía a Quito y Eugenio Espejo	P y S	Presente/ Presente	2,403/3,569	100/100
3029	Lago Agrio	Av. Quito Barrio Napo	EP Petroecuador	Ausente/ Ausente	0,727/0,461	36,0/98
3029'	Lago Agrio	Av. Quito Barrio Napo	EP Petroecuador	Ausente/ Ausente	NA/NA	
3029"	Lago Agrio	Av. Quito Barrio Napo	EP Petroecuador	Presente/ Presente	2,682/4,365	100/100
3030	Sindicato de choferes	Vía a Quito km 3 1/2	Terpel	Presente/ Presente	1,298/6,922	70,5/100
3031	Aguarico	Vía Aguatico y Arango Vaia	Dispenigas	Presente/ Presente	1,322/7,300	72/100
17/07/2012						
3032	El Proyecto	Km. 1.8 Vía Lago Agrio-Coca	MasGas	Presente/ Presente	2,835/4,134	100/100
3033	Shushufindi	Vía Lago Agrio Km. 1 1/2	P y S	Presente/ Presente	1,231/6,827	66,1/100
3034	Primax	Av. Manuela Cañizares	Petroecuador	Presente/ Presente	3,193/6,473	100/100
3035	Sindicato de choferes Shushufindi	Av. Naciones Unidas-via Palmeras	P y S	Presente/ Presente	2,913/5,040	100/100
18/07/2012						
3036	Hidalgo	Av. Malecon y Eugenio Espejo	P y S	Presente/ Presente	2,592/5,322	100/100
3036'	Hidalgo	Av. Malecon y Eugenio Espejo	P y S	Ausente/ Ausente	NA/NA	
3036"	Hidalgo	Av. Malecon y Eugenio Espejo	P y S	Presente/ Ausente	2,427/9,867	100/0
3036'''	Hidalgo	Av. Malecon y Eugenio Espejo	P y S	Presente/ Ausente	4,227/9,224	100/0
3037	Hidalgo	Av. Malecon y Eugenio Espejo	P y S	Presente/ Presente	1,722/7,738	99,7/100
19/07/2012						
3038	Intriago	Km. 2 1/2 Vía Colombia	PetroRíos	Presente/ Presente	3,975/3,890	100/100
INDUSTRIAL_S						
Nº de Muestra	Estación de Servicio	Dirección	Comercializadora	Trazador H	Pico Proportion	Concentración %
3026'	Interoceánica	Km 10 Vía Quito	Dispenigas	Presente	36,6	32,2
Observaciones: Las fila que está en rojo (ver A5 y A25) se lo volvió a verificar con el programa industrial_S, la muestra 3029 y 3029' tubieron inconvenientes, pero luego de modificar la longitud de onda se solucionó dicho inconveniente lo cual se refleja en la muestra 3029'.						
En la muestra 3036 el primer analisis salio acorde a los parametros del SERS, pero al realizar nuevamente el analisis con otra muestra se presentaron problemas (3036',3036'',3036'''), por lo cual tomamos otra muestra del surtidor (3037) y se realizo el analisis, el cual salio relativamente normal, es por ello que se recomienda el analisis de esta muestra en laboratorio para satisfacer cualquier duda, ademas esta muestra de diesel presentaba una coloracion diferente						

**Anexo N°12 Inspecciones Utilizando los Trazadores en la Ciudad de
Tulcán**

Nº de Muestra	Estación de Servicio	Dirección	Comercializadora	Trazador S/C	Pico Proportion	Concentración %
11/7/2012						
1285	Manabí	Av. Manabí y Argentina	MasGas	Presente/ Presente	1,392/5,936	76,6/100
1285'	Manabí	Av. Manabí y Argentina	MasGas	Presente	1.559	100/ S
1286	Tulcán 6	Av. Panamericana Norte Km 2 1/2	Petrocomercial	Presente/ Presente	2,072/4,397	100/100 TK1
1287	Tulcán 6	Av. Panamericana Norte Km 2 1/2	Petrocomercial	Presente/ Presente	2,059/4,123	100/100 TK2
1288	Bymby	Av. Panamericana Norte Vía Urbina	PyS	Ausente/ Presente	0,617/3,666	29,9/100 S
1288'	Bymby	Av. Panamericana Norte Vía Urbina	PyS	Presente	0,352	31,2
1289	Tulcán	Av. El Centenario	PyS	Presente/ Presente	1,471/4,259	82/100
1290	La Rinconada 0	Panamericana Sur y Andrés Bello	MasGas	Presente/ Presente	1,792/6,240	100/100
1291	Sindicato de Choferes	Av. Veintimilla y Seminario	PyS	Presente/ Presente	4,465/4,780	100/100
1292	Villareal		PyS	Presente/ Presente	2,521/1,722	100/43,1
1292'	Villareal		PyS	Presente/ Presente	1,894/1,641	100/40,6
1293	Centenario	Av. Veintimilla y Expreso Oriental	PyS	Presente/ Presente	2,562/3,840	100/100