



PETROECUADOR
EMPRESA ESTATAL
PETROLEOS DEL ECUADOR



EL ECUADOR HA SIDO,
ES Y SERA PAIS AMAZONICO



OFICIO N° 151-IDT-2003
Quito, 29 de diciembre de 2003

Señor
Diego Sáenz Pérez
Representante en el Ecuador
Green Plus
Presente


Distinguido Señor:

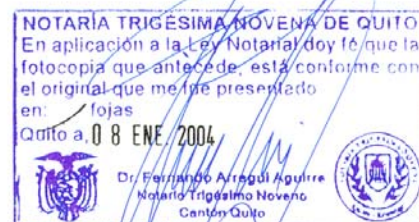
Adjunto a la presente, encontrará los resultados del estudio Físico-Químico realizado al producto "Catalizador líquido de acción física Green Plus", que ustedes muy gentilmente, solicitaron inicialmente a través de Petroindustrial (Oficio 3289, PIN-VIC-2003).

Como es de su conocimiento, el estudio se realizó en la planta del Beaterio, en instalaciones de Petrocomercial (Oficio N°110-IDT-2003), bajo la dirección del Dr. Melio Sáenz y MSc. Edward Jiménez.

Por el interés que estos resultados presentan para nuestras actividades, comunico a usted que los mismos serán publicados en los meses próximos en una revista de circulación nacional.

Atentamente,
DIOS, PATRIA Y LIBERTAD


Ing. Celiano Almeida D.
Jefe Unidad de Investigación y
Desarrollo Tecnológico



MEDICION DE EMISIONES GASEOSAS

¹Paola Chávez, ²Edward Jiménez, ²Melio Sáenz

¹Convenio No. 2000098 U.C.E-Petroecuador

²Unidad Investigación y Desarrollo Tecnológico de Petroecuador
Paul Rivet y 6 de Diciembre, Quito-Ecuador



January 7, 2004

Abstract

En Ecuador, y particularmente en las ciudades grandes como Quito, Guayaquil y Cuenca la instalación de nuevas industrias y el incremento del parque automotor están generando un grave problema de contaminación del aire, por el alto índice de contenido de gases tóxicos presentes en la atmósfera, los cuales provocan serios problemas de salud a la población, afectan a la infraestructura y ocasionan cambios climáticos. Por estas razones es necesario buscar mejorar la combustión a fin de reducir las emisiones de gases y residuos. En este estudio se realizó la comprobación de los efectos de reducción de emisiones gaseosas tóxicas que se producen al incorporar el catalizador líquido llamado "Green Plus" al combustible Diesel en las máquinas de bombeo y automotores.



1 BENEFICIOS POTENCIALES DEL USO DE CATALIZADORES LIQUIDOS

La calidad del aire debe mejorar con urgencia. El resultado será una reducción graduable de las partículas y el olor asociado a ellas, especialmente en el aire de Quito. El efecto a largo plazo de este proceso será la disminución de las enfermedades relacionadas con la respiración por aire altamente contaminado, que se agrava por la altura de las ciudades de la sierra ecuatoriana. Los efectos a largo plazo en la salud podrán ser evaluados en un tiempo de tres meses o más, de forma que no sea un juicio subjetivo. Así pues, las medidas objetivas que se pueden lograr, serán las de disminución de humo negro (opacidad), partículas en el aire en general y decremento de monóxido de carbono y dióxido de azufre. Deberá también lograrse un decremento obvio en el número de vehículos que emiten grandes cantidades de humo y, por tanto, disminución general del humo visible. En las muestras que se tomen se notará una disminución importante de dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.

También es probable que los vehículos tengan como resultado motores más limpios, y por lo tanto, usen menos aceite y requieran menos mantenimiento. Esto será de beneficio, particularmente, para flotas de buses y camiones, para vehículos militares, etc.

Aparte de los mencionados beneficios inmediatos a la salud, en el largo plazo se lograrán otros beneficios con el uso de un catalizador . Se logrará una reducción en los costos de mantenimiento y limpieza de los edificios, en especial en el Casco Colonial de Quito, por la reducción de lluvia ácida y de los depósitos de carbón. Se podrá lograr también un incremento en el número de turistas que visiten la ciudad y una considerable extensión de sus visitas.

La atmósfera, en la actualidad, presenta un nivel de polución tan alto, que está causando la reducción de visitantes turistas y/o una estadía muy corta de aquellos turistas que visitan la ciudad, pues no soportan el smog y contaminación ambiental.

Finalmente, aunque esto no ha sido evaluado en este estudio, aunque hay evidencias de otros países, Los catalizadores son conocidos por mejorar la economía en el uso de combustibles. Como el Ecuador es un país importador de combustibles, diesel y gasolinas, obligándose a mantener precios subsidiados para la venta, el uso de catalizadores líquidos a nivel nacional podría, eventualmente, disminuir las importaciones de combustibles, con los efectos económicos beneficiosos que eso causaría.

2 PROPÓSITOS

Realizar mediciones de emisiones gaseosas tanto en fuentes fijas (sistemas de bombeo) y fuentes móviles (buses) en PETROCOMERCIAL ESTACION DEL BEATERIO a condiciones normales y con la posterior incorporación del catalizador líquido “Green Plus” ¹.

El sistema Petroecuador está interesado en realizar estudios similares en aditivos o emulsiones producidos a nivel mundial con el objeto de establecer a posterior un benchmarking de calidad.

Reportar los resultados de las diferentes mediciones de emisiones gaseosas registradas en las fuentes móviles y fijas ya mencionadas, con el fin de verificar la efectividad del catalizador líquido GREEN PLUS en la reducción de emisiones gaseosas emitidas en la combustión.

Realizar la prueba estática de libre aceleración, es decir la determinación de la opacidad, una medida de tipo cualitativo en los buses de transporte de la estación del BEATERIO.

2.1 DESCRIPCIÓN DE FUENTES MONITOREADAS

Se monitorearon cuatro motores de combustión interna, dos estacionarios maquinas de bombeo motores (Bazan Man) y dos de buses de transporte de pasajeros. Las características técnicas de los equipos monitoreados se indican en las tablas adjuntas 1 y 2.

¹La preocupación por mejorar los combustibles y lograr una combustión completa, ha sido objeto de estudio de muchas entidades de investigación, las que han formulado aditivos mejoradores de combustión, la mayoría químicos, que alteran las propiedades físico químicas de los combustibles y en algunos casos causan efectos dañinos secundarios en los convertidores catalíticos de los vehículos.

La Corporación “Biofriendly” bajo la dirección del Dr., Noel Carroll, del PHD Colin Hill y un grupo de investigadores de EE.UU. han desarrollado durante los últimos 10 años una tecnología que la llaman “Nanotecnología” que consiste en trabajar a nivel molecular para alcanzar la reducción en el consumo de combustibles y reducción de emisiones gaseosas contaminantes. El producto Green Plus se agrega al combustible en pequeñas cantidades, lo cual elimina el riesgo de daño en las fuentes tratadas.

Con los antecedentes citados, la empresa propietaria del Green Plus gestionó las respectivas autorizaciones a PETROECUADOR para realizar pruebas en los motores de la estación de bombeo (fuentes fijas) del Poliducto Quito Ambato y vehículos (buses de transporte del personal) del Terminal del Beaterio en Petrocomercial (Oficio, No. 110-IDT-2003, Oficio No 151-IDT-2003). Asimismo se solicitó la realización de pruebas en la Refinería Esmeraldas de Petroindustrial (Oficio, No 3289, PIN-VIC-2003), sus Vicepresidencias a su vez autorizaron su ejecución.

Tabla 1

Características técnicas de las fuentes fijas monitoreadas. Máquinas de bombeo, Motores de combustión interna marca (Bazan Man)

Equipo	Marca	Combustible	Consumo de combustible (gal/día)	Capacidad de la fuente (HP)
MOTOR 601	Bazan Man	Diesel	271	1100
MOTOR 603	Bazan Man	Diesel	271	1100
MOTOR 602	Bazan Man	Diesel	271	1100

Tabla 2

Características técnicas de las fuentes móviles monitoreadas. Buses de transporte público

Equipo	Combustible	Consumo de combustible
BUS PEJ-509	Diesel	5 gal / 100km
BUS PEJ-508	Diesel	5 gal / 100km

3 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

TESTO 350XL

El modelo 350 es un sistema autónomo del analizador de la emisión capaz de medir el O₂, el CO, NO, NO₂, la SO₂, el H₂S, y los hidrocarburos en fuentes de la emisión de la combustión, mientras que captura datos sobre la presión, temperatura, y flujo. NO_x bajo y las resoluciones bajas del CO son 0.1 porción por millón (PPM) a través de la gama. El modelo 350 utiliza los sensores electroquímicos que son de temperatura controlada funcionar sobre una gama de temperaturas ambiente de 20°F a 115°F y se pueden calibrar, intercambiar, y aumentar en el campo sin las herramientas de la mano. Un sistema opcional

de la dilución del CO permite la extensión de la gama de la muestra sobre a 40:1.

El modelo 350 pesa menos de nueve libras y tiene un sistema de acondicionamiento de la muestra automática que incluya un refrigerador de Peltier, una bomba del retiro de la humedad, y una línea no calentada patentada de la muestra para proporcionar muestras representativas de los motores, de las turbinas, de las calderas, de las hornillas, y de otras fuentes de la combustión.

El sistema entero funciona independientemente en las baterías del hidruro del metal del níquel, o se puede conectar con la corriente ALTERNA (50 a 60 Hertz de 90 a 260 voltios).

La unidad de control provee del usuario un interfaz simple y comunicaciones. Las selecciones del menú de Pulldown, los botones definidos por el usuario de la función, y/o un interfaz de la computadora proporcionan el acceso a todas las operaciones del sistema.

Los programas automáticos para el funcionamiento sin atención facilitan el telecontrol, event-driven, y/o (las semanas) prueba a largo plazo. Onboard la impresora proporciona la documentación de los resultados de la prueba, mientras que la registración de datos interna de hasta 256.000 puntos de referencias puede ser programada.

Las opciones de la recuperación de datos incluyen sistema del menú y un procedimiento de la transferencia directa de la computadora; los módems se pueden almacenar en archivos y convertir a las hojas de balance y a las cartas estándares. Los cálculos internos se realizan automáticamente.

La unidad proporciona la información tal como correcciones de la referencia O₂ (libremente seleccionables), CO₂, eficacia de la combustión, exceso de aire, flujo, masa-emisiones (libras por hora, el etc.), y pérdida del humo. El sistema se puede ampliar para proporcionar las medidas adicionales para la humedad, la velocidad, las temperaturas, 4 a las señales 20-milliamperes, y una variedad de otras entradas, incluyendo la supervisión simultánea del multibox.

OPACIMETRO

Este instrumento sirve para verificar el nivel de emisión de humo de un vehículo con el motor de la ignición para la condensación (el Diesel), mide la atenuación de la luz visible que viaja a través del gas de la descarga (la opacidad), es decir cuantifica el paso del haz de luz del receptor al emisor por medio de una celda interna.

Él opacímetro mide de una forma prácticamente instantánea, y su lectura se influencia tanto por la absorción de la luz por el hollín, como con la dispersión de las gotas de combustible y lubricando el aceite.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CHIMENEA (FUENTES FIJAS)

Tabla 3

Características Técnicas de las Chimeneas. Estación de Bombeo. Motor Bazan Man de combustión interna

Equipo	Marca	Diámetro [m]	Altura [m]	Distancia al puerto de monitoreo desde la última perturbación [m]
MOTOR 601	Bazan Man	0.30	3.5	2.5
MOTOR 603	Bazan Man	0.30	3.5	2.5

Tabla 4

Parámetros monitoreados

Flujo de gas seco
Porcentaje de oxígeno
Porcentaje de dióxido de carbono
Temperatura
Monóxido de carbono
Dióxido de azufre
Oxidos de nitrógeno
Material particulado

3.1 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Muestreo de dióxido de carbono, oxígeno, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, eficiencia general, temperatura de salida y ambiente

- El procedimiento general para la operación del equipo se detalla a continuación:
- Conectar la sonda de succión de gases a la unidad de control del Equipo TESTO 350 XL.
- Prender el equipo, guardando una distancia prudencial de la fuente de emisión que se desea medir (mínimo 10 m) para evitar interferencias en el encendido del equipo.
- Fijar en la memoria del equipo el tipo de combustible utilizado para el funcionamiento de la fuente.
- Introducir la sonda de succión de gases en el puerto de muestreo de la chimenea.
- Pulsar el botón START.
- Esperar hasta que se establezca la lectura de los parámetros que se desea determinar (aprox. 3 minutos).
- Pulsar el botón STOP, una vez estabilizados los parámetros.
- Retirar la sonda del puerto de muestreo.
- Imprimir o registrar manualmente los valores tomados.
- Purgar el equipo accionando la bomba de aspiración de aire limpio por dos minutos se compara la marca efectuada en el papel con la escala de número de humo.

3.2 RESULTADOS DEL MONITOREO EN “FUENTES FIJAS”

Los resultados tabulados a continuación corresponden a las emisiones gaseosas generadas por las máquinas de bombeo (Motor Bazan Man) 601,602 y 603 de la ESTACION DEL BEATERIO FILIAL PETROCOMERCIAL correspondientes al mes de Octubre 2003, con datos tomados directamente del equipo TESTO 350XL. en partes por millón (ppm.).

Tabla 5
Maquinas de bombeo motor Basan Man

MAQUINA N° 603				
Octubre, 2003				
	línea base		Con Green Plus	
	15		15	17
Parámetros	-----	-----	-----	-----
O2 (%)	11,31	11,42	13,54	15,36
CO (ppm)	389	396	329	234
CO2 (%)	7,15	7,07	5,51	4,19
NOX (ppm)	428	437	369	321
NO2 (ppm)	5,1	3,4	5,1	0,8
SO2 (ppm)	134	135	109	90
NO (ppm)	422	433	364	320
Tg (°C)	201,3	227	136	293,5
Eff Net (%)	85,6	83,3	90,9	63,2
Eff fuel (%)	80,6	78,5	85,6	
Ta (°C)	23,8	23	24,2	29,7

Tabla 5
Maquinas de bombeo motor Basan Man. Continuación....

	MAQUINA N° 602		MAQUINA N° 601			
	Octubre, 2003		Octubre, 2003			
	línea base		Línea base		con Green Plus	
	15		17	17	17	31
Parámetro	1	2	1	1	2	1
O2 (%)	11,69	9,48	10,11	10,19	10,53	17,48
CO (ppm)	1190	1166	325	326	371	115
CO2 (%)	6,87	8,5	8,04	7,98	7,73	2,6
NOX (ppm)	585	739	716	711	789	268
NO2 (ppm)	4,9	3,6	7,5	6,7	8,5	2,5
SO2 (ppm)	123	145	165	165	158	54
NO (ppm)	581	736	709	704	781	265
Tg (°C)	150,9	207,6	100,1	119,6	102,3	293,6
Eff Net (%)	88,5	86,7	94,4	92,9	94,5	44,6
Eff fuel (%)	83,3	81,6	88,8	87,5	88,2	
Ta (°C)	24,7	23,1	27,9	26,8	25,3	28,5

Tabla 6

RESUMEN DE LA TABLA DE RESULTADOS (TABLA N° 5). Marca : motor Bazan Man, Combustible: Diesel, Combustión interna, Ciclo de diesel, Máquina N. 603.

		(partes por millón (ppm))		
<i>Pruebas</i>	<i>Fecha</i>	<i>CO</i>	<i>NOX</i>	<i>SO2</i>
NORMA				
Línea base	10/17/03	389	428	134
Con Green Plus-1	10/17/03	396	437	135
Con Green Plus-2	10/17/03	329	369	109
Con Green Plus-3	10/31/03	234	321	90
Promedio		319,67	375,67	111,33
línea base				
promedio		319,67	375,67	111,33
% Diferencia		17,82	12,23	16,92
línea base				
Green Plus (Prueba-3)		234	321	90
% Diferencia		39,85	25	32,84

Tabla 7

RESUMEN DE LA TABLA DE RESULTADOS (TABLA N°7). Marca : motor Basan, Combustible: Diesel, Combustión interna, Ciclo de diesel, Máquina N. 601

		(partes por millón (ppm))		
<i>Pruebas</i>	<i>Fecha</i>	<i>CO</i>	<i>NOX</i>	<i>SO2</i>
Norma	-----			
Línea base	10/17/03	325	716	165
Con Green Plus-1	10/17/03	326	711	165
Con Green Plus-2	10/17/03	371	789	158
Con Green Plus-3	10/31/03	115	268	54
Promedio		270,67	589,33	125,67
línea base		325	716	165
promedio		270,67	589,33	125,67
% Diferencia		16,71	17,74	23,84
línea base		325	716	165
Green Plus (Prueba-3)		115	268	54
% Diferencia		64,62	62,57	67,27

Tabla 8

Maquina No 603. RESUMEN DE LA TABLA DE RESULTADOS EN (g/kw-h), UNIDADES DE NORMAS SEGÚN LA ORDENAZA N°12 DEL 22 DE AGOSTO, 2003 PARA FUENTES FIJAS².

		(g / kw-h)	
<u>Pruebas</u>	<u>Fecha</u>	<u>CO</u>	<u>NOX</u>
NORMA	-----	8	6,4
<u>Linea base</u>	10/17/03	0,831	2,377
Con Green Plus-1	10/17/03	0,845	2,427
Con Green Plus-2	10/17/03	0,703	2,049
Con Green Plus-3	10/31/03	0,499	1,783
Promedio		0,682	2,086
línea base		0,831	2,377
promedio		0,682	2,086
% Diferencia		17,93	12,24
línea base		0,831	2,377
Green Plus (Prueba-3)		0,499	1,783
% Diferencia		39,95	24,98

²TRANSFORMACIÓN DE UNIDADES (ppm a g/kw-h) SEGÚN LA ORDENANZA N°12 DE LAS NORMAS MEDIOAMBIENTALES DEL ECUADOR.

$$1ppm = \frac{1mol\text{gascont}}{10^6mol\text{deg a sec o}} \times \frac{PM(g)\text{ gascont}}{1mol\text{gascont}} \times \frac{1mol\text{ deg a s sec o}}{22.45lt\text{gas sec o}} \times dr \times \frac{Q(m^3/h)}{w(hp)} \times \frac{1(hp)}{1.341kw}$$

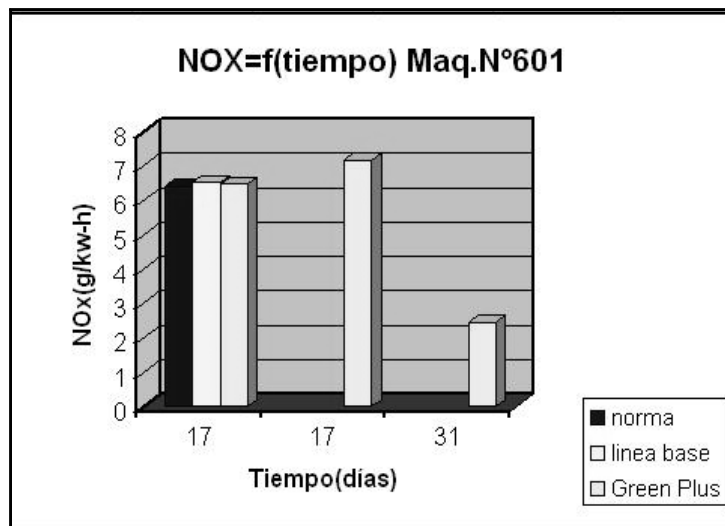
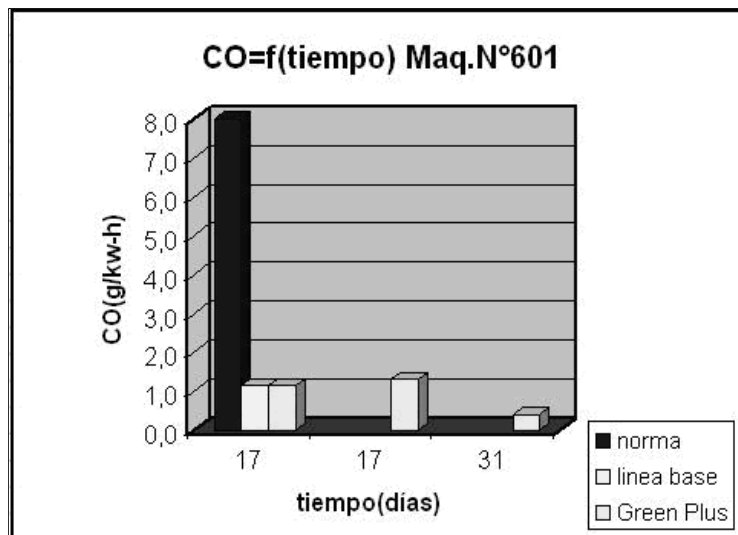
Donde: PM= peso molecular del gas contaminante en (g/g-mol), Q= la descarga de los gases en (m3/h), W= potencia de la bomba

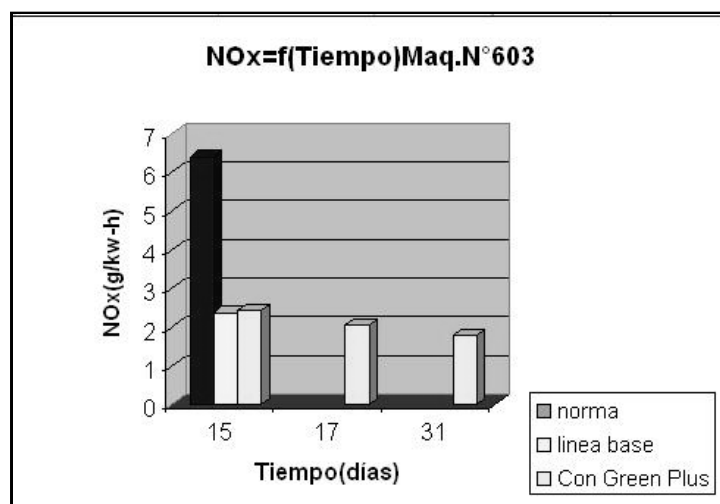
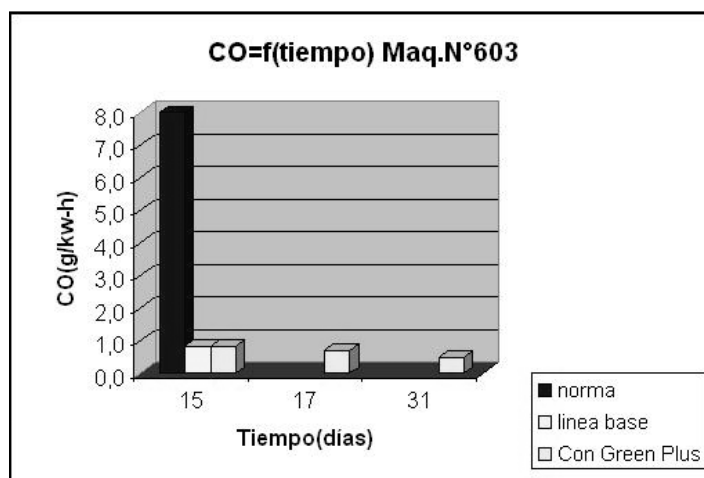
Tabla 9

Máquina No 601. **MOTORES:** Bazan Man, Maquinas de bombeo, Ciclo de diesel, Combustible Diesel, Combustión interna, Relación de volumen del catalizador Green Plus. 1. 2ml por cada 5galones (1° medición con catalizador). 2. 4ml por cada 5 galones(2° medición con catalizador)

		(g / kw-h)	
<i>Pruebas</i>	<i>Fecha</i>	<i>CO</i>	<i>NOX</i>
NORMA	-----	8	6,4
Línea base	10/17/03	1,138	6,515
Con Green Plus-1	10/17/03	1,141	6,470
Con Green Plus-2	10/17/03	1,299	7,180
Con Green Plus-3	10/31/03	0,403	2,439
Promedio		0,948	5,363
línea base		1,138	6,515
promedio		0,948	5,363
% Diferencia		16,69	17,68
línea base		1,138	6,515
Green Plus (Prueba-3)		0,403	2,439
% Diferencia		64,59	62,56

3.3 GRAFICOS DE VARIACIONES DE EMISIONES CONTAMINANTES EN FUNCION DEL TIEMPO





3.4 CONCLUSIONES DE LAS FUENTES FIJAS CONTROLADAS (MAQUINAS DE BOMBEO)

1. Aunque las bombas no tienen los motores más sucios en el Ecuador, el tratamiento del combustible con Green Plus produjo una reducción significativa en emisiones luego de un período de alrededor de dos semanas.
2. Una vez que se trató con Green Plus, las emisiones de Monóxido de Carbono se redujeron en un promedio de 52.27% en un término de dos semanas, en la máquina 601 se evidenció el porcentaje mayor de reducción de 64.59%.
3. Tratado con Green Plus el combustible, las emisiones de Dióxido de Nitrógeno decrecieron en un promedio de 43.57%, siendo la máquina N° 603 la que presentó un porcentaje mayor de reducción del 62.56%.
4. Las emisiones de Dióxido de Azufre en partes por millón decrecieron en un promedio de 50,06 % al utilizarse combustible tratado con Green Plus.
5. Las emisiones de las dos bombas se redujeron a niveles muy inferiores a los estándares requeridos por las normas ecuatorianas registrados en la Ordenanza N°12 del 22 de Agosto del 2003.
6. Los porcentajes más altos de reducción en las emisiones gaseosas contaminantes se encontraron en la máquina N°603, valores que superaron el 50%.

3.5 VALORES OBTENIDOS DE NORMAS

Según la Ordenanza N°12 del 22 de Agosto del 2003 las normas Medio-ambientales para fuentes fijas se especifican los siguientes

Parámetros y valores permisibles.

Tabla 10

VALOR NORMA mg/dsm^3 : miligramos de contaminante por metro cúbico de gas seco a condiciones estándar (1 atm, 25°C y 11% de oxígeno). Valores tomados del Registro Oficial No. 153 del 22 de Agosto de 2003.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR NORMA mg/dsm^3
Flujo de gas seco	m ³ /h	--
CO	mg/dsm^3	1500
SO ₂	mg/dsm^3	580
NO _x	mg/dsm^3	1900
Partículas	mg/dsm^3	150

Tabla 11

VALOR NORMA $g_{cont.}/kW - h$: gramos de contaminante por kilowatio hora a condiciones estándar (1 atm, 25°C) * Valores tomados de la Ordenanza 12.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR NORMA g cont. /kW-h
Flujo de gas seco	M ³ /h	--
CO	g cont. /kW-h	8,0
NO _x	g cont. /kW-h	6,4
Partículas	g cont. /kW-h	0,4

4 RESULTADOS DEL MONITOREO EN “FUENTES MOVILES”

Registros de Opacidades medidas en los buses Botar PEJ-509 Y 508 durante los meses de Septiembre y Octubre 2003. EL porcentaje de opacidad es la unidad de medición que permite determinar el grado de opacidad (grado de la reducción e la intensidad de la luz visible cuando esta pasa por una sustancia) del humo en una fuente emisora.

4.1 PROCEDIMIENTO DEL METODO PARA LA MEDICION DE OPACIDAD

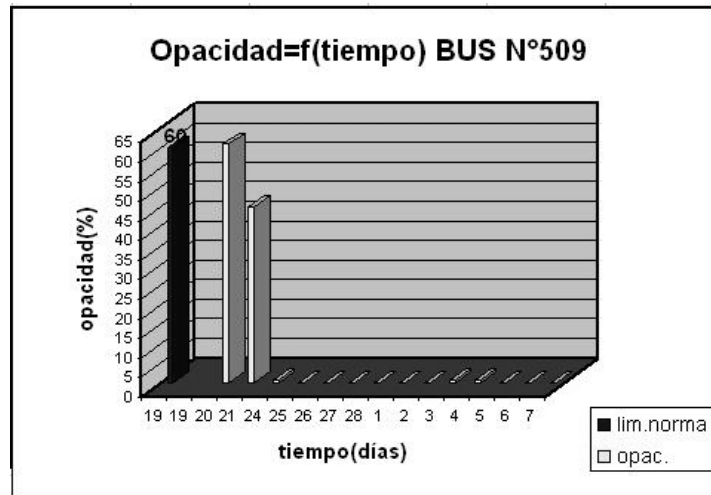
PRUEBA ESTATICA EN LIBRE ACELERACIÓN

- Encerar el opacímetro
- Encender el vehículo en neutro a marcha mínima (ralentí) hasta lograr la temperatura normal de operación de operación del motor.
- Colocar la transmisión en neutro con el motor a marcha mínima, acelerar el motor a máxima velocidad estable y sin carga, y regresar el motor a marcha mínima.
- Repetir la operación indicada anterior por seis veces, a intervalos de 10 segundos.

- Descargar la primera medición, y registrar en un formato de control sistematizado cada una de las mediciones observadas en el opacímetro, reportar el valor máximo obtenido como el valor de opacidad.

Tabla 12
Opacidad del bus Botar (Diesel) PEJ-509

meses	Septiembre							Octubre									
	antes G.P.	después de G.P.															
días	19	20	21	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	
opacidad	-----	61	45	10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

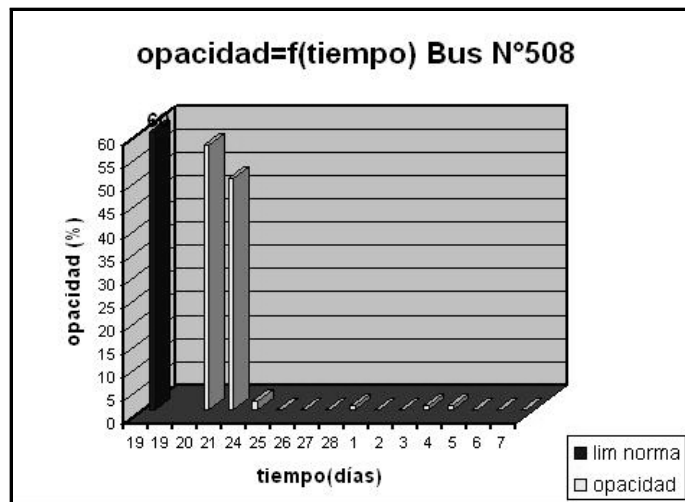


NOTA 1

- Esta forma de cuantificación cualitativa realizada para los buses de transporte de motor con combustión interna se encuentra enmarcada dentro de normas y aptas de comparar, siendo así el aditivo Green Plus reduce alrededor del 100% de la opacidad como se muestra en la Fig. 8.1.1. -1.

Tabla 13
Opacidad del bus Botar PEJ-508

meses	Septiembre								Octubre						
	antes G.P.	después de G.P.													
días	19	20	21	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7
opacidad	-----	57	50	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0



NOTA 2

- Para el bus Botar PEJ-508 se observa una reducción de la opacidad de alrededor del 100% comprobándose la efectividad del catalizador para esta prueba, el catalizador Green Plus reduce totalmente la opacidad de los gases del humo.

5 RESULTADOS DEL MONITOREO EN “FUENTES MOVILES”

5.1 EMISIONES REGISTRADAS

Los resultados tabulados a continuación corresponden a los buses para transporte de los funcionarios de la ESTACION DEL BEATERIO DE PETROCOMERCIAL marca chevrolet (Botar) de placas PEJ-509 y 508 **Nota: Los datos tomados para SO2 a 2000rpm no se encuentran tabulados.**

Tabla 14
Resumen de la tabla de resultado del bus PEJ-509

		PARTES POR MILLON (ppm)				
		CO		NOx		SO2
<i>Pruebas</i>	<i>Fecha</i>	<i>IDLE</i>	<i>2000RPM</i>	<i>IDLE</i>	<i>2000RPM</i>	<i>IDLE</i>
<u>Linea base</u>	10/15/03	811	2416	162	149	25
Con Green Plus-1	10/17/03	748	1790	160	149	24
Con Green Plus-2	10/31/03	600	1283	108	92	23
Promedio		674	1536	134	120,5	23,5
línea base		811	2416	162	149	25
promedio		674	1536	134	120,5	23,5
% Diferencia		16,9	36,4	17,3	19,1	6,0
línea base		811	2416	162	149	25
Green Plus (Prueba-2)		600	1283	108	92	23
% Diferencia		26,02	46,89	33,33	38,26	8

5.2 CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS DE OPACIDAD Y EMISIONES REALIZADAS EN LOS BUSES.

1. La opacidad del humo producido en las emisiones de los dos buses se redujo en niveles mayores al 90% en períodos de cinco a quince días. Los dos buses estaban muy cerca o sobre los límites indicados por la norma Ecuatoriana, al inicio de las pruebas, con opacidades que llegaban al rango de 60%. Estos niveles bajaron a menos de 1% dentro de los primeros cinco

días desde que se iniciaron las pruebas y se mantuvieron a niveles de o menores al 1% durante todo el tiempo que duraron las pruebas Tablas 12, 13, 14, 15.

2. Se consiguió un decremento significativo en las emisiones emitidas de los escapes de los dos buses. Tanto en el bus 508 como en el 509 las emisiones disminuyeron gradualmente una vez que el combustible fue tratado con Green Plus. Inicialmente, hubo solamente un pequeño efecto en las emisiones gaseosas, pero, una vez que los motores fueron condicionadas al uso de Green Plus, las emisiones empezaron a descender. El 31 de Octubre, alrededor de dos semanas desde la fecha en la que se empezó a poner Green Plus en el combustible, los niveles de Monóxido de Carbono han descendido en un promedio de 54.98% los Óxidos de Nitrógeno se redujeron en un 53.415% y los de Dióxido de Azufre, en un 4.66% en condiciones de 2000 rpm. Tablas 12, 13, 14, 15.
3. El porcentaje promedio de reducciones de emisiones gaseosas más elevado encontrado en estas pruebas es el monóxido de carbono que supera el 50%, el catalizador líquido Green Plus genera resultados satisfactorios, en un tiempo corto de prueba. Tablas 12, 13, 14, 15.

Tabla 15
Resumen de la tabla de resultados bus PEJ-508

		PARTES POR MILLON (ppm)					
		CO		NOx		SO2	
<i>Pruebas</i>	<i>Fecha</i>	<i>IDLE</i>	<i>2000RPM</i>	<i>IDLE</i>	<i>2000RPM</i>	<i>IDLE</i>	<i>2000RPM</i>
Linear base	10/15/03	422	877	117	140	22	43
Con Green Plus-1	10/15/03	488	798	137	152	28	42
Con Green Plus-2	10/15/03	442	989	132	125	15	39
Con Green Plus-3	10/31/03	300	324	81	44	14	16
Promedio		410	704	117	107,0	19,0	32,3
línea base		422	877	117	140	22	43
Promedio		410	704	117	107,0	19,0	32,3
% Diferencia		2,8	19,7	0,0	23,6	9,0	24,9
línea base		422	877	117	140	22	43
Green Plus (Prueba-3)		300	324	81	44	14	16
% Diferencia		28,9	63,06	30,77	68,57	36,36	62,79

6 RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

1. En esta prueba, se realizaron muestreos puntuales en dos motores de bombas estáticas a diesel y en dos buses con motores diesel. La prueba fue diseñada para medir las reducciones en las emisiones, causadas al tratar el combustible usado en los motores indicados, con el producto Green Plus.
2. No se intentó medir el ahorro de combustible logrado, pues el período de prueba fue muy corto y no se estableció un protocolo para medir el uso de combustibles antes o después de que se tratara el combustible con Green Plus.
3. Se lograron reducciones importantes en las dos pruebas en todas las cuatro categorías de emisiones probadas. Estas pruebas fueron: de opacidad, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre
4. Aún cuando la muestra es pequeña, (solamente cuatro motores) los resultados obtenidos fueron muy significativos.
5. Para poder determinar el efecto potencial a largo plazo de Green Plus tanto en reducción de emisiones gaseosas, el ahorro en el consumo de combustible derivados del petróleo y la limpieza de los motores se recomienda lo siguiente:
 - Realizar un programa demostrativo preferentemente en las áreas metropolitanas de Quito, Guayaquil o Cuenca, en el área fronteriza de Rumichaca, y las Refinerías de Esmeraldas y Shushufindi.
 - La demostración deberá incluir los hidrocarburos de mayor uso comercial tales como diesel, gasolinas, fuel oil y kerosene.
 - Los combustibles deben ser tratados con Green Plus en el Centro de Distribución, antes de que sean cargados en los tanqueros de reparto.
 - Monitorear los efectos utilizando los equipos de medición de contaminación atmosférica instalados en Quito y que deberían instalarse en los otros puntos arriba citados, equipos que deben ser de iguales características y especificaciones. Antes de iniciar la prueba, información histórica del año anterior deberá ser analizada y se deberán calcular promedios para cada mes.
 - Se deberá monitorear el efecto en todo el parque automotor (buses, camiones y vehículos livianos) con muestreos de opacidad esporádicos antes y después de que se realice el tratamiento de los combustibles con Green Plus, además en equipos estacionarios y turbinas. El muestreo deberá ser suficientemente extenso, para producir resultados y estadísticas significativas.

- Se recomienda continuar el control y monitoreo de emisiones de las máquinas de bombeo y otras fuentes fijas de tipo industrial.
- Las pruebas demostrativas deberán realizarse por un tiempo mínimo de tres meses.



References

- [1] Binmore K. *Fun and Games*. D.C.Health and Company, 1992
- [2] Canter, L (1998). *Manual de Evaluación del Impacto Ambiental*. segunda edición, Editorial Mc.Graw-Hill, Madrid, 1998
- [3] Sans, Ribas (1999). *Ing Ambiental*. editorial Alfaomega S.A.; Bogota, 1999
- [4] Registro Oficial (2003). *Ordenanza de parámetros para las fuentes fijas*, Normas Registro Oficial No 153 del 22 de Agosto de 2003, Quito, Ecuador.
- [5] Leitthe, Wolfrgan (1981). *La Química y la Protección del Medio Ambiente*, Editorial Paraninfo S.A. Madrid, 1981.
- [6] Reglamento INEN 2:96 (1996). *Emisiones de vehículos automotores y motores de vehículos usados, y la sección del Registro Oficial que incluye los límites y metodologías para determinar los límites de emisiones en el Ecuador*, INEN, Quito-Ecuador, 1996.
- [7] Texaco (2003). *Glosary of Texaco*, [http:// www.ursa-texaco.com/ Spanish/glossary_g.html](http://www.ursa-texaco.com/Spanish/glossary_g.html)

